



УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ
UNIVERSITY OF BANJA LUKA
ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ
FACULTY OF FORESTRY



Бранислав Цвјетковић
Милан Матаруга

Оснивање шума и плантажа

Бања Лука, 2024.

Универзитет у Бањој Луци
Шумарски факултет

Аутори: Доц. др Бранислав Цвјетковић
Шумарски факултет Универзитета у Бањој Луци
Проф. др Милан Матаруга
Шумарски факултет Универзитета у Бањој Луци

Рецензенти: Проф. др Владан Иветић
Шумарски факултет Универзитета у Београду
Проф. др Саша Орловић
Институт за низијско шумарство и животну средину
Универзитет у Новом Саду

Издаје: Шумарски факултет Универзитета у Бањој Луци

За издавача: Проф. др Војислав Дукић
декан Шумарског факултета Универзитета у Бањој Луци

Лектор: Лана Шаула

Корице и
припрема
за штампу: Матеј Сировина, Бранка Ружичић

Тираж: 300

Штампа: ЈУ "Службени гласник РС" Бања Лука

На основу извјештаја рецензената, сагласност за објављивање овог универзитетског уџбеника дало је Научно-наставно вијеће Шумарског факултета одлуком 17/3.210-5/24 од 20.02.2024. године и Сенат Универзитета у Бањој Луци одлуком 02/04-3.427-37/24 од 29.02.2024. године.

Ниједан дио ове књиге не смије се умножавати или на било који начин репродуковати без допуштења аутора.

САДРЖАЈ

ОСНИВАЊЕ ШУМА

1. УВОД.....	1
2. ИСТОРИЈАТ ОСНИВАЊА ШУМА	3
2.1. Историјат оснивања шума у свијету	3
2.2. Пошумљавање у БиХ за вријеме Аустроугарске монархије	11
2.3. Пошумљавање у БиХ за вријеме Краљевине Југославије	12
2.4. Пошумљавање у БиХ за вријеме СФРЈ	13
2.5. Пошумљавање у Републици Српској	16
3. ДЕФИНИЦИЈЕ И КЛАСИФИКАЦИЈЕ ПОЈМОВА У ОСНИВАЊУ НОВИХ ШУМА	19
3.1. Дефиниције у домаћој терминологији.....	19
3.2. Дефиниције и класификације у међународној терминологији.....	23
4. ИЗАЗОВИ У ОСНИВАЊУ НОВИХ ШУМА	29
4.1. Климатске промјене	29
4.2. Компетиција за земљиштем	30
4.3. Болести и штеточине	30
4.4. Утицај јавности	31
4.5. Инвазивне врсте	32
5. ФУНКЦИЈЕ И ЗНАЧАЈ ОСНОВАНИХ ШУМА.....	35
5.1. Функције вјештачки основаних шума	36
5.2. Значај вјештачки основаних шума	39
5.2.1. Значај вјештачки основаних шума за производњу дрвета, влакана и енергије	41
5.2.2. Значај вјештачки основаних шума са друштвеног (социјалног) аспекта	43
5.2.3. Пејзажни, рекреативни и сродни значаји вјештачки основаних шума.....	44
5.2.4. Агрошумарски системи.....	45
5.2.5. Еколошки значај (заштита животне средине)	45
5.2.6. Ублажавање климатских промјена и складиштење угљеника.....	45
5.2.7. Вјештачки основане шуме и утицај на хидрологију	47
5.2.8. Пошумљавање голети у еколошке сврхе	48
5.2.9. Пошумљавање пожаришта.....	49

5.2.10. Рехабилитација и рестаурација угрожених екосистема	49
5.2.11. Рекултивација посебних врста локалитета.....	52
5.2.12. Вјештачки основане шуме и очување генетичких ресурса ...	53
5.3. Повезаност оснивања шума са другим областима шумарства	54
6. ИЗБОР ИЗМЕЂУ ПРИРОДНЕ ОБНОВЕ И ВЈЕШТАЧКОГ ОСНИВАЊА ШУМА.....	57
7. ИЗБОР ВРСТЕ	63
7.1. Намјена новоосноване шуме	66
7.2. Утицај карактеристика станишта	69
7.3. Биоеколошке карактеристике врсте	73
7.3.1. Избор на нижем нивоу од врсте	75
7.3.2. Утицај врсте на станиште.....	76
7.3.3. Једна или више врста?	78
7.4. Доступан ниво инвестиција.....	83
7.5. Неки примјери алата и метода у избору врста.....	83
7.5.1. Еленбергови коефицијенти.....	84
8. ПРИПРЕМА И ОБРАДА СТАНИШТА ПРИЛИКОМ ОСНИВАЊА ШУМА	87
8.1. Третирање вегетационог покривача	89
8.2. Третирање земљишта	91
8.2.1. Претходни радови.....	92
8.2.2. Обрада земљишта.....	95
8.3. Интензитет припреме и обраде станишта	96
8.3.1. Потпуна обрада земљишта	98
8.3.2. Дјелимична обрада земљишта.....	98
8.4. Дубина обраде земљишта	107
8.5. Вријеме обраде земљишта	107
9. ОСНИВАЊЕ ШУМА СЈЕТВОМ	109
9.1. Облици сјетве	112
9.2. Вријеме сјетве	115
9.3. Предности и недостаци сјетве као начина оснивања шума.....	115
10. ОСНИВАЊЕ ШУМА САДЊОМ	117
10.1. Значај квалитета и типа садног материјала у успјеху садње	117
10.1.1. Дефинисање појма „квалитетна садница”	118
10.1.2. Показатељи (атрибути) квалитета садног материјала.....	120

10.1.3. Типови садног материјала у оснивању нових шума.....	122
10.1.4. Фактори који утичу на опстанак и раст садница послије садње	126
10.1.5. Намјенска производња садница за унапријед познато станиште	130
10.2. Рад са садним материјалом од вађења до садње	133
10.3. Методе и технике садње.....	135
10.3.1. Ручна садња.....	135
10.3.2. Механизована садња	146
10.4. Густина и распоред садње	153
10.5. Дубина садње	163
10.6. Вријеме садње	165
10.7. Правила садње	167
11. РАДОВИ НАКОН ОСНИВАЊА ШУМА	171
11.1. Побољшање станишних услова за раст и развој	172
11.1.1. Борба са конкурентском вегетацијом	173
11.1.2. Фертилизација (ђубрење).....	177
11.1.3. Иригација (наводњавање)	178
11.1.4. Остале активности на побољшању услова за растење и развој.....	179
11.2. Попуњавање.....	180
11.3. Заштита вјештачки основаних шума.....	180
11.3.1. Заштита засада од болести и штеточина.....	181
11.3.2. Заштита од корова.....	183
11.3.3. Заштита од дивљачи и домаћих животиња.....	184
11.3.4. Заштита засада од пожара.....	187
11.3.5. Заштита засада од абиотичких штетних утицаја.....	187
11.3.6. Чишћење и прореде	189
11.3.7. Системи чишћења и прореда у вјештачки основаним шумама	191
11.4. Орезивање грана	196
11.4.1. Методе орезивања.....	198
11.4.2. Број орезивања и вријеме орезивања	199
12. ОСНИВАЊЕ ШУМА У КЛИМАТСКИМ ПРОМЈЕНАМА	203
12.1. Трансфер шумског репродуктивног материјала – асистирана миграција	203

13. АГРОШУМАРСТВО	209
13.1. Дефиниције агрошумарства	211
13.2. Значај агрошумарства	212
13.3. Праксе у агрошумарству	213
13.4. Еколошки принципи у агрошумарству	215
13.5. Оснивање агрошумарских система	217
13.5.1. Избор врста	217
13.5.2. Припрема станишта	220
13.5.3. Сјетва и садња у оснивању агрошумарских система	221
13.6. Управљање агрошумарским системима	222
14. ОСНИВАЊЕ НОВИХ ШУМА У СПЕЦИФИЧНИМ УСЛОВИМА	223
14.1. Системи антиерозионог пошумљавања	223
14.1.1. Технологије припреме станишта за пошумљавање и садње	228
14.2. Биолошка рекултивација површинских (рудничких) копова	234
14.3. Оснивање шума у аридним условима	240
14.4. Фиторемедијација	242
14.5. Урбано шумарство (паркови, дрвореди, окућнице)	251
15. УЗРОЦИ ПРОПАДАЊА ВЈЕШТАЧКИ ОСНОВАНИХ ШУМА	255
16. НОВЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ У ОСНИВАЊУ ШУМА	263
17. ЛИТЕРАТУРА	273

ОСНИВАЊЕ ПЛАНТАЖА

1. УВОД	289
1.1. Историјат плантажног шумарства	291
2. ОСНОВНИ ПОЈМОВИ У ПЛАНТАЖНОМ ШУМАРСТВУ	297
3. КЛАСИФИКАЦИЈА ШУМСКИХ ПЛАНТАЖА	301
3.1. Класификација плантажа на основу намјене	301
3.2. Подјела плантажа према дужини производног циклуса	302
4. ИЗБОР ВРСТЕ (ТАКСОНА) И ЗНАЧАЈ ЗА ОСНИВАЊЕ ПЛАНТАЖА ...	305
4.1. Значај избора клона у плантажама топола	307
4.2. Стварање сорти топола	312
4.2.1. Секција <i>Aigeiros</i>	312

4.2.2. Секција <i>Tacamahaca</i>	313
4.2.3. Секција <i>Leuce</i>	313
4.3. Значај избора клона код других врста које се плантажно гаје	314
5. ИЗБОР СТАНИШТА ЗА ОСНИВАЊЕ ПЛАНТАЖА	317
5.1. Флувисол и хумофлувисол.....	318
6. РАДНЕ ЕТАПЕ У ПЛАНТАЖНОМ ШУМАРСТВУ.....	321
7. РАДОВИ У ПРИПРЕМИ СТАНИШТА ЗА ОСНИВАЊЕ ПЛАНТАЖА.....	325
7.1. Уклањање вегетације.....	325
7.2. Обрада земљишта.....	328
7.3. Густина и распоред садње	329
8. МЕТОДЕ, ТЕХНИКЕ И ВРИЈЕМЕ ОСНИВАЊА ПЛАНТАЖА.....	333
8.1. Типови садног материјала у плантажном шумарству.....	333
8.2. Оснивање дугорочних плантажа	338
8.3. Оснивање средњерочних плантажа.....	341
8.4. Оснивање краткорочних плантажа	342
8.5. Вријеме оснивања плантажа.....	344
9. РАДОВИ НАКОН ОСНИВАЊА ПЛАНТАЖА	345
9.1. Радови у дугорочним плантажама	345
9.2. Радови у средњерочним плантажама	347
9.3. Радови у краткорочним плантажама.....	349
9.4. Заштита плантажа од штетних абиотичких и биотичких фактора..	351
10. ПЛАНТАЖЕ ДРУГИХ ВРСТА	355
10.1. Багрем.....	355
10.2. Црни орах	357
10.3. Јоха.....	358
10.4. Дивља трешња	359
10.5. Дуглазија	360
10.6. Боровац.....	361
10.7. Ситканска смрча	362
10.8. Еукалиптус	363
10.9. Усукани бор	364
10.10. Монтерејски бор	364
10.11. Остале врсте које се користе у плантажном шумарству	365
11. ЛИТЕРАТУРА	367

Предговор

У посљедњих пар деценија свједоци смо смањења површина под шумама на глобалном нивоу, повећања количине гасова који изазивају ефекат стаклене баште и климатских промјена које се одликују порастом просјечне температуре, честим температурним екстремима и промјенама образаца дистрибуције падавина. Истовремено се од шума очекује да задовоље бројне и разноврсне екосистемске услуге и потребе на директан или индиректан начин.

У таквим условима изазов оснивања нових шума постаје већи, а примјена научних достигнућа мора да буде снажније инкорпорирана у практична рјешења. То је дугачак пут који, у техничком смислу, креће од стратешког планирања, преко оперативног планирања, извођења радова на припреми станишта, оснивања и управљања вјештачки основаним шумама. У биолошком смислу, то је процес који креће од сјемена, преко саднице па до одраслог дрвета, за који су потребне деценије, а понекад и вијекови рада, посвећености и истраживања. На сваком кораку се треба наћи шумарски стручњак који ће процес пратити, проучавати, усмјеравати и прилагођавати га људским потребама у економском, еколошком и социјалном погледу.

Овај уџбеник, првенствено намијењен студентима Шумарског факултета Универзитета у Бањој Луци, даје преглед глобалне перспективе различитих приступа вјештачки основаним шумама широм свијета. Међу одабраним поглављима истиче се историјски преглед оснивања шума, опис значаја и иницијатива за пошумљавање, планирање, припрема станишта, сјетва и садња, одржавања нових шума, преко пошумљавања специфичних станишта која су нарушена дејством човјека, као и сегмент агрошумарске праксе. Дати су примјери из праксе који илуструју процесе оснивања нових шума и плантажа, пружајући апликативна знања студентима, али и шумарским стручњацима који желе да обнове своје знање и сазнају нешто више о новим методама и техникама оснивања шума и плантажа. Значајно је истаћи да управо овако конципиран уџбеник са посебним освртом на плантажно шумарство није објављен на просторима бивше Југославије више од 30 година, због чега је очекивати његову примјену на ширем подручју.

Овом приликом аутори се захваљују рецензентима, али и колегама из привреде који су прије објављивања дали бројне сугестије и приједлоге квалитативно унапређујући текст. Захвалност дугујемо колегама и сарадницима који су на било који начин допринијели да овај текст буде дио уџбеничке универзитетске литературе. Жеља аутора јесте да овај уџбеник буде водич, извор знања и позив на ширу акцију оснивања нових шума и плантажа.

Аутори





ОСНИВАЊЕ ШУМА

1. УВОД

Процес смањења глобалне површине под шумама са 4,3 на око 4 милијарде хектара почетком XXI вијека, праћен климатским промјенама, буди свијест људи и скреће пажњу на потребу очувања постојећих, рекултивацију деградираних и оснивање нових шума.

Повећање површине шума пошумљавањем и оснивањем плантажа треба да обезбједи производне и значајан број екосистемских услуга. У питању је комплексна област која у обзир мора да узима традиционалне вриједности шума у комбинацији са модерним трендовима у области шумарства и екологије генерално. Отуда је и развој научне мисли и практичног искуства из године у годину све већи и захтијева посебну шумарску дисциплину у којој се она сублимирају, анализирају и користе.

Имајући у виду обим производње дрвних сортимената, као и општекорисне функције основаних шума и плантажа, оне добијају све већи економски и друштвени значај. Примјер тога су велике глобалне иницијативе као што су Бонски изазов из 2011. године и Њујоршка декларација из 2014. године, које предвиђају обнову шума на 350 милиона хектара до 2030. године, затим кинески програм *Grain-for-Green Program*, као највећи национални програм оснивања шума у свијету, програм канадске владе садње 2 милијарде садница до 2050. године, као и тренутно важећа Стратегија ЕУ-а за биодиверзитет, која поставља за циљ садњу 3 милијарде садница у Европи до 2030. године.

У почетку, вјештачки основане шуме су приоритетно имале функцију производње дрвета за резање и производњу целулозе, али у последње вријеме све више на значају добијају кроз редукацију притиска на природне шуме (обезбјеђивање веће количине производа из вјештачки основаних шума), затим ублажавање ефеката климатских промјена, рестаурацију деградираног земљишта и обезбјеђивање екосистемских функција и услуга – регулације и снабдијевања водом, очу-

вања и унапређења биодиверзитета, рекреације (Betts et al., 2021), и као основа за убрзани развој руралних подручја (Иветић и Вилотић, 2014; Malkamäki et al., 2018). Поред тога, оснивање шума и плантажа укључује бројне друге функције које се остварују иако нису примарно планиране током оснивања, нпр. производња кисеоника, пружање уточишта дивљим животињама, недрвни шумски производи и сл.

Сви програми оснивања нових шума вјештачким путем, без обзира на то да ли се ту раније налазила шума или не, подразумевају планско и системско доношење одлука које почиње избором и обезбјеђивањем полазног шумског репродуктивног материјала, а завршава успјешно формираним засадом (шумом) који у потпуности испуњава планиране циљеве (производне, еколошке и социјалне). То захтијева знање и ангажовање шумарских стручњака из различитих области, прије свега стручњака из области оснивања нових шума и плантажа. Карактеристике станишта у комбинацији са врстом, поријеклом шумског репродуктивног материјала и његовим квалитетом, методе и технике припреме станишта и садње те одржавање и заштита новооснованих шума представљају широк спектар послова за који шумарски стручњак треба да стекне знања како у области теорије тако и у сегменту практичних искустава.

2. ИСТОРИЈАТ ОСНИВАЊА ШУМА

2.1. Историјат оснивања шума у свијету

Оснивање шума, односно садња дрвенастих врста сеже дубоко у људску историју. Развој човјека и његов прелазак са миграторног сакупљања плодова и лова на стационарну производњу хране везану за једну локацију довели су до појаве прве планске садње дрвенастих врста и њиховог преноса, тј. трансфера са једног локалитета на други. То се може сматрати почетком оснивања засада шумског дрвећа. Свјесним трансфером шумског садног материјала са једног мјеста на друго спроведен је први организовани процес подизања нових засада. У наведеном случају, то су биле пресађенице шумских врста дрвећа и жбуња које су човјеку обезбјеђивале храну, склониште, недрвне производе или су их користили за церемонијалне и религиозне сврхе.

Први писани трагови о садњи дрвећа могу се наћи у древним списима у античкој Грчкој. Око 4.000 година прије нове ере вршена је пресадња маслина у њеној изворној форми, док се истовремено сматра да култивација маслине почиње око 3.000 година прије нове ере (Evans, 2009). Садња тамарикса (*Tamarix aphylla*) у религиозне сврхе спомиње се 2.000 година прије нове ере у Старом Завјету, у Првој књизи Мојсијевој (Постања) 21:33.

На подручју древног Египта, око 1.500 година прије нове ере садило се дрвеће мирте (*Commiphora myrrha*) за потребе производње мирисних уља, док се у Јужној Арабији око 400 година прије нове ере садила врста из рода *Boswellia* spp. за потребе производње тамјана.

На подручју Кине садња дрвећа, воћа и различитих врста борова за орнаменталне, религиозне и церемонијалне потребе забиљежена је око 2.000 година прије нове ере, за вријеме владавине династије Џоу. Нешто касније успостављена је прва шумарска служба која је постојала

од 1100. године прије нове ере која је, поред управљања шумама, била задужена за пошумљавање денудираног земљишта. Династије Хан и Танг наставиле су и унаприједиле праксу ранијих династија. Шумарска служба имала је задатак савјетовања становништва како да подижу нове шуме за различите потребе, првенствено за производњу хране и дрвета. Наредне династије су наставиле традицију династија Хан и Танг и подстицале становништво да подиже нове шуме, углавном сјетвом сјемена врста које су значајне за производњу дрвета, а које су уједно производиле јестиве плодове за потребе исхране становништва. За вријеме династије Сунг (420–589. г. нове ере), написана су упутства како подизати нове шуме тунг дрвета и бамбуса (Wang, 1988). Еванс (2009) наводи да кинеска јела (*Cunninghamia lanceolata*) има веома дугу историју производње сјемена и садног материјала која траје преко једног миленијума.

На подручју Корејског полуострва, прва садња шумског дрвећа у орнаменталне и церемонијалне сврхе почела је 57. године прије нове ере. У то вријеме, подизање шума добија и друге, модерне функције које су и данас значајне, а то су садња ради заштите од поплава и ерозије уз корита ријека и садња поред путева.

Подизање нових шума је биљежено и у другим крајевима свијета. У Шри Ланки је око 500 година прије нове ере забиљежено подизање нових шума, а нешто касније, у првом вијеку прије нове ере, написана су правила за заштиту таквих шума и њихово одрживо коришћење (Winter, 1974). Најстарије засађено дрво, које је још увијек у животу, јесте врста смокве (*Ficus religiosa*) за коју се сматра да је „засађена” чудотворно у Анурадхапури (Шри Ланка) око 220 година прије нове ере (Evans, 2009).

Подизање нових шума за различите намјене је биљежено кроз историју Европе. У Европи је садња дрвећа имала значајну улогу, а врхунац је достигла у периоду Римског царства. Први засади које су Римљани оснивали били су у форми вртова са засађеним шумским врстама (Daley, 2019). Први значајнији трансфери врста са једног мјеста на друго, укључујући и међуконтинентални трансфер, десили су се за вријеме Римског царства. За Римљане, уређени вртови су били мјеста гдје су они „вјежбали свој ум” разговарајући о филозофији или о књижевности. Нпр. Луције Вителије Старији, отац владара Вителија, засадио је неколико варијетета смокве у врту своје виле у близини Рима које је доносио из различитих дијелова Римског царства. Тако су вртови постајали микрокосмоси Римске империје. Римско царство је почетком нове ере вршило трансфер многих дрвенастих врста широм

Европе, а у литератури се наводе врсте као што су: маслина, дуд, нар, трешња, орах, пињол, бадем, питоми кестен, шимшир и друге (Van der Veen et al., 2008).

Питоми кестен и орах се сматрају врстама романизације, тј. гдје год се ширило Римско царство, Римљани су подизали засаде наведене двије врсте (Krebs et al., 2022). Садили су и врбу на великим површинама, за различите потребе, те су имали упутства како да саде и интензивно култивишу врсту, као и како да је селекционишу за даље процесе оплемењивања (Shield et al., 2015).

Генерално, за све цивилизације важи правило да су са подизањем нових шума ван урбаних средина кренуле углавном након великих сјеча. Потреба за дрветом је условила обимно коришћење шума, што је доводило до негативних ефеката на животну средину. Након тога су се проводили оснивање шума и обнова деградираних шума (Powers, 1999). Развој цивилизације и прелаз ка новом вијеку доводи до нових пракси у обнови шума на подручју Европе.

Први запис о вјештачком, планском подизању шума на подручју Европе датира из 1368. године, са подручја данашње Њемачке. Тада је у околини града Нинберга, на подручјима уништеним пожаром, извршена сјетва сјемена борова, смрче и јеле (Ortloff, 1999). У околини Франкфурта је вршено подизање нових шума, а као доказ наводи се писмо којим се градоначелник обраћа продавцу шумског сјемена за савјет о начину оснивања шуме. У писаном документу из 1491. године стоји да се око једног њемачког манастира вршила сјетва сјемена храста на око 8–12 хектара годишње.

Крајем XVI вијека забиљежено је да је од стране краљевске круне Велике Британије, услед појачаног коришћења дрвета храста као сировине за градњу бродова, изражена забринутост због недостатка сировине те да је вршена обнова вјештачким путем. Један од сљедећих историјских извора јесте позив на пошумљавање, тј. подизање „зелених зидова”, који Џон Евелин, власник земљишта у Енглеској, објављује у својој публикацији *Silva* из 1664. године. Током XVI, XVII, XVIII и почетком XIX вијека, подизање нових шума и обнова деградираних шума узели су маха. Из тог времена постоје бројне публикације које наводе локације, врсте и начине вјештачког обнављања и подизања нових шума (Savill et al., 1997). Према доступној литератури, у XVII и XVIII вијеку подигнуто је неколико хиљада хектара шума храстова, углавном на подручју Француске и Њемачке.

Освајањем нових континената, на европски простор пристижу бројне врсте дрвећа и жбуња из „новог свијета”. Развојем таксономије под вођством Карла Линеа (*Carolus Linnaeus*), уз експанзију откривања нових свијетова, убрзано креће процес детерминисања врста широм свијета и њиховог трансфера са континената поријекла у Европу. Међутим, шумарска струка, окренута традицији, углавном се бави подизањем шума домаћим врстама, док интродуковане врсте углавном остају у домену хортикултуре.

У XVIII вијеку отпочиње преношење (размјена) сјемена шумских врста између различитих подручја, а нарочито сјемена бијелог бора, смрче, ариша и храстова, чиме је производња садног материјала подигнута на виши ниво (Tulstrup, 1959). Тадашњи научни радници и практичари увиђају предности интродукованих врста по производности и квалитету у односу на природне шуме (Lowenthal, 2000). Тада почињу прва тестирања домаћих и интродукованих врста на подручју Европе, подижу се провенијенични тестови у циљу бољег разумијевања интеракције врста и станишта (König, 2005) у сврху повећања производности и отпорности шума за потребе европске индустрије која се убрзано развија. Први тестови су основани почетком XX вијека, те је већ 1907. године основан тест бијелог бора, а касније и осталих врста: смрче, јеле, ариша, китњака, лужњака, као и интродукованих врста – циновске јеле, ситканске смрче, дуглазије, итд. (Konnert et al., 2015).

Почетком XIX вијека, у Француској почиње значајније пошумљавање голих површина врстама као што су приморски бор (*Pinus pinaster*), смрча (*Picea abies*) и бијели бор (*Pinus sylvestris*), што је означило почетак једног новог приступа подизању нових шума гдје је дошло до конверзије шума лишћарских врста у четинарске шуме. Тренд подизања четинарских шума на стаништима лишћарских био је присутан и у Њемачкој, гдје су под утицајем Хајнриха Коте (*Heinrich Cotta*), водећег њемачког научника и практичара, на велике површине сађени смрча (*Picea abies*) и бијели бор (*Pinus sylvestris*) (Kenk & Guehne, 2001). У Аустрији, од 1786. године, према препоруци шумарске службе, примјењују се чисте сјече са вјештачком обновом. У Шкотској се саде ариш, буква и бијели бор (Troup, 1952), док је пошумљавање у Швајцарској домицилним врстама доживјело нагли раст (Grossnickle & MacDonald, 2018).

Почетком XX вијека долази до експанзије подизања нових шума. Прво велико капитално дјело које даје детаљне инструкције за подизање нових шума јесте дјело Џејмса Вилијама Тумија (Toumey & Korstian, 1942) под насловом „Сјетва и садња: приручник и упутства за студенте

шумарства, шумаре, власнике шума и фармере”¹, које је имало више издања до средине XX вијека.

У неким европским државама, као што је Велика Британија, масовно су организовани процеси подизања нових шума у организацији државних институција. У СССР-у, програм подизања нових шума фаворизовао је заштитне појасеве ради заштите пољопривредних површина и повећања приноса пољопривредних култура. Подизање нових шума на другим континентима обиљежило је коришћење различитих врста борова. У Аустралији и на Новом Зеланду користио се калифорнијски бор, а у САД-у теда бор и Елиотов бор. У Јужној Африци се користио еукалиптус, у Малезији се садио каучук, а у Индији тиковина и еукалиптус (Khan & Chaudhary, 1961). Масовни пројекти подизања нових шума спровођени су широм свијета, те је до Другог свјетског рата оснивање шума показивало јак узлазни тренд.

Еванс (2009) наводи два кључна момента (прекретнице) у оснивању нових шума у раздобљу 1900–1945. године. Прва прекретница је моменат када државе постају носиоци програма подизања нових шума, тј. ове активности постају дио програма шумарских политика. Други моменат (прекретница) јесте почетак сумње у одрживост продуктивности основаних шума и потребе да се ове активности подигну на виши ниво у погледу примјене научних достигнућа, а у циљу одржавања или повећања продуктивности станишта. Од средине XX вијека у Европи почињу да се саде интродуковане врсте на већим површинама при чему доминирају дуглазија, ситканска смрча, клонови топола, багрм и друге врсте.

Након Другог свјетског рата, подизање нових шума добија нову димензију. Недостатак ресурса који су потрошени или уништени током рата, нагли развој технологија углавном везаних за повећање одбрамбених капацитета држава, обнову и развој, дају нови импулс оснивању нових шума за различите потребе. Период након Другог свјетског рата се сматра „златним” периодом оснивања нових шума. То је период оснивања многих међународних тијела у функцији рјешавања питања везаних за активности биљне производње на глобалном нивоу, а најзначајнија организација која је основана јесте Организација за храну и пољопривреду, FAO (енгл. FAO – *Food and agriculture organization*). Иако је FAO као организација у оквиру Уједињених нација као примарни циљ имала обезбиједити сигурност у области прои-

¹ Енгл. *Seeding and Planting: A Manual for the Guidance of Forestry Students, Foresters, Nurserymen, Forest Owners, and Farmers.*

зводње и сигурности хране, ова организација је инкорпорирала скоро све аспекте шумарства у своје програме рада. Поред FAO-а, основане су бројне друге међународне организације које су пружале различите видове помоћи у подизању и управљању новим шумама.

Генетичари у САД-у, Данској и Шведској били су водећи у свијету у погледу истраживања образаца варирања комерцијално важних врста и унапређењу квалитета садног материјала за потребе подизања нових шума. Овај напредак науке отворио је пут шумарској индустрији да од 1950-их година на утемељеним резултатима научних истраживања покрену велике програме производње дрвета у новооснованим шумама и плантажама (Turnbull, 2002).

Другу половину XX вијека обиљежило је подизање нових шума и плантажа за специфичне намјене: производњу резане грађе, производњу целулозе, сировина за специфичне индустрије, биомасу, хемијску прераду, храну за стоку, заштиту предјела, итд. Развој науке се снажно одразио на подизање нових шума, од избора полазног материјала, анализе његовог генетичког, физиолошког и морфолошког квалитета, преко производње садница, метода и техника садње, одржавања и коришћења. Многи програми који су покренути педесетих и шездесетих година интензивирали су бројне пројекте подизања нових шума. Подигнута је свијест људи о значају нових шума те су покренуте иницијативе да се приватни власници више ангажују на оснивању нових шума.

У овом периоду, стопа оснивања нових шума и плантажа у Бразилу достигла је врхунац са импозантних 0,5 милиона хектара годишње. Истовремено, створене су највеће вјештачке шуме у Аустралији, Европи и Африци, основане употребом алохтоних четинара. Период обиљежава пракса садње четинара на стаништима лишћара, или конверзије врсте услед веће потребе за дрветом четинара. На Азијском континенту, Кина и Индија спроводиле су амбициозне програме садње, при чему се посебна пажња посвећивала плантажама топола. Међутим, таква пракса (монокултура) коју прате чисте сјече, постаје све више критикована, поготово са аспекта уређења предјела. Све више се говори о оснивању шума које ће имати одлике стабилних система подизања нових шума.

У посљедњој четвртини XX вијека долази до значајније диверзификације потреба према новим шумама. Нагласак у оснивању је на шест области:

- индустријске плантаже;
- за потребе локалног становништва и недрвне производне;

- за потребе рехабилитације, очувања и заштите животне средине;
- за складиштење угљеника и смањење утицаја климатских промјена;
- за потребе рекреације и унапређење пејзажа;
- за остале потребе власника шума и становништва (Evans, 2009).

У посљедњој четвртини XX вијека оснивање нових шума добија снажан замах. Површине за интензивну производњу у дрвопреради, хемијској индустрији и другим повезаним индустријама добијају на замаху те се врши подизање нових шума, односно плантажа врстама и нижим таксонима врста као што су: еукалиптус, дуглазија, врсте из рода *Pinus*, *Populus* и многе друге. У том периоду појављују се први проблеми у промјенама стандардних образаца климе, долази до појаве киселих киша и почиње јавно да се говори о климатским промјенама. Шуме су препознате као средство које може да ублажи промјене климе те се, поред производне улоге, акцентују бројне друге услуге које могу да пруже човјечанству. Стога се покрећу бројне активности на оснивању нових шума. Тако Кјото протокол, потписан 1997. године, доноси новину у погледу покретања добровољног тржишта карбон кредита, што подизању шума даје нову димензију и нови значај са аспекта апсорпције угљен-диоксида и могућностима прихода на основу самог постојања шуме на неком подручју. Шумарска струка и пракса почињу да препознају непогодне врсте за подизање нових шума које имају карактер инвазивних врста, те се формирају прве листе врста које се не препоручују за трансфер. Европска унија доноси Директиву о шумском репродуктивном материјалу 105/1999/ЕС, која јасно дефинише правила за трансфер шумског репродуктивног материјала у земљама ЕУ, а наведену директиву прихватају сусједне државе прилагођавајући своје правне акте легислативи ЕУ.

Почетак трећег миленијума обиљежавају глобални еколошки покрети и схватање улоге и значаја шума. Пошумљавање је препознато као један од најповољнијих начина смањења загађења и побољшања живота човјека. Шуме имају мултифункционалан карактер и препознају се све њене добробити за човјечанство. Дрво је погодан материјал, који је уједно карбон-неутралан. Дрво је каскадно² употребљив материјал, а уз развој технологија његове прераде сматра се једним од

² Каскадна употреба дрвета подразумијева употребу дрвета у друге сврхе након завршетка примарног циклуса употребе производа од дрвета. Нпр. у првој каскади дрво се користи за производњу кровне конструкције, након тога, у другој каскади се рециклира и употреби као материјал за производњу плоча, и на крају, у трећој каскади, као дрво за производњу енергије.

најпогоднијих материјала за употребу у различитим сферама живота. Смањење површине под шумама доводи до реакције човјечанства те се покрећу бројне глобалне, регионалне и локалне активности на подизању нових шума. Покренути су бројни глобални програми подизања нових шума, од којих је међу најзначајнијим Бонски изазов, покренут 2011. године, који предвиђа обнављање шума на 150 милиона хектара земљишта. Активни су и многи други програми који предвиђају подизање шума на великим површинама. Примјена нових технологија – као што су изучавање варијабилности и адаптабилности, оплемењивање биљака на пожељна својства и отпорност, генетички инжењеринг, унапређење производње шумског репродуктивног материјала, коришћење паметних ђубрива, прекривача земљишта, хидрогелова и других материјала осмишљених да побољшају пријем садница на терену и њихов успјешан развој – има за циљ повећање површине под шумама и њихове употребљивости у широком спектру услуга.

У исто вријеме долази до експанзије употребе модерних генетичких алата у области шумарства. Током 2006. године декодиран је геном тополе (*Populus trichocarpa*), а затим је услиједило декодирање генома још неколико врста, од којих се издвајају за шумарство најзначајније: *Eucalyptus grandis* (2011), *Picea abies* (2013), *Hevea brasiliensis* (2013), *Pinus glauca* (2014), *Pinus taeda* (2014), *Pinus lambertina* (2016), *Ginkgo biloba* (2016), *Pseudotsuga menziesii* (2017), *Betula pendula* (2017), *Larix sibirica* (2019), *Abies alba* (2019) и *Juglans regia* (2020). Познавање генома служи као основа у маркер-асистираној селекцији полазног материјала, али истовремено представља основу за генетичко модификовање организама. Од 2002. године, у Кини је дозвољено подизање плантажа генетски модификованих топола које се тренутно распростиру на великим површинама. У употребу улазе неке нове врсте, као што су генетички модификовани еукалиптус и амерички кестен.

Тренд истраживања у свим областима оснивања нових шума, од производње сјемена, садног материјала и оснивања нових шума, има снажан раст који је довео до чињенице да се шумски репродуктивни материјал, тј. сјеме за оснивање нових шума сакупља у сјеменским плантажама већ пете генерације, што доводи до значајног повећања производности вјештачки основаних шума. Константно се синтетишу нове сорте које су уско прилагођене карактеристикама специфичних станишта и на тим стаништима остварују максималне резултате према постављеним циљевима.

2.2. Пошумљавање у БиХ за вријеме Аустроугарске монархије

Прве вјештачки основане шуме у Босни и Херцеговини основане су на подручју шумарије Бусовача 1884. године садњом садница смрче са циљем измјене састава врста, тзв. очетињавања подручја (Ballian & Božić, 2017). Током деведесетих година XIX вијека Аустроугарска монархија спроводила је пошумљавања у близини већих насеља, те око војних објеката и утврда. Пошумљавање је вршено локално, на малим површинама. Интродукција страних врста почела је врло рано. Први програм санације, мелиорација под насловом *Karst memorandum*, написан је 1890. године. Њега су аустријским властима представили шумарски савјетници Земаљске владе у Сарајеву Петрашек и Хоровиц (*Petraschek, Horowitz*). Наредне, 1891. године припремљен је Жупњачки елаборат, којим се покушао трасирати оперативни пут ка мелиорацијама. Ипак, програм мелиорација је реализован у мањем обиму и није ријешен јер се само шумским мелиорацијама није могао превазићи проблем крша.

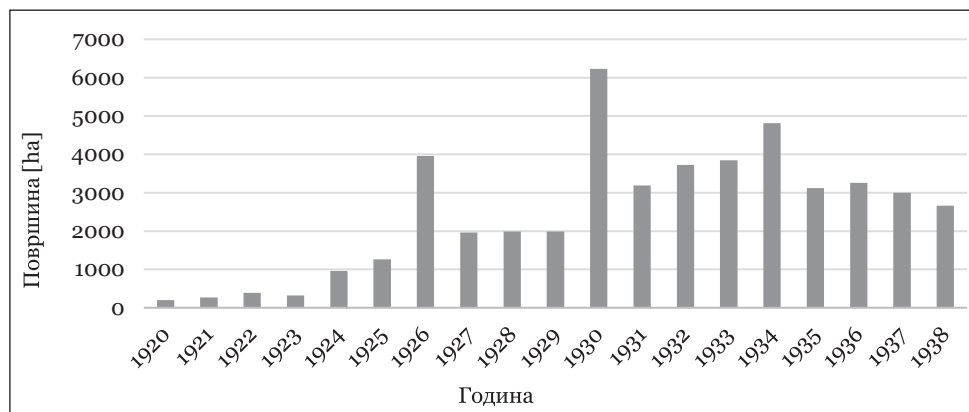
Један од првих примјера пошумљавања крша у Босни и Херцеговини забиљежен је у Попову пољу. Наводи се сљедеће: „Прве покушаје пошумљавања на босанско-херцеговачком кршу извели су аустријски шумари деведесетих година 19. стољећа око Мостара и Дувна, те око неких војних објеката и утврђења (...)”. Једна једина од тако изолованих мањих пошумљених површина крша у Мокром кориту код Равнога имала је свој смисао, јер је требало да послужи као показна површина за пошумљавање камењара око Попова поља. То је уједно и једина шумска култура из аустријског времена, која се на босанско-херцеговачком кршу одржала све до данас (Đikić, 1957). У интерној евиденцији Центра за газдовање кршом из Требиња забиљежено је да су Италијани 1942. године посјекли културу црног бора и чемпреса, стару 25–30 година, на подручју Црквине код Требиња, што је један од ријетких примјера евидентираних вјештачких шума у БиХ са почетка XX вијека.

Први унос алохтоних врста, конкретно дуглазије, у расаднике за производњу шумског садног материјала у Босни и Херцеговини забиљежен је 1905. или 1906, и то у расадник у Олову (Јованчевић, 1974), што свједочи напретку расадничарске производње са почетка XX вијека. Подизање нових шума у БиХ током аустроугарске владавине ријетко је документовано, тако да хроничари у својим дјелима који описују тај временски период, као што су Беговић (1978) и Димиц (1905), углавном дају опширну слику шире привреде БиХ и шумарства, али не и податке о оснивању шума.

2.3. Пошумљавање у БиХ за вријеме Краљевине Југославије

Након Првог свјетског рата и формирања Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца, а касније Краљевине Југославије, процес оснивања шума се наставља. Подаци из тог периода указују на релативно мале површине на којима се вршило подизање нових шума. Увиђајући потребу да се повећа површина под шумама, настојало се „оживјети” и промовисати оснивање нових шума. Током 1929. године, у Закону о шумама било је прописано да се „...сва непошумљена шумска земљишта, у првом реду на кршу имају, без обзира на својину у року од 10 година издвојити у циљу што скоријег пошумљавања”. Нажалост, то није реализовано, углавном због отпора становништва које је имало потребу за производњом сточне хране у недостатку средстава. У периоду до 1930. године површине које су се пошумљавале углавном су износиле испод 2.000 хектара годишње, што је јако мала површина у односу на површину тадашње Краљевине. Од 1930. године повећава се годишња површина пошумљавања на преко 3.000 хектара годишње (графикон 2-1). Подаци који се односе искључиво на Босну и Херцеговину или територију данашње Републике Српске не могу се јасно интерпретирати, јер су углавном све површине у том периоду представљене сумарно на нивоу Краљевине СХС или Југославије.

У Херцеговини постоје нешто детаљније елаборирани резултати ранијих пошумљавања на подручју крша у којима се истовремено указује на потребу подизања нових шума лишћара адаптираних на специфичне услове тог подручја (Alikalfić, 1940).



Графикон 2-1. Пошумљавање у Југославији у периоду 1920–1938. год.
(Савезни завод за статистику, 1989)

2.4. Пошумљавање у БиХ за вријеме СФРЈ

Непосредно након Другог свјетског рата вршено је интензивно пошумљавање. Шуме су током рата обимно коришћене или су биле уништене да би се онемогућио партизански начин ратовања. Нагло, скоро стихијско пошумљавање обично није давало добре резултате, најчешће услед неадекватног избора врсте, неадекватне садње и не-обучености за садњу, те су на многим површинама остали запуштени багремици и културе црног бора у лошем стању. Црни бор, као врста, коришћен је на различитим стаништима, иако није био одговарајући избор због својих биоеколошких карактеристика и потенцијала. Коришћење бесплатне радне снаге која није била стручна да изводи садњу, као и прегломазни планови пошумљавања који су круто дефинисали врсте и начин обнављања, уз слаб пријем садница на терену обиљежили су период након Другог свјетског рата. Почетком значајнијих инвестиција у радове на унапређењу сјеменско-расадничке производње и пошумљавања повећао се проценат успјеха подизања нових шума. Да би се унаприједило стање у пошумљавању на добровољној бази, покренуте су организације чији су чланови били едуковани за оснивања нових шума те су своја знања и искуства преносили на друге. Један од првих примјера је Покрет младих горана, који је установљен 1960. године.

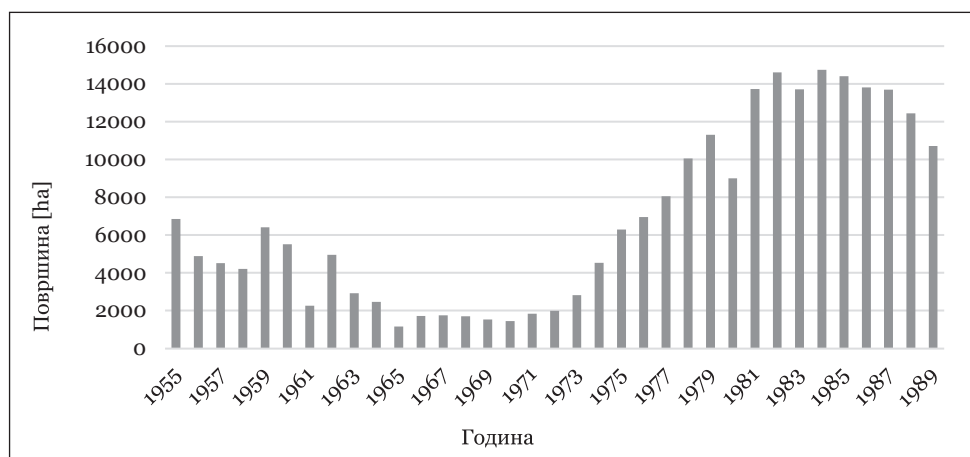
Посматрано по површини, непосредно после Другог свјетског рата извршено је пошумљавање на 117.525 хектара у БиХ. Нажалост, успјех садње износио је свега око 15%. Бољи резултати нису постизани ни до краја седамдесетих година. Ипак, треба издвојити неке локалитете гдје је подизање нових шума било успјешно, нпр. у Вишеградском газдинству, гдје је успјех подизања нових шума био врло висок (Knežević, 1966).

Период када се мање садило био је 1961–1972, када је пошумљавање било далеко испод планских задатака. Тада су неке организације шумарства пошумљавале свега 10 ha, а познати су били случајеви да су неке организационе јединице (еквивалент данашњим шумским газдинствима) пошумљавале свега 1–2 ha годишње. Ни у периоду шездесетих и седамдесетих година XX вијека пошумљавање није имало димензију и обим који су били потребни. Разлоге треба тражити у незаинтересованости за финансирање тих облика радова у потребном капацитету. Петогодишњи планови предвиђали су пошумљавање на површини од око 4.000 хектара годишње, што је и спроведено, али је, нажалост, опстанак тих шума био недовољан, најчешће због изостанка

мјера његе. Највећи дио плана на нивоу СР БиХ реализовале су фабрике целулозе у Маглају и Бањој Луци.

Седамдесетих година се пошумљавању приступа озбиљније и дефинише се појам просте и проширене репродукције, те се према Закону о шумама из 1976. године дефинише да се за сваки посјечени кубни метар дрвета мора извршити пошумљавање на 10–14 m² (прогресивно повећање са 10 на 14 m²) уз обавезно извршење.

У периоду 1976–1981. године значајно се повећава површина која се пошумљава (графикон 2-2) и тај тренд се одржава све до почетка деведесетих година XX вијека. Програм пошумљавања деградираних шума и голети у СР БиХ за период 1976–1985. год. (проширена репродукција) дефинисао је радове у области санације и стабилизације шумског фонда, а највећи дио се односио управо на пошумљавање на површини од 55.000 хектара (Butulija & Nenad, 1980). У току наведених 6 година пошумљено је скоро 50.000 хектара. Планирано је финансирање у износу од 715 милиона динара за период 1976–1985. године, што би био еквивалент од око 40 милиона тадашњих долара (Stojanović, 2007) или око 100 милиона данашњих долара. Ову вриједност треба узети са опрезом, јер је курс динара значајно варирао, углавном значајно опадао, нарочито након 1980. године.



Графикон 2-2. Пошумљавање у БиХ у периоду 1955–1989. год.
(Савезни завод за статистику, 1989)

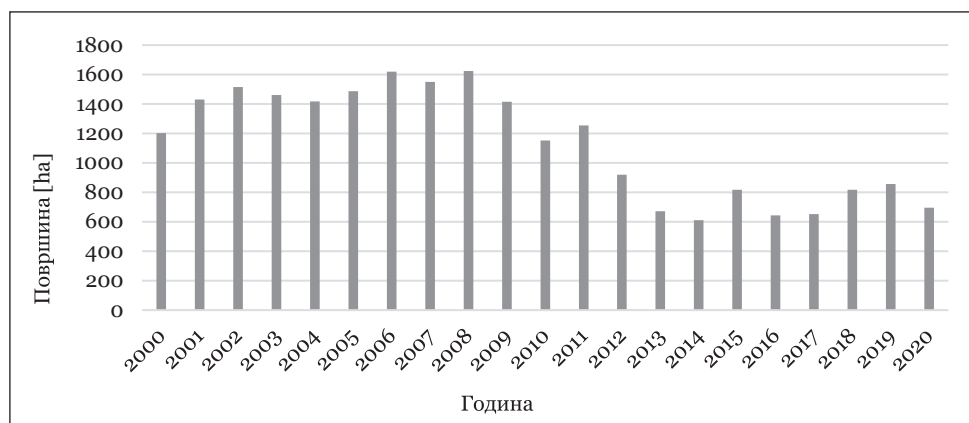
Тестирају се нове врсте, тј. њихова адаптабилност на нова станишта, нови методи сјетве на сјеменским плочицама, садницама у ПВЦ кесама, контејнерима који су дизајнирани и произведени у домаћим расадницима. Истовремено се ради на анализи различитих метода и техника садње (машински и ручно, садња у бразде, јаме, „под мач“), уз истраживање економске оправданости пошумљавања (Radovanović, 1982). Развијају се и тестирају се домаћи контејнерски системи: „Југосад“, „Пиросад“, „Грахосад“, нисула ролне, полиетиленске кесе и класичан садни материјал, а резултати пошумљавања указују на предности контејнерских садница, тј. садница са обложеним коријеновим системом. Постижу се високи проценти опстанка садница смрче на теренима на којима нису вршене обимније мјере припреме станишта (изостале су било какве агротехничке мјере). Пошумљавање интродукованим врстама добија на значају средином 20. вијека у облику тзв. „култура“, док се плантаже, по својој изворној дефиницији, нису подизале јер није коришћен генетички унапријеђен полазни материјал, иако су предузимане све агротехничке мјере (Nedović, 1972).

Основне смјернице газдовања шумама у БиХ за период 1971–2005. године предвиђале су низ мјера и пошумљавање од око 1,44 милијарде садница на преко 600.000 хектара са удјелом интродукованих врста од 7,8% (Pintarić, 1974). Дугорочни програм развоја шумарства у БиХ за период од 1986. до 2000. године предвиђао је пошумљавање на 136.385 ha, тј. у просјеку 9.093 ha годишње, у циљу одрживог очувања свих функција шума.

Први интензивни засади основани су за потребе индустрије целулозе у Бањој Луци и Маглају. Засади дрвенастих врста оснивани су од средине прошлог вијека и чиниле су их најчешће интродуковане врсте четинара (боровац, ариш, дуглазија, џиновска јела) и домаће врсте (бијели и црни бор, смрча, оморика и др.) (Mudrenović, 1977). Засади су имали елементе онога што се данас назива агрошумарство јер су се међуредно сијали зоб, кукуруз и друге културе. Систем потпуне обраде земљишта напуштен је 1964. због скупе обраде земљишта. У оквиру предузећа „Натрон“ из Маглаја током седамдесетих година прошлог вијека вршено је пошумљавање, тј. оснивање и плантажирање интродукованих врста као што су: усукани бор (*Pinus contorta*), ситканска смрча, кавкаска јела, џиновска јела, хамеципарис, дуглазија, боровац, док су се од домаћих врста користили борови (црни и бијели), смрча и друге врсте (Hugo, 1977). Почетком деведесетих година активности на оснивању нових шума у потпуности бивају заустављене услед ратних дешавања.

2.5. Пошумљавање у Републици Српској

Пошумљавање у Републици Српској почиње са завршетком ратних дешавања и први званични подаци достављени су Заводу за статистику Републике Српске 1998. године. У првих 20 година XXI вијека подизање нових шума, тј. пошумљавање, изводи се на површинама у просјеку од око 1.200–1.600 хектара са густином садње од 2.500 садница по хектару. Након тога, слиједи период значајног опадања обима пошумљавања од свега 600–700 хектара годишње (графикон 2-3). Израдом стратешких и оперативних докумената који дају смјернице за унапређење производње сјемена и садног материјала (Матаруга и сар., 2020а; Матаруга и сар., 2020б) настоје се повећати активности у пошумљавању. Посљедњих пар година Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Српске улаже значајна средства у пројекте набавке најмодерније опреме за производњу квалитетног садног материјала. Истовремено, на нивоу организационих јединица ЈПШ „Шуме Републике Српске” а.д. Соколац, набавља се нова, механизована опрема за садњу, улаже се новац у истраживања метода и густина садње, те од сезоне 2016/2017. године почиње активнија употреба контејнерског садног материјала.



Графикон 2-3. Пошумљавање у Републици Српској у периоду 2000–2020. год. (Републички завод за статистику Републике Српске, 2016; 2020)

Као један од водећих проблема при пошумљавању који су узроковали пропадање подигнутих шума наводи се проблем неадекватног избора врсте којом се врши пошумљавање. Република Српска, као и Босна и Херцеговина, на релативно скромној површини одликује се врло широким дијапазоном рељефских услова, климата, геолошких подлога, педолошких и вегетацијских јединица. Овај степен изворног геодиверзитета и биодиверзитета у научно-стручном смислу изазов је са којим се шумарство сусреће. Тај изазов је представљен кроз: (1) избор врста за пошумљавање, (2) производњу садног материјала пожељних карактеристика, (3) дефинисање параметара техничког извођења радова (густине садње, припрема станишта, технологија подизања и одржавања засада). Одабир адекватних врста чије су еколошке карактеристике компатибилне са станишним и коришћење квалитетног садног материјала, те метода и техника садње, у протеклих пар година постају императив одрживог подизања нових шума у ери климатских промјена.



3. ДЕФИНИЦИЈЕ И КЛАСИФИКАЦИЈЕ ПОЈМОВА У ОСНИВАЊУ НОВИХ ШУМА

Прије појашњења и дефинисања активности на оснивању нових шума, потребно је дефинисати, односно навести на којим стаништима се углавном врши оснивање нових шума. То су:

- а) голе површине: голети, крш и пијесак,
- б) опожарене површине,
- в) шумске површине оштећене негативним утицајем абиотичких фактора (вјетра, снијега) и биотичких фактора (инсеката, гљива, дивљачи, итд.),
- г) површине на којима је извршена сјеча из неког разлога, а гдје послије неће моћи бити реализована природна обнова,
- д) мјеста гдје природно подмлађивање није успјело,
- ђ) површине на којима је потребно извршити супституцију врста – усљед потребе да се повећа вриједност шуме или да се предуприједи климатске промјене,
- е) високе деградиране шуме уколико нема природне обнове,
- ж) изданачке шуме,
- з) шибљаци и шикаре и
- и) пољопривредна земљишта.

Неки од примјера површина за пошумљавање приказани су на сликама 3-1 до 3-6.

3.1. Дефиниције у домаћој терминологији

Шуме могу да се обнављају **природним** и **вјештачким** путем. Постоје суштинска и технолошка разлика између појмова „обнављање” шума и „оснивање” шума. У пракси се ова два термина често мјешају. У тексту који слиједи дате су најчешће дефиниције и наведене разлике између природног обнављања и вјештачког оснивања шума.



Слика 3-1. Крш
(фото: Матаруга, 2008)



Слика 3-2. Голет
(фото: Матаруга, 2020)



Слика 3-3. Пољопривредна
површина (фото: Цвјетковић, 2020)



Слика 3-4. Изостанак природне
обнове (фото: Цвјетковић, 2021)



Слика 3-5. Замјена врста (фото:
Матаруга, 2021)



Слика 3-6. Пожариште годину дана
послије пожара (фото: Цвјетковић,
2021)

Под природним обнављањем (подмлађивањем) подразумијева се обнова постојеће или настајање нове, младе шуме на мјесту искоришћене осјеменавањем од сјемена стабала која се налазе на третираној површини или у њеној непосредној близини (генеративно подмлађивање), или појавом изданака и избојака из пањева и жила посјечених стабала (вегетативно подмлађивање). Природно подмлађивање може бити спонтано и контролисано: иницирано и усмјерено.

Код вјештачког оснивања подразумијева се оснивање нове шуме на мјесту претходно уклоњене примјеном сјетве сјемена или садњом садница, а може да се примјењује код неуспјешног природног обнављања, као допуна природном подмлађивању и у случајевима замјене врсте или оснивања нових шума на обешумљеним теренима. Изразом „оснивање шума” обухваћени су сви типови вјештачког оснивања коришћењем шумског репродуктивног материјала, за разлику од природног обнављања, што подразумијева оснивање природним путем, из сјемена стабала или изданака постојеће шуме (Јовановић, 1980). Ипак, оваква подјела не узима у обзир честу потребу да у високим, деградираним и изданачким шумама интервенише човјек кроз помоћ у обнови додатном сјетвом сјемена (подсијавањем) или садњом садница (подсађивањем).

Нешто другачију, можда једноставнију, али у суштини сличну дефиницију вјештачког оснивања шума (пошумљавања) дају Стојановић и Крстић (2000), који кажу да је то „оснивање нових шума на површинама на којима нема шума или их у догледно вријеме није било, сјетвом сјемена или садњом садница”.

При мелиорацији деградираних шума може да се врши: **реконституција** и **супституција**. Уколико станишни услови нису значајно измијењени и уколико се жели задржати постојећа врста, врши се реконституција. Она подразумијева превођење лоше, деградиране шуме у високовриједну шуму сјетвом сјемена и/или садњом садница исте врсте која егзистира на том станишту. Уколико су услови станишта значајније измијењени или се жели дати предност некој другој врсти која није била раније на том станишту, врши се супституција. Супституција подразумијева превођење лоше, деградиране шуме у високовриједну шуму сјетвом сјемена или садњом садница врсте која се до тада није налазила на датом станишту (Stilinović, 1991).

Дефиниција оснивања шума треба да обухвати широк спектар основаних засада шумских дрвенастих врста за различите потребе. При томе, постоји већи број дефиниција као и класификација пој-

ма основаних шума. Дефиниција која обухвата пошумљавање, као и мелиорације реконституцијом и супституцијом дефинише да „млада шума подигнута вјештачки, пошумљавањем или вјештачким оснивањем (реконституцијом или супституцијом) обично се назива шумска култура” (Stilinović, 1991).

Термин „шумска култура” устаљен је у нашој пракси и науци иако не задовољава све аспекте савремених, међународних дефиниција које се односе на вјештачки основане шуме. Термин који се користи у међународној терминологији за све видове вјештачки основаних шума јесте термин на енглеском језику *planted forests* и у преводу значи „засађене шуме”. Овај термин обухвата све шуме које су основане садњом садница и сјетвом сјемена. Проблем у терминологији настаје потребом да се природним шумама које се категоришу као високе шуме са природном обновом, као и осталим категоријама шума, помогне у обнови примјеном сјетве сјемена и садњом садница. Граница између различитих категорија шума постаје нејасна интервенцијама уношења шумског репродуктивног материјала у наведене шуме.

Шумске плантаже су ужа категорија од вјештачки основаних, посађених шума јер се вјештачки основане шуме јављају у различитим облицима, од високозаштићених конзервационих шума до засада кратке опходње (Иветић и Вилотић, 2014). Дефиниција шумских плантажа у нашој терминологији је јасна. Под шумским плантажама подразумијевају се засади који су основани оплемењеним биљкама (клоновима, култиварима или сортама). Дефиниција укључује обавезу да се плантаже оснивају користећи шумски репродуктивни материјал који је у упоредним тестовима показао супериорне резултате те сврстан у категорију „тестиран”³, те да се у њима спроводе одговарајуће агротехничке мјере на припреми станишта за оснивање плантаже, редовне агротехничке мјере на одржавању и унапређењу производности површине на којој се налази плантажа, као и спровођење адекватних заштитних мјера.

Детаљније образложење о подјели и дефинисању резличитих облика шума у погледу заступљености процеса сјетве и садње у обнови даје међународна Организација за храну и пољопривреду (FAO).

³Према Директиви ЕУ, шумски репродуктивни материјал се сврстава у четири категорије: познат (региони провенијенција), селекционисан (сјеменске састојине), квалификован (сјеменске плантаже) и тестиран (доказана супериорност у тестовима). Ово је поједностављен приказ категорија, детаљније информације се могу наћи на: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1999/105/oj>.

3.2. Дефиниције и класификације у међународној терминологији

Постоје многобројне дефиниције оснивања нових шума у свијету. Издвојићемо оне које дефинишу најзначајније свјетске институције попут међународне Организације за храну и пољопривреду – FAO и Међувладин панел о климатским промјенама (UNFCCC, 2002). Генерално, дефиниције су везане за термине пошумљавања и вјештачке обнове (енгл. *afforestation* и *reforestation*). Дефиниције се разликују, некада у детаљима, некада и суштински. Основне дефиниције, које су најшире распрострањене, даје Организација за храну и пољопривреду – FAO.

Организација Уједињених нација за храну и пољопривреду (енгл. *Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO*) класификује све шуме у једну од пет категорија: прашуме, модификоване природне шуме, полуприродне шуме, плантаже и дрвећа ван шума. Категорија полуприродних шума се састоји од двије поткатегорије – шуме са потпомогнутом природном регенерацијом и засађене шуме. Категорија плантажа се састоји од поткатегорија продукционе шуме и заштитне шуме (табела 3-1).

Вјештачки основане (засађене) шуме сврстане су у категорије: полуприродне шуме, поткатегорија засађене шуме, и у категорију плантажа (табела 3-1). Шуме у којима се потпомаже природна обнова сврставају се у категорију полуприродне шуме, поткатегорија шуме са подпомогнутом природном обновом. Није јасно дефинисано колики је максимални удио вјештачки потпомогнуте обнове шума, тј. удио када шума прелази из категорије модификоване природне шуме у категорију шуме са потпомогнутом природном обновом.

Овдје се под засађеним шумама подразумевају шуме које се доминантно састоје од шумских врста дрвећа и основане су садњом садница и/или сјетвом сјемена.

У међународној терминологији, под плантажама се подразумевају засађене шуме у којима се врши интензивно газдовање, сади једна или двије врсте на истом станишту, исте старости и уједначеног размака између стабала. Плантаже се дијеле у двије категорије, производне и заштитне. Производне плантаже обухватају интензивне засаде за потребе производње дрвета, влакана и енергије. Заштитне плантаже служе углавном за екосистемску рестаурацију, тј. пружање екосистемских услуга које могу у зрелости имати облик разнодобне шуме или ће изгледати као шуме које се природно обнављају.

Табела 3-1. Међународна класификација шума (FAO, 2020a)

Прашуме	Модификоване природне шуме	Полуприродне шуме		Плантаже		Дрвеће ван шуме
Шуме домаћих врста гдје нема видљивог утицаја људских активности и еколошки процеси нису значајније нарушени	Шуме са природном обновом у којима су јасно видљиве људске активности	Шуме са потпомогнутим природном обновом кроз узгојне радове и интензивно газдовање уз: уклањање коровске вегетације, ђубрење, прореде, селективне сјече	Вјештачки основане – засађене шуме – шуме домаћих или унесених врста основане садњом сјетвом сјемена	Производне плантаже – шумски засади основани од домицилних или унесених врста дрвећа, основане углавном садњом и намијењене за продукцију дрвета или недрвних производа	Заштитне плантаже – шумски засади домаћих или унесених врста основане садњом или сјетвом сјемена намијењене углавном за пружање екосистемских услуга	Дрвеће на површини мањој од 0,5 ha; дрвеће на пољопривредном земљишту (агрошумарски системи, баште, засади); дрвеће у урбаним условима средине; појединачна, издвојена стабла дуж путева и на осами

Према FAO (2020a), **експанзија шума** (енгл. *forest expansion*) представља ширење шума на површинама које су до тада имале неку другу намјену. То указује на промјену коришћења површина које су коришћене за неке друге сврхе у површине под шумама. Поткатегорије експанзије шума су:

1. пошумљавање (енгл. *afforestation*) – у свом ужем смислу представља подизање нових шума кроз садњу садница или сјетву сјемена на земљишту које се користило у друге сврхе. Дефиниција имплицира промјену коришћења земљишта из категорије земљишта које није под шумом у категорију земљишта на којем се шума налази. Овом људском активношћу повећава се површина под шумом.

2. природна експанзија шума (енгл. *natural expansion of forests*) – ова категорија представља експанзију шума на површине на којима раније није било шуме кроз процес природне сукцесије. Овим природним процесом долази се до повећања површине под шумама.

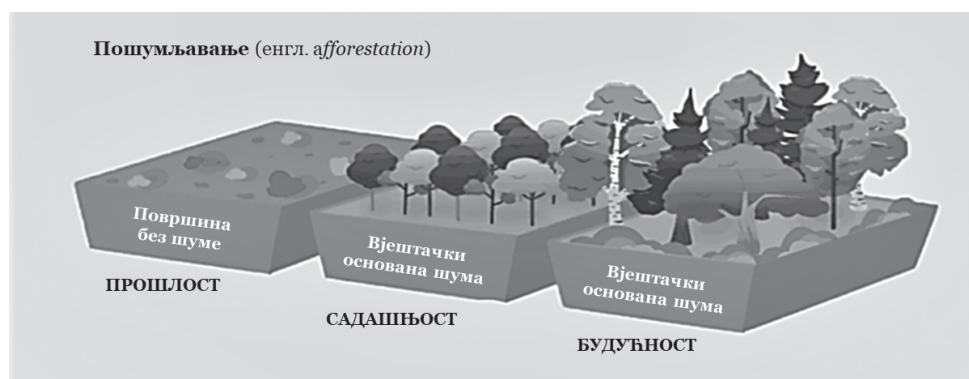
Поред два термина која су везана за ширење површина под шумама, тј. експанзију шума, постоји и термин који је везан за оснивање шума на површинама које су класификоване као шумске површине. Термин који се користи у енглеском језику је *reforestation*, а у преводу се може дефинисати као **поновно пошумљавање** или, ближе речено, вјештачко оснивање шума на шумским зељиштима у ужем смислу.

Вјештачко обнављање шума на шумским земљиштима врши се кроз садњу или сјетву сјемена на земљиштима која су класификована као шумска земљишта или постојећа шума. Овај термин подразумева следеће:

1. Нема промјене намјене коришћења земљишта, радови се врше на површинама које се класификују као шуме и шумско земљиште;
2. Укључује сјетву сјемена и/или садњу садница на површинама на којима привремено нема шумског покривача, као и површине које су прекривене шумом;
3. Укључује и шуме којима се након оснивања газдује по издавачком начелу принципу газдовања шумама, а које су основане сјетвом или садњом;
4. Искључује природно обнављање шума.

Оквирна конвенција Уједињених нација о климатским промјенама (UNFCCC, 2002) дефинише појмове *afforestation* и *reforestation* на нешто другачији начин, дајући јасну временску дистанцу колико година треба да прође од постојања шуме на површини на којој се врши оснивање шуме:

- пошумљавање (*afforestation*) јесте оснивање нове шуме сјетвом сјемена или садњом садница на површинама на којима у последњих 50 година није била шума (слика 3-7),
- поновно пошумљавање (*reforestation*) јесте оснивање шуме сјетвом сјемена или садњом садница на површинама гдје је у последњих 50 година била шума, али је тренутно нема на тој површини (слика 3-8).



Слика 3-7. Пошумљавање на стаништима гдје раније није било шуме (енгл. *afforestation*)



Слика 3-8. Поновно пошумљавање на стаништима гдје је раније била шума (енгл. *reforestation*)

Процес оснивања нових шума не завршава се садњом садница или сјетвом сјемена. Он завршава онда када саднице достигну висину, раст,

развој и склоп до тог нивоа да можемо са сигурношћу констатовати успјех. Радови након оснивања шума битни су за успјех пошумљавања и испуњавање зацртаног циља нових шума. Тако FAO (2020a) препознаје значај активности након оснивања шума, а истовремено препознаје чињеницу да се у многим шумама основаним од стране човјека не спроводе мјере његе. Стога, FAO дефинише појам **активног газдовања новим шумама** (енгл. *active forest management*) као потребу разграничења између основаних шума којима се не газдује и основаних шума у којима се активно газдује.

Поред вјештачки основаних шума, тј. засађених шума, у међународној терминологији дефинишу се **шумске плантаже**. Шумске плантаже су, у најширем смислу, шуме настале садњом и/или сјетвом сјемена у којима се врши активно газдовање ради пружања одговарајућих услуга, регулацију климе или обоје (FAO, 2018a).

Ипак, ова дефиниција прилично је широка и не дефинише бројне суштинске разлике између вјештачки основаних шума и плантажа. Дефиниција коју даје Стилиновић (1991) каже да су плантаже „шумске културе које су подигнуте оплемењеним биљкама – клоновима, култиварима или сортама”. Шумске плантаже чине дио вјештачки основаних шума које су основане и којима се (интензивно) газдује за комерцијалну производњу дрвета и недрвних шумских производа, или у циљу пружања екосистемских услуга, као што су стабилизација климата, вјетрозаштитни појасеви, потребе локалног становништва и сл.

FSC⁴ стандард дефинише шумску плантажу као површину под шумом основану садњом или сјетвом од домаћих или страних врста, често од једне или више врста, правилног распореда и исте старости, којој недостају основне карактеристике и елементи природних шума (Indufor, 2012).

Иветић и Вилотић (2014) дају прегледан низ дефиниција из домаће и стране литературе. Поставља се градација између природне обнове и пошумљавања као екстрема, у зависности од нивоа људске интервенције:

- 1) природна обнова – без икакве интервенције;
- 2) природна обнова са одгајивачком интервенцијом – на примјер оплодне сјече;

⁴FSC (Forest Stewardship Council – Савјет за управљање шумама) јесте независна, непрофитна организација основана у циљу промоције одговорног односа према шумама на планети. FSC издаје тзв. FSC сертификат, а то је гаранција да дрво до крајњег корисника долази строго праћеним ланцем: од сертифициване шуме, преко обраде и производње.

- 3) пошумљавање земљишта на коме се у претходних 50 година налазила шума, са истом врстом – реконструкција (енгл. *reforestation*);
- 4) пошумљавање земљишта на коме се у претходних 50 година налазила шума, са замјеном врсте – супституција (енгл. *reforestation*) и
- 5) пошумљавање голог земљишта на коме није било шуме у претходних 50 година (енгл. *afforestation*).

Последња три начина обнове подразумевају вјештачки основане шуме или посађене или засађене шуме.

Као резиме домаћих и међународних појмова у овом уџбенику ће се примјењивати појмови приказани у табели 3-2.

Табела 3-2. Појмови (дефиниције) у оснивању нових шума

Стање или резултат активности	Активност
Природна шума	Природно обнављање (подмлађивањем) подразумева настајање нове шуме на мјесту кроз процес природне обнове или после сјече у природној шуми Природна обнова потпомогнута вјештачки (сјетвом или садњом), која у коначници има више од 50% стабала природног поријекла
Вјештачки основана шума (засађена шума, посађена шума, шумска култура)	Вјештачко оснивање шума (пошумљавање) је оснивање нових шума на површинама на којима нема шума или их у догледно вријеме није било (енгл. <i>afforestation</i>) Реконституција подразумева превођење лоше, деградираних, шуме у високовриједну шуму сјетвом сјемена и/или садњом садница исте врсте (енгл. <i>reforestation</i>) Супституција подразумева превођење лоше, деградираних шуме у високовриједну шуму сјетвом сјемена или садњом садница врсте која се до тада није налазила на датом станишту (енгл. <i>reforestation</i>)
Шумска плантажа	Шумске плантаже се оснивају оплемењеним садним материјалом (сорт, клонови, култивари...) те се у њима спроводе интензивне агротехничке мјере у припреми станишта, као и током њиховог живота (опходње).

4. ИЗАЗОВИ У ОСНИВАЊУ НОВИХ ШУМА

Вјештачки основане шуме имају историју дугу више вијекова и представљају наду за испуњавање глобалних потреба за дрветом у XXI вијеку. Напредак у генетском побољшању, расадничким праксама, оснивању шума и њиховом његовању подигао је приносе вјештачки основаних шума на виши ниво него у било ком тренутку у историји (Powers, 1999). Упркос томе, шумарска струка се суочава са све већим бројем изазова: од еколошких, који лимитирају производност станишта, преко производних до социјалних. Најзначајнији изазови са којима се сусреће шумарска струка при оснивању шума на глобалном нивоу јесу:

- климатске промјене,
- конкуренција за земљиштем,
- болести и штеточине,
- утицај јавности и
- инвазивност врста.

4.1. Климатске промјене

Климатске промјене представљају један од највећих изазова у оснивању нових шума. Према различитим сценаријима, за наше подручје предвиђа се повећање просјечне годишње температуре од 1 до 3 °C, док се просјечна годишња количина падавина неће мијењати, али постоји снажна тенденција редистрибуције падавина током године. Падавине трају кратко и у значајним количинама по јединици површине. Земљиште најчешће не може да апсорбује велике количине падавина у кратком периоду, те се јавља бујично отицање вода, спирање земљишта и ерозија. Као крајњи резултат промјена климе јавља се суша, која значајно утиче на одабир врста и провенијенција при оснивању нових шума, као и метода и техника припреме станишта, сјетве или садње и мјера његе.

Основни начин борбе против климатских промјена јесте примјена нових технологија у процесу унапређења квалитета садног материјала (генетичког, физиолошког и морфолошког) и технологија које подржавају сјеме и саднице у неповољним условима средине након сјетве или садње. Процес истраживања адаптираности врста и провенијенција на проблеме климатских промјена је константан, те се резултати истраживања користе у давању препорука за оснивање нових шума. Те препоруке имају различиту моћ у различитим државама свијета. Најчешће се препоруке за оснивање шума везују за подстицаје које држава даје у односу на одговарајућу врсту и провенијенцију. Уколико се онај ко оснива нову шуму придржава препорука за употребу одговарајућих врста и провенијенција, добија подстицај од државе у виду финансирања дијела трошкова при оснивању нових шума.

Такође, истражују се нови материјали који би могли да се додају у супстрат са садницама при садњи или након садње, који треба да помогну опстанку и развоју садница у првим годинама након оснивања шума.

4.2. Компетиција за земљиштем

Посматрајући глобално, број људи расте великом брзином, те се сматра да ће до 2050. године производња хране морати да се повећа и до 70%. С обзиром на ограничену површину употребљивог земљишта за производњу хране, те на то да се неће значајније повећати производност по јединици површине у пољопривреди, очекивано је повећање захтјева за пољопривредним земљиштем. Уважавајући чињеницу да се производња хране сматра најзначајнијом људском активношћу, очекивано је да ће се подесне површине земљишта за оснивање нових шума смањивати. Поред пољопривреде, конкуренцију за земљиштем шумарству представљају изградња инфраструктуре, урбанизам, туризам, индустрија, итд. Рјешења ће се тражити у повећању производности вјештачки основаних шума.

4.3. Болести и штеточине

Проблеми са инсектима и болестима домаћих и унесених врста су изазови са којима се сусреће при оснивању шума и плантажа. Трансфер шумског репродуктивног материјала, дрвета и производа од дрвета често је резултирао преносом штетних инсеката и фитопатогених

гљива које су узроковале огромне проблеме домаћим врстама. Тако су унесене неке од најпознатијих болести дрвећа у Европи као што су холандска болест бријеста, рак коре кестена, храстова мрежаста стјеница и сл. Имајући у виду убрзано кретање људи и робе у свијету, очекивано је убрзано преношење штетних инсеката и болести, што ће имати значајан ефекат на новоосноване шуме. Посебан проблем је тај што промјена услова климе шири ареал штеточина и болест у области у којима нису били присутни раније, што их доводи у контакт са врстама или провенијенцијама које нису адаптиране на њих.

4.4. Утицај јавности

Оснивање нових шума најчешће се сматра племенитом људском активношћу која се спроводи да би се одржао и повећао квалитет животне средине. То је резултирало бројним глобалним, регионалним, националним и локалним програмима пошумљавања који имају за циљ повећање површине под шумама. Неки од најпознатијих програма су наведени у уводу. Оснивање нових шума треба да има јасно дефинисане стратегије: оснивања, одржавања, управљања и коришћења, те да они буду усаглашени са потребама локалног становништва. Нпр. предимензионирани програми пошумљавања у Кини довели су до проблема недостатка воде за локално становништво, што је довело до контраефекта у подршци оснивању нових шума. Акценат при оснивању нових шума у будућности мора да буде на стратешки планираном, мултифункционалном и одрживом оснивању и коришћењу шумских ресурса уз реална очекивања од онога шта нове шуме могу да пруже човјечанству (Ivetić et al., 2021).

Јавно мњење често инсистира на употреби домаћих врста у оснивању нових шума и изричитом одбацивању алохтоних врста. Уколико се погледа спектар врста које чине основу производње дрвета у свијету, може се примијетити да се на скоро свим континентима гаје врсте које су високопродуктивне, али нису аутохтоне (табела 4-1) те обезбјеђују највећи удио у производњи дрвета. Бројне научне студије потврђују бољу производност унесених врста у односу на домаће врсте и испуњење постављених циљева нових шума. Рјешења се могу тражити у едукацији и информисаности јавног мњења о значају унесених врста у погледу ефеката на животну средину, методама њихове контроле и превенције инвазивности.

Табела 4-1. Најзаступљеније врсте у оснивању нових шума у свијету
(Извор: FAO, 2006)

Регион	Врста
Европа	<i>Betula pendula</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Larix decidua</i> , <i>Picea abies</i> , <i>Picea sitchensis</i> , <i>Pinus nigra</i> , <i>Pinus pinaster</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Populus spp.</i> , <i>Pseudotsuga menziesii</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i>
Африка	<i>Acacia mellifera</i> , <i>Acacia nilotica</i> , <i>Acacia senegal</i> , <i>Acacia seyal</i> , <i>Eucalyptus grandis</i> , <i>Eucalyptus nitens</i> , <i>Eucalyptus spp.</i> , <i>Pinus elliotii</i> , <i>Pinus halepensis</i> , <i>Pinus patula</i> , <i>Pinus radiata</i>
Централна и Јужна Америка	<i>Eucalyptus hybrids</i> , <i>Pinus elliotii</i> , <i>Pinus radiata</i> , <i>Pinus taeda</i> , <i>Prosopis tamarugo</i> , <i>Prosopis chilensis</i>
Океанија	<i>Eucalyptus globulus</i> , <i>Hevea brasiliensis</i> , <i>Pinus radiata</i> , <i>Pinus spp.</i> , <i>Swietenia spp.</i>
Сјеверна Америка	<i>Pinus elliotii</i> , <i>Pinus taeda</i> , <i>Populus tremuloides</i>
Азија	<i>Acacia spp.</i> , <i>Casuarina spp.</i> , <i>Chamaecyparis obtusa</i> , <i>Cryptomeria japonica</i> , <i>Cunninghamia lanceolata</i> , <i>Eucalyptus spp.</i> , <i>Hevea brasiliensis</i> , <i>Larix kaempferi</i> , <i>Pinus massoniana</i> , <i>Pinus spp.</i> , <i>Populus spp.</i> , <i>Tectona grandis</i>

4.5. Инвазивне врсте

Посебну пажњу изазива појава инвазивних врста. Инвазивност подразумијева способност врсте да након преноса у нову средину са- влада све еколошке баријере те у тим стаништима постаје доминант- на врста (Vítková & Krumm, 2016). Трансфер шумског репродуктивног материјала ван природног ареала, који је често интерконтиненталан, довео је до појаве да неке шумске врсте у новим срединама постану инвазивне услед недостатка природних непријатеља и конкуренци- је. Тако су на подручје Европе многе врсте почеле субспонтано да се шире, а неке врсте су се почеле агресивно ширити потискујући домаће врсте, угрожавајући природне екосистеме, па и друге људске актив- ности као што су пољопривреда, саобраћај и грађевинарство. Дрвена- сте врсте које се убрајају у инвазивне на подручју Европе јесу: пајавац (*Acer negundo*), кисело дрво (*Ailanthus altissima*), касна сремза (*Prunus serotina*), али и врста која је привредно значајна – багрем (*Robinia pseudoacacia*) (Campagnaro et al., 2018). Нпр. интродукција, производ-

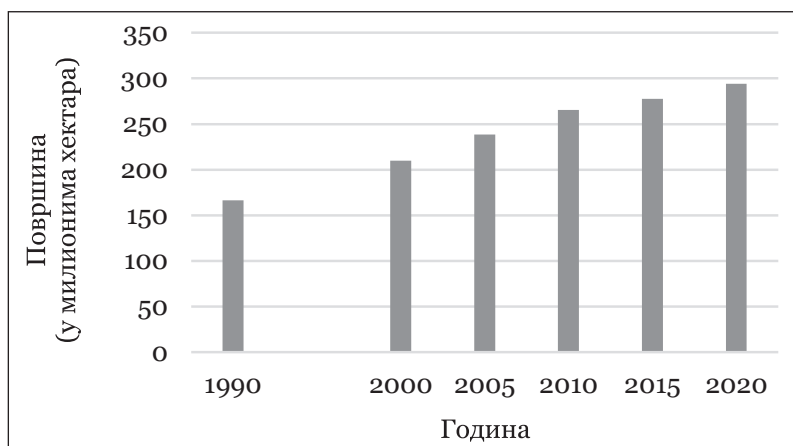
ња и дистрибуција садног материјала киселог дрвета потпуно су забрањене у Европи. Постоје и друге врсте које су интересантне у хортикултури, али већ показују тенденцију према инвазивности, као што су: *Celtis occidentalis*, *Broussonetia papyrifera*, *Rhus typhina*, *Koeleria paniculata*, *Fraxinus americana*, *Paulownia tomentosa* (Veenvliet et al., 2019). Поред ових врста, у водичима за детерминисање инвазивних врста у Европи налази се скоро 20 жбунастих врста. У ЕУ је основан Комитет за инвазивне врсте (енгл. *Committee on invasive alien species (IAS)*), који има за циљ да идентификује инвазивне врсте и предложи мјере за њихову контролу и употребу, те постоји уредба ЕУ о спречавању и ширењу инвазивних врста, а значај борбе против инвазивних врста се препознаје у цијелом свијету (IPBES, 2023).



5. ФУНКЦИЈЕ И ЗНАЧАЈ ОСНОВАНИХ ШУМА

Површина под шумама у свијету се смањује, што посљедично утиче на смањење позитивних ефеката шума на живот на планети (FAO, 2020a). Узрок смањења површина под шумама су: ширење пољопривредних површина, инфраструктурни пројекти, ширење градова, урбанизација сеоских средина, шумски пожари и сл. Према IUCN-у (2021), у посљедњих пар година сточарство, инсекти, болести, шумски пожари и друге активности које су везане за људско дјеловање оштетиле су милионе хектара шума широм Европе. Истовремено, постоје на десетине глобалних и регионалних програма обнове шума који предвиђају активности на обнављању посјечених и деградираних шума и подизању нових, форсирајући тако неке нове концепте оснивања шума као што је тзв. прецизно оснивање (рестаурација) шума (енгл. *precision forest restoration*). Такви концепти су још увијек у домену теорије јер подразумевају да се из сваког засијаног сјемена формира нова, стањисту адаптирана индивидуа, што у пракси није случај.

На прелазу два вијека (XX и XXI) кулминирало је питање недовољне количине дрвета. Понуђено рјешење је ишло у правцу оснивања веће површине вјештачки основаних шума и плантажа. Упоредо са производним функцијама, вјештачки основане шуме налазе своју сврху у обезбјеђивању еколошких услуга, које су касније дефинисане као екосистемске услуге. Оптимизам у вези са засађеним шумама који је постојао прије више од 50 година (FAO, 1967) не само да је остварен, већ и превазиђен. Ово најбоље илуструје укупна површина вјештачки основаних шума у посљедњих 30 година, скоро два пута увећана (графикон 5-1).



Графикон 5-1. Површине под засађеним шумама у протеклих 40 година (извор: Evans, 2009)

Док је у прошлости само једна функција шума била доминантна, и то производна, смањењем површине под шумама све више долази до изражаја функција шуме са више аспеката. Човјек има константне потребе и захтјеве према шуми као извору сировине за бројне гране индустрије, еколошке и социјалне, тј. друштвене потребе. Тако се све више акценат ставља на улогу шума у климатским промјенама, тј. на њену функцију усвајања и складиштења угљен-диоксида (у вегетацији и земљишту), потребу за очувањем биодиверзитета, ублажавање ефеката климатских промјена и слично.

Препознато је да вјештачки основане шуме немају за циљ замијенити природне шумске екосистеме. Оне нису алтернатива, већ су комплементарне природним шумама. Оне могу помоћи да се ублаже одређени притисци на природне шуме, и без обзира на сву разноликост и велике могућности, нису рјешење за све изазове (глобалне или локалне) у односу на природне шуме. Наиме, уништавање и крчење шума те губитак екосистемских услуга значајно утичу на квалитет живота људи који живе са шумским екосистемима и од њих. Садња дрвећа и вјештачки основане шуме имају важну улогу и дио су рјешења за ове изазове.

5.1. Функције вјештачки основаних шума

Шуме конвертују воду, сунчеву свјетлост и угљен-диоксид у кисеоник и угљене хидрате, од којих се у каснијим физиолошким процеси-

ма образује дрво, регулишу водни режим на стаништима на којима се налазе, стабилизују нагнуте површине којима пријети ерозија и превентивно дјелују на могућност појаве поплава. Истовремено, шуме су дом за велики број животиња и микроорганизама. Стотине милиона људи у свијету се ослањају на шуме у циљу обезбјеђења дрвета за резање, за гријање, производњу плодова, осталих недрвних производа, итд.

Подјела значаја шума која се често користи у литератури је на:

1. производне,
2. екосистемске и
3. социоекономске функције шума.

Под производним функцијама подразумева се производња дрвета за механичку и хемијску прераду, за производњу дрвета за огрев и за друге људске потребе гдје је потребно дрво као сировина или материјал за обраду, те за производњу недрвних производа који потичу из шуме.

Екосистемске функције шума обухватају: апсорпцију угљен-диоксида, заштиту и повећање биодиверзитета, регулацију климе на одређеном простору, фиторемедијацију, односно деконтаминацију земљишта, прочишћавање ваздуха, заштиту од ерозије, поплава и лавина, и друге функције.

Социоекономске функције шума обухватају: запошљавање у руралним срединама, коришћење маргиналних или земљишта која се не користе за друге облике производње за оснивање нових шума у функцији стицања нових вриједности, рекреацију, одмор, унапређење пејзажа, научна истраживања, шуме у функцији одбране и заштите.

Према утврђеним функцијама и мјерама газдовања, шуме могу бити:

- а) привредне шуме, које поред очувања општекорисних функција шума првенствено служе обезбјеђивању шумских производа и услуга;
- б) заштитне шуме, које првенствено служе заштити земљишта и вода, насеља, инфраструктурних и других објеката и остале имовине и
- в) шуме посебних намјена којима се обезбјеђује:
 - заштита биолошке разноврсности и осталих природних вриједности шума,
 - заштита генофонда, производња шумског сјемена и садног материјала,

- образовна, научноистраживачка, културно-историјска и естетска функција и
- здравствено-рекреативна и туристичка функција.

Са коришћењем термина „еколошке услуге” почело се седамдесетих година прошлог вијека, након чега је створен устаљени термин „екосистемске услуге”. Добра шумског екосистема – дрво, храна за људску исхрану, огревно дрво, сточна храна, орнаментално и љековито биље, као и услуге екосистема као што су апсорпција угљеника, утицај на регулацију земљишта и воде, храна и станишта дивљих животиња (посебно важни опрашивачи) – од виталног су значаја за људско здравље и живот (Bauhus et al., 2010).

Традиционално, многа недрвна добра и услуге из шумских екосистема се посматрају као бесплатне користи за друштво. Разлог лежи у чињеници да је многа од ових „јавних” добара и услуга тешко квантификовати, да за многа од њих не постоји тржиште те се њихова вриједност ријетко изражава у тржишним цијенама. Ово је један од разлога зашто се овим јавним добрима из шума придавала мала тежина у приватном, јавном и корпоративном одлучивању.

Када су у питању вјештачки основане шуме, оне се по својим функцијама не могу сматрати замјеном за природне шуме, али могу да преузму неке функције природних шума или да ублаже притисак на природне шуме. Неки аутори тврде да врло мали број вјештачки основаних шума обезбјеђује разноврсну робу и услуге локалном становништву које су некада пружале првобитне шуме (Lamb et al., 2005). Њихова примарна функција се обично дефинише постављеним циљем те се друге функције подређују основној функцији.

Да би се испуниле функције шума основаних вјештачким путем, дефинисани су FAO принципи за одговорно управљање засађеним шумама. То су:

А) Институционални принципи

1. Добро и одговорно управљање
2. Интегрисано доношење одлука и приступи више заинтересованих страна
3. Ефективни организациони капацитети

Б) Економски принципи

1. Препознавање вриједности добара и услуга
2. Повољно окружење за улагања
3. Препознавање улоге тржишта

В) Друштвени и културни принципи

1. Препознавање друштвених и културних вриједности
2. Одржавање друштвених и културних услуга

Г) Еколошки принципи

1. Одржавање и очување еколошких услуга
2. Очување биолошке разноврсности
3. Одржавање здравља и продуктивности шума

Д) Принципи предјелног приступа

1. Управљање предјелима за друштвене, економске и еколошке користи

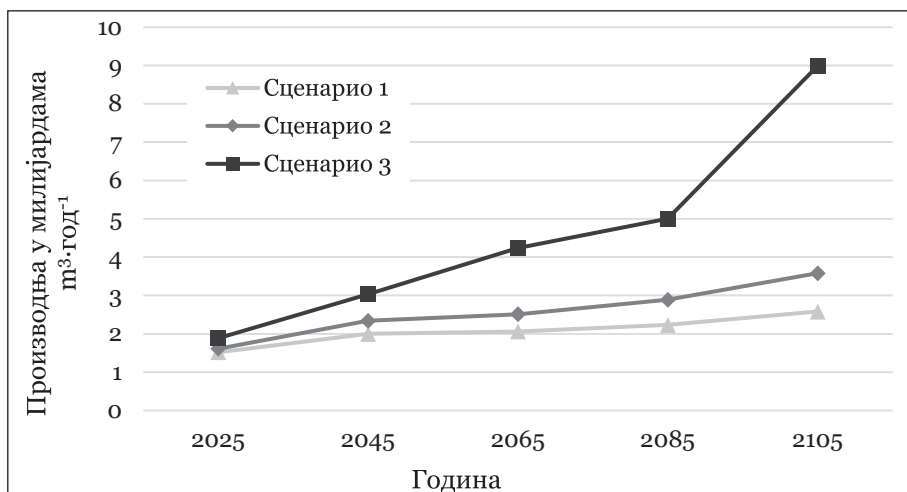
Вјештачки основане шуме фокусиране су на испуњење више функција, при чему је једна увијек доминантна и дефинише се као примарни циљ. Што је интензивнији људски рад у таквим засадима, то је више изражена главна функција. Вјештачки основане шуме могу да испуне бројне функције које се вежу уз основну функцију оснивања шума. Тако нпр. новооснована шума која има примарну функцију производње дрвета испуњава бројне друге функције, као што су: повећање пејзажне вриједности, заштита земљишта од ерозије, унапређење пејзажа, апсорпција угљен-диоксида и пречишћавање ваздуха, научно-образовне функције као и бројне друге функције.

Обично је однос броја функција које нека основана шума пружа обрнуто пропорционалан са интензивношћу рада у таквим шумама. Нпр. у плантажама топола за биомасу, форсира се само једна, производна функција. Спектар других функција је скоро споредан. Међутим, једна од функција плантажа јесте да надомјести ресурсе који потичу из природних шума, те тако индиректно, плантаже остварују функције шума кроз смањење потреба за коришћењем ресурса из шума у којима се остварују друге функције.

5.2. Значај вјештачки основаних шума

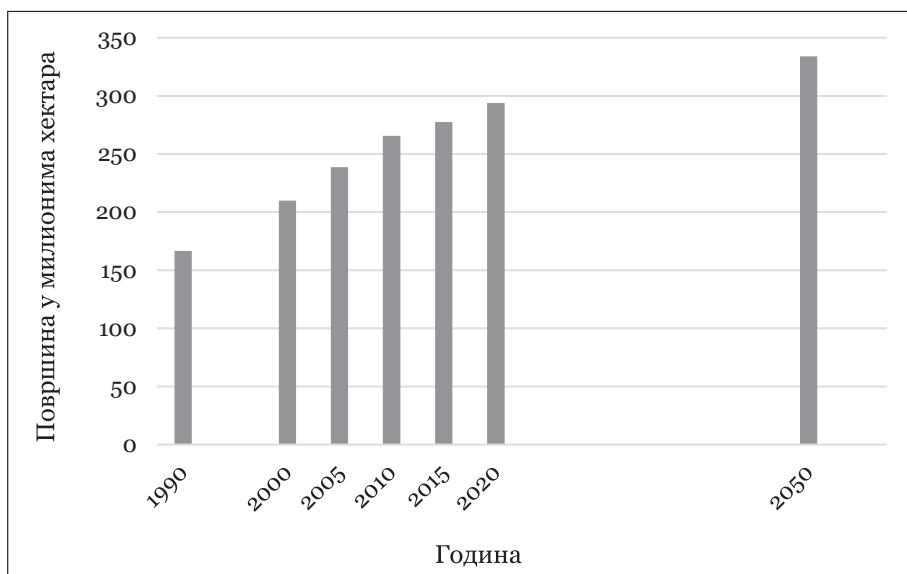
Процјењена површина вјештачки основаних шума у 2020. години на глобалном нивоу износи 294 милиона хектара и чини 7% укупне површине шума. То указује да су вјештачки основане шуме далеко значајнији ресурс него што је до сада то било признато, тј. њихов значај је био потцијењен (FAO, 2020b).

Потребе за дрветом расту те се очекује да ће се потражња за дрветом из вјештачки основаних шума повећавати рапидно, достижући вриједности (према неким сценаријима) око 9 милијарди метара кубних дрвета крајем вијека (Carle & Holmgren, 2009; графикон 5-2).



Графикон 5-2. Производња дрвета из вјештачки основаних шума према три различита сценарија (извор: Carle & Holmgren, 2009)

Вјештачки основане шуме настављају да се шире те постоје планови и предвиђања повећања површине под засађеним шумама (графикон 5-3), указујући на још већу улогу у будућности (Payn et al., 2015).



Графикон 5-3. Предвиђање повећања површине под вјештачки основаним шумама и пројекција површине под шумама у 2050. (извор: Korhonen et al., 2021)

Ипак, истраживања која повезују динамику коришћења производа од дрвета и повећања површина под шумама указују да оснивање нових шума нема одговарајућу динамику. Повећање површине под вјештачки основаним шумама у односу на укупну површину вјештачки основаних шума на годишњем нивоу износи око 1,2%. Да би се задовољиле потребе за дрветом у свијету, раст површина под новим шумама треба да буде двоструко већи (око 2,4%).

5.2.1. Значај вјештачки основаних шума за производњу дрвета, влакана и енергије

Данас постоје велике површине засада које су подигнуте са циљем продукције дрвета за индустријску употребу. Они често покривају десетине хиљада хектара и власништво су јавних или приватних комерцијалних предузећа, појединаца, организација, и сл. Нема сумње да су вјештачки основане шуме на тачки да превазиђу производњу која потиче из природних шумских екосистема те да ће преузети примат у односу на природне шуме. Од 2050. године, вјештачки основане шуме чиниће окосницу производње дрвета за потребе човјечанства (Korhonen et al., 2021). На 80% површине вјештачки основаних шума јасно је дефинисана главна функција – производна функција. Уз претпоставку да је годишњи прираст у свим засађеним шумама $5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ за све вјештачки основане шуме гдје год да се налазе, то значи да је њихов потенцијални годишњи принос 875 милиона m^3 дрвета, који је већ једнак половини садашње свјетске потрошње индустријских шумских производа. Имајући на уму да ће многе вјештачки основане шуме за заштиту такође донијети неке вриједне производе, и да екстензивне шумске плантаже у тропима, суптропима и неколико земаља јужне хемисфере далеко премашују просјечни годишњи прираст од $5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ годишње, разумно је тврдити да вјештачки основане шуме снабдијевају више од 1 милијарде m^3 годишње дрвета, односно око 44% у 2020. години, док се у 2030. години очекује производња око 1,4 милијарде метара кубних дрвета (Carle et al., 2020). Постоје и други извори који указују да ће до 2050. године 60% потреба за дрветом бити намирено из вјештачки основаних шума, тј. да ће приближно 2 милијарде метара кубних дрвета бити обезбијеђено из таквих шума (Indufor, 2012).

Ова веома једноставна процјена приноса вјештачки основаних шума доноси промјену обрасца производње дрвета. Само 7% површине свјетских шума – вјештачки основаних шума – потенцијално може да произведе двије трећине глобалне индустријске обловине. Улагањем

у генетско побољшање дрвећа, фокусирањем садње на одговарајућа станишта и напредак у газдовању основаним шумама, загарантовано је даље повећање приноса по хектару. Вјештачки основане шуме брзо постају свјетска „корпа дрвних производа”, те се процесом доместификације може достићи оно што је пољопривреда постигла прије готово читавог вијека. Ово није ново запажање, већ више ново уважавање или разумијевање потенцијала вјештачки основаних шума.

Уз напријед наведене квантитативне поставке, овдје се свакако морају нагласити и неки елементи квалитета дрвета из вјештачки основаних шума:

(а) Обловина која се добија из вјештачки основаних шума много је мање разнолика у димензијама него што је до сада било из аутохтоних шума.

(б) Квалитет дрвета је другачији у односу на дрво из природних шума због брзих стопа раста, пропорционално већег јувенилног дрвета, често са мање сржи, што може утицати на лошији квалитет завршне обраде пуног дрвета.

(в) Димензије трупаца су мање. Велики пречници трупаца из природних шума уступају мјесто трупцима мањих димензија, што захтијева другачије опремање примарних прерадних центара и већа улагања у могућност коришћења материјала малих димензија.

(г) Напријед наведена три тренда ће бити ублажена повећањем усвајања реконституисаних производа од плоча и укључивањем параметара квалитета дрвета у програме генетичког побољшања.

(д) Снабдијевање дрветом за целулозу ће се такође мијењати, са још мањом количином дрвета из аутохтоних шума, а већом из вјештачки основаних шума и са многим промјенама боље услед напретка у технологији, посебно уједначености индустријске сировине коју вјештачки основане шуме могу обезбиједити.

Вјештачки основане шуме постају индустријска сировина за производе од дрвета, као и производњу биоенергије. Дрво се из оваквих засада користи за производњу енергије, било путем ферментације у производњи етанола – као моторно гориво, или кроз сагоријевање дрвета за генерисање електричне или топлотне енергије. Кључно питање које указује на масовно повећано коришћење биоенергије, укључујући биоенергију из вјештачки основаних шума, јесте њихова употреба за производњу гаса или течног горива, тј. у биогоривима. Лигноцелулоза (дрво), пиролиза или дестилација постају атрактивне као одрживе енергетске алтернативе. Све ово често се реализује оснивањем „биое-

нергетских засада”, који се узгајају у врло кратким ротацијама (најчешће од 3 до 5 година).

Расте тренд употребе биомасе из шуме (нпр. грањевина) и пилана (нпр. пиљевина). Традиционалне карактеристике квалитета дрвета су мање важне и ова потражња се може искористити за више активности у чишћењу и проредама (мјере његовања засада) у засађеним шумама и проналажење тржишта за иначе нежељени материјал. Вјештачки основане шуме засигурно ће бити дио биоенергетске будућности.

Уз напријед наведене користи директно од дрвета, оснивање нових шума неминовно и директно пропорционално води до стварања нових недрвних производа. Све чешћи примјер који се данас наводи јесте повећање обима оснивања шума чија је примарна функција продукција плодова, сјемена или четина и лишћа, а са њима и бројних постројења за њихову дораду и пласман на тржиште. Производи за фармацеутску индустрију прате нова знања и генетичка побољшања шумских врста дрвећа и жбуња. Стални приходи од продаје недрвних производа из вјештачки основаних шума у константном су порасту.

5.2.2. Значај вјештачки основаних шума са друштвеног (социјалног) аспекта

Смањење сиромаштва и одржива средства за живот јесу теме од виталног значаја за људе. Оснивање нових шума представља важан економски сегмент сваке земље, често доносећи приходе од извоза, обезбјеђујући запошљавање како у пословима њиховог оснивања и узгајања тако и у преради производа из вјештачки основаних шума. Питање оснивања нових шума је најчешће директно везано за рурални развој неког краја, јер се шуме оснивају у руралним областима, иако се препознаје важност урбаних и приградских засада. Ширење површине под вјештачки основаним шумама позитивно утиче на бруто домаћи производ (БДП или енгл. *GDP*) нације или региона. Релативно интензивно управљање таквим шумама доводи до унутрашњих инвестиција, укључујући инфраструктуру и често социјалне услуге, са посљедицама по локалне и регионалне економије.

Супротно томе, вјештачки основане шуме такође могу да повећају сиромаштво, на примјер расељавањем људи са њихове земље или нарушавањем локалних социо-економских образаца. Док сјеча шума великих размјера може изазвати велике промјене код локалног становништва, развој вјештачки основаних шума такође може ометати традиционална права коришћења земљишта. Од кључне је важности

укључити се у дијалог са заједницама у планирању и пракси које утичу на њих. Искуство у посљедњих 30 година указује да мора постојати пуно и довољно ангажовање и учешће свих заинтересованих страна, али најважније самих корисника.

5.2.3. Пејзажни, рекреативни и сродни значаји вјештачки основаних шума

Многе вјештачки основане шуме значајне су као излетишта и за рекреацију. Посебно до изражаја долазе велики арборетуми, ботаничке баште, паркови, вртови који привлаче хиљаде посјетилаца и састоје се од домицилних и егзотичних врста. У оваквим шумама кључна питања су старост стабала и разноликост као сурогати за природност, а не да ли су врсте аутохтоне или не. Урбане шуме се обично обнављају садњом како би се обезбиједило брзо успостављање и одржавање пејзажа. Значај вјештачки подигнутих шума за нетржишне услуге, као што је рекреација на отвореном, далеко превазилази значај производа од дрвета. У таквим шумама се искључује униформност – монокултуре врста и узраста. Намјерне интервенције за дужу опходњу и узгој великих старих стабала, раније сјече како би се створила другачија структура у иначе уједначеној шуми, као и допунска садња воде ка повећању вриједности пејзажа, а тиме стварају и угоднији амбијент за уживање. Засађено дрвеће и шуме у стању су да служе овим улогама, под условом да начин газдовања нуди различите величине, старости, те изглед унутрашњег и спољашњег пејзажа.

Поред свих горепоменутих значајности оснивања нових шума, не треба занемарити индиректне утицаје у смислу оплемењивања простора у насељеним мјестима, подршке развоју туризма, архитектонско-пејзажној функцији и сл. Исто се може рећи и за дрвеће и шуме у градовима који, додајући „зелени простор” и све његове терапеутске предности, побољшавају локалну климу. Такође, посебну улогу имају вјештачки основане шуме са циљем истраживања, проучавања и праћења.

Садња дрвећа може да буде симбол чињења добра те често садња дрвећа представља почетак сарадње и заједничких активности. Посебну улогу у оснивању нових шума и садњи дрвећа имају различити типови медија и интернет портали. Усмјеравање интересовања свих генерација на садњу дрвећа и подизање свијести о питањима везаним за климатске промјене јесу све актуелнија медијска тема.

5.2.4. Агрошумарски системи

Засади имају значајну улогу као скуп активности којима се комбинује пољопривредна производња (укључујући ратарство, повртарство, воћарство и сточарство) са шумарством. Такав облик засада познат је под термином агрошумарство. Дрвеће се гаји у комбинацији са другим активностима гдје може да има производну, заштитну и друштвену функцију у комбинацији са другим биљним усјевима који се гаје између дрвећа. Животињама може бити дозвољено да пасу између стабала или, у неким случајевима, лишће дрвећа, плодови и други дијелови биљке могу бити храна за стоку ако при томе не нарушавају примарну функцију засађеног дрвећа.

5.2.5. Еколошки значај (заштита животне средине)

Улога вјештачки основаних шума у заштити животне средине не може се потцијенити – отуда и широка класификација шума на производне и заштитне (FAO, 2005). Вјештачки основане шуме су кључни елемент пејзажа који обезбјеђује природни тампон који помаже у одржавању еколошке равнотеже и снабдијевању сировинама, али и пружању заштитних услуга.

5.2.6. Ублажавање климатских промјена и складиштење угљеника

Примарни подстицај за оснивање биоенергетских засада долази добрим дијелом кроз активности и бригу око глобалног загријавања атмосфере, за коју се вјерује да је изазвана ослобађањем гасова ефекта стаклене баште. Један од најважнијих је угљен-диоксид (CO_2), који се ослобађа у атмосферу сагоријевањем фосилних горива (угља, нафте и природног гаса, дрвета). Гасови стаклене баште не пропуштају енергију сунчеве свјетлости да се рефлектује назад у свемир од површине Земље, што доводи до загријавања атмосфере. Биљке усвајају угљен-диоксид из ваздуха у процесу фотосинтезе и примарно га користе за сопствени раст и развој, а секундарно могу обогатити залихе угљеника у земљишту. Стога је оснивање шума и плантажа виђено као једно од „оружја” за успоравање пораста атмосферског угљен-диоксида и ублажавања глобалног загријавања.

Париским споразумом⁵ потврђују се значај и улога нових шума које се користе у циљу апсорпције угљен-диоксида и могућности међународне трговине са „CO₂ кредитима”, што је наведено у члану 6.4. Ова трговина се ипак споро развија. Очекује се да ће отварање тржишта угљеника промијенити управљање вјештачки основаним шумама. Ово покреће питања ширег погледа на значај еколошке користи вјештачки основаних шума и стварање тржишта за плаћање свих таквих услуга. Наравно, оснивања нових шума са предоминантно овом улогом може довести до сукоба других врста (нпр. количина и квалитет вода), а посебно социјалних функција. Ипак, без обзира на ширину распрострања вјештачки основаних шума због апсорпције угљеника, оне ће постати вриједан извор прихода како локалних заједница тако и друштва у цјелини.

Допринос нових шума би могао бити у стварању сировина као што је грађевински материјал, који ће замијенити друге материјале попут нпр. алуминијума, бетона и челика, при чијој се производњи емитују огромне количине CO₂. Уједно, коришћењем дрвета као материјала, на дужи временски период одрживо се складиштио угљеник. Имајући у виду могућност каскадне употребе дрвета, временски период складиштења угљеника може се продужити.

Успостављање вјештачки основаних шума не мора увијек и нужно бити позитивно. Једно питање које изазива забринутост када се пошумљавање одвија на земљиштима богатим угљеником, као што су тресет и тресетни глејеви, јесте да ли активности приликом оснивања, као што је орање, убрзавају разградњу (оксидацију) органске материје и ослобађају више угљен-диоксида него што ће засађено дрвеће икада складиштити. Стога би пошумљавање тресетишта ипак било пожељно избјећи. Такође, алbedo шуме је низак и зато апсорбује више сунчеве енергије зрачења него неки други типови земљишта (Innes, 2004).

Генерално, вјештачки основане шуме имају неупоредиво више предности него недостатака. У многим земљама се значај оснивања нових шума посматра у контексту борбе против глобалног загријавања или крчења шума на већим површинама. За многе који подижу нове шуме, то је можда један мање битан ефекат у односу на друге ефекте као што је нпр. производња биомасе. Ипак, оснивање нових шума јесте и биће све снажнији и важнији мотив за садњу дрвећа.

⁵Париски споразум (франц. *Accord de Paris*) јесте споразум у оквиру Уједињених нација о климатским промјенама (UNFCCC), тј. о ублажавању климатских промјена, прилагођавању и финансијама, потписан 2016. године.

5.2.7. Вјештачки основане шуме и утицај на хидрологију

Доступност воде једно је од великих питања садашњег вијека и биће погоршано климатским промјенама. Зато је веома важно јасно дефинисати однос између вјештачки основаних шума и водоснабдијевања. Промјене вегетативног покривача усљед крчења шума или садње дрвећа имају значајне ефекте на хидрологију слива. Ово има важне импликације за контролу поплава и праксе коришћења земљишта низводно.

Шумари и хидролози често имају веома различите перцепције у вези са хидролошком улогом шума. Хидролози су забринути да дрвеће преузима више кише током влажних периода, смањујући количину доступне воде за друге кориснике и потребе, а због дубљих коријенских система исцрпљује подземне воде пропуштајући више воде у сушним периодима (Calder, 1996). Многе активности током оснивања шума (нпр. припрема терена прије садње и изградња шумских комуникација) имају за посљедицу уклањање приземне вегетације и излагање земљишта кроз припрему за садњу, што може имати негативне посљедице на хидрологију. Дрвеће засађено у комерцијалне или заштитне сврхе може користити више воде него усјеви или трава коју замјењује.

Ипак, дрвеће и приземна вегетација, чим прођу кроз прве фазе успостављања нове шуме, у великој мјери смањују ефекте ерозије или је у потпуности заустављају. Вода која се одводи из претежно пошумљеног слива обично је чистија него из оног гдје се земљиште користи за обраду. Интензивном пољопривредном производњом може се додати опасност од загађења ђубривима (посебно нитратима и фосфатима), као и пестицидима, чије трагове налазимо у води. Резултат је боља инфилтрација воде у земљиште, смањено површинско отицање, а самим тим и спорије одводњавање из слива у потоке и ријеке и, самим тим, смањена брзина токова.

На крају, као закључак може се констатовати да ће утицај вјештачки основане шуме на хидрологију зависити од локације условљене природом тока воде, климатских карактеристика, орографије терена, типа геолошке подлоге и супстрата, карактеристика засада, као и начина управљања.

5.2.8. Пошумљавање голети у еколошке сврхе

Свака шума, укључујући и вјештачки основану шуму, има уједначенију микроклиму од већине пољопривредних површина и урбаних заједница. Овај одавно признати утицај шума почео је да се користи за помоћ у рехабилитацији и рестаурацији некадашњег шумског земљишта које је искрчено у прошлости или генерално земљишта које није покривено шумом. Оснивање нових шума се данас углавном реализује тамо гдје се оне природне не јављају или је тај процес спор, непотпун или иде у правцу нежељеном за управљача. Уз намјену оснивања нових шума на већим површинама, не треба заборавити активности као што су оснивање пољозаштитних појасева, који представљају важан метод у борби против штетног ефекта вјетра и/или суше.

Главни циљ није да се успостави нова шума *per se* за своје производе, већ да се искористи садња дрвећа за поновно стварање услова који погодују опоравку третираног подручја. Шумски прекривач смањује ерозију земљишта, успорава брзину вјетра, задржава честице пијеска и прашине у ваздуху, умањује снагу кише и успорава отицање воде. Такође, садња дрвећа на деградираном земљишту, депосолима или пјешчаним динама може бити први значајан корак ка рехабилитацији земљишта, фиторемедијацији и мелиорацији земљишта и помоћи у борби против дезертификације. У заштитном пошумљавању, или било којој шуми којом се газдује у циљу заштите станишта за заштиту, производња дрвета је од секундарног значаја. На многим локацијама којима је најхитније потребна садња у сврху заштите станишта станишни услови често су потпуно измијењени и успостављање вјештачки основаних шума је тешко. Такође, мора се нагласити да је само садња дрвећа ријетко довољна заштитна мјера. У случају ерозије земљишта, садња је у стварности повезана са забраном испаше (или контролом коришћења земљишта), изградњом тераса (градона), противпожарном заштитом, забраном сакупљања листинца и сл.

Директно пошумљавање је обично једини начин да се одређено земљиште спаси да не постане пустиња у правом смислу те ријечи. Конференција Уједињених нација о дезертификацији из 1977. године заговара програме садње дрвећа за успостављање заштитних појасева, засада огревног дрвета, као и стабилизацију дина. Конвенција УН за борбу против дезертификације ступила је на снагу 1996. године, као и стратегије за контролу дезертификације и ублажавање ефеката суше. Садња дрвећа може зауставити овај процес и преокренути тренд деградације животне средине и важна је компонента бољег управљања цјелокупном базом обновљивих извора.

5.2.9. Пошумљавање пожаришта

Пожари у шумама све су чешћа појава на нашим просторима. Појави пожара погодују суше које се све чешће јављају током лета, као и топлих прољећа и јесени. Људске активности (непажња) најчешћи су узрок пожара. Пошумљавање пожаришта је комплексан задатак с обзиром на чињеницу да пожар уништава земљиште, док се остаци опожарене вегетације могу дуже вријеме задржати на површини и узроковати проблеме у погледу планирања пошумљавања и бити потенцијални извор болести.

Пожари, у зависности од њиховог интензитета, мијењају хемијске, физичке и биолошке карактеристике земљишта, што захтијева пажљиву анализу након пожара и избор одговарајуће врсте за пошумљавање. Пошумљавање на опожареним површинама би требало да се спроведе брзо, међутим, то се у највећем броју случајева не препоручује због појаве фитопатогене гљиве *Rhizina undulata*, која насељава изгорјело земљиште. Гљива узрокује пропадање садница те се стога пошумљавање опожарених површина не препоручује прве године након пожара.

Пошумљавање пожаришта значајно је јер се тиме спречава спирање и одношење органске материје и минералног остатка земљишта, што је предуслов да се изврши садња нове шуме на опожареном станишту. Такође, тиме се убрзава и усмјерава санација пожаришта као један од главних циљева пошумљавања. Адекватним избором врста, провенијенција, садног материјала, метода и техника припреме станишта, садње и одржавања, може се очекивати да се пожаришта адекватно санирају и да се на том мјесту развије култура која остварује еколошке, економске и друштвене циљеве.

5.2.10. Рехабилитација и рестаурација угрожених екосистема

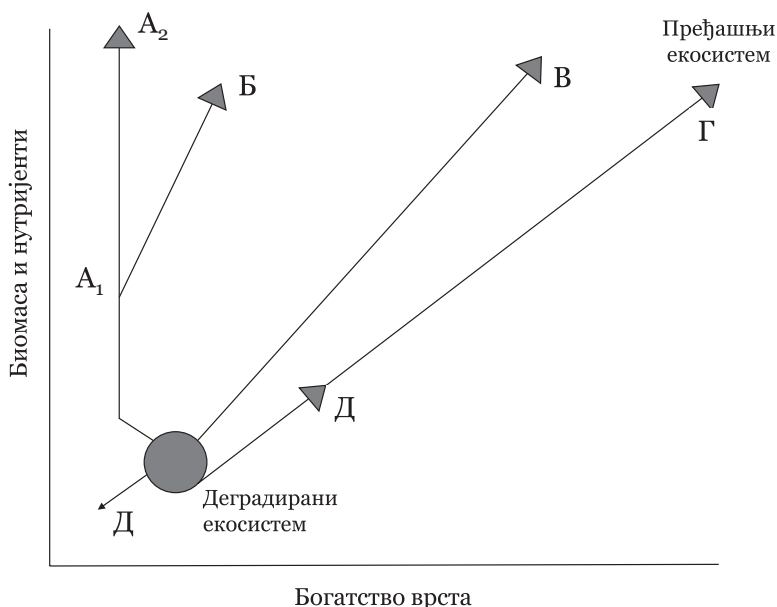
На глобалном нивоу, штета нанесеним аутохтоним шумама манифестује се кроз смањење површине (крчење шума) и пад прираста (деградацију шума), што је довело до губитка продуктивности у погледу дрвних и недрвних производа. Док вјештачки основане шуме не морају обновити све производе и услуге које природне шуме пружају или потребе кључних интересних група, оне могу играти виталну улогу у обнављању користи од шума на нивоу пејзажа. Обнова шума се сматра једним од великих изазова XXI вијека и додатно ће допринијети области класификованој као „засађена компонента полуприродних шума”.

Вјештачки основане шуме имају веома значајну улогу у рехабилитацији и рестаурацији екосистема, као и у постизању циљева очувања биодиверзитета. Међутим, први корак је дефинисање појмова. На примјер, екосистеми се могу окарактерисати њиховим саставом врста, структуром (тј. сложеностју) и функцијом (тј. садржајем биомасе и хранљивих материја). Ако се било шта од тога смањи, екосистем је деградиран. Дакле, када је шума селективно посјечена и када су њена сложеност и евентуално богатство врста смањени, она се сматра деградираном, иако њена биомаса и продуктивност могу остати прилично високи. Абер (1987) је идентификовао три нивоа растућег поремећаја екосистема:

- нарушавање или уклањање локалне биљне заједнице, без озбиљног нарушавања земљишта;
- оштећења и вегетације и земљишта;
- потпуно уклоњена вегетација и преведено земљиште у стање ван природних услова. Три приступа – рестаурација, рехабилитација и рекултивација – термини су који описују прекретање процеса деградације и помоћ у опоравку ових различитих степена поремећаја. Графикон 5-4 илуструје шта се дешава са екосистемима у зависности од времена и интензитета рада у њима.

Рестаурација. Овај појам генерално значи „вратити у првобитно стање”. Дакле, циљ обнове екосистема кроз процесе сјетве и садње шумских врста јесте покушај да се поново успостави претпостављена продуктивност и разноврсност какве су биле прије него што су нарушене. Покушавају се ускладити еколошки процеси и функције као код аутохтоног, изворног екосистема. Једно од основних питања екологије рестаурације јесте како дефинисати шта се подразумеива под „изворним екосистемом”. Замјена тачног састава врста првобитне шуме је немогућа, чак и ако се то са сигурношћу знало. Циљ је да се покрене сукцесијски развој тамо гдје је природни опоравак немогућ, или да се убрза када је то изводљиво. Штавише, начин на који се врши обнова зависи од степена деградације и расположивих ресурса и неће нужно реплицирати како се екосистем развио у природним условима.

Примарни значај рестаурације је еколошке природе и има за циљ поновно успостављање првобитних биљних и животињских заједница на локацији у одређеном временском оквиру и у оквиру расположивих ресурса. Прва фаза може бити еколошки груба, као што је једноставно успостављање било којег облика трајног покривача. Али, чак и ово захтијева еколошко знање и коришћење одговарајућих пракси.



Графикон 5-4. Сложеност односа и продуктивност развоја екосистема за рекултивацију, рехабилитацију и рестаурацију. Врсте и сложеност описују структуру екосистема, а биомаса и садржај хранљивих материја описују функцију екосистема. Рекултивација укључује монокултуру алохтоних врста (А) које могу имати биомасу од А₁ до А₂, при чему оригинална биомаса зависи од интензитета мјера његе. Они могу временом добити разнолику подлогу (Б). Рехабилитација укључује и аутохтоне и алохтоне врсте (В), док рестаурација (Г) доводи до новог екосистема који се приближава оригиналном екосистему. Ако се деградирани екосистем занемари, може се опоравити или даље деградирати (Д) (извор: Bradshaw, 1987).

Рехабилитација. Под рехабилитацијом се подразумева враћање било каквог измијењеног или оштећеног шумског земљишта у функционалну шуму. То је „поновно успостављање продуктивности и неких, али не нужно свих, биљних и животињских врста за које се сматра да су првобитно присутне на локацији. Из еколошких или економских разлога, нова шума такође може укључивати врсте које нису првобитно присутне на локацији. Заштитна функција и многе еколошке услуге првобитне шуме могу бити поново успостављене.” Рехабилитацију је лакше постићи него рестаурацију. Укључивање комерцијалних врста у процес рехабилитације често може дати добре резултате. Предлаже се коришћење комерцијалних вјештачки основаних шума за

производњу дрвета са модификованим дизајном као обећавајући приступ за обнављање дијела некадашњег биодиверзитета деградираних шумских земљишта.

Поступцима рехабилитације могуће је модификовати микроклиму кроз: мање флукуације температуре и влажности, боље окружење за клијање сјемена и раст засада те боља физичка и хемијска својства земљишта кроз смањење стопе ерозије, повећан капацитет органске материје земљишта за апсорпцију веће количине воде и повећан проток хранљивих материја у земљишту кроз разлагање шумске простирке и микробиолошке активности земљишта.

О рехабилитацији и рекултивацији посебно ће се говорити у поглављу 14.2, које је посвећено овој проблематици.

5.2.11. Рекултивација посебних врста локалитета

Ова улога садње дрвећа значајна је јер користи дрвеће као средство за обнављање високодеградираних станишта као што су: рудни ископи, заслањена земљишта, те веома контаминирана земљишта као посљедица просипања штетних материја или прекомјерног коришћења природних ресурса. Циљ рекултивације је „да поврати продуктивност деградиране локације углавном користећи толерантне врсте дрвећа”. Често се користе врсте са изузетном физиолошком толеранцијом за побољшање услова на локацији и покретање процеса формирања земљишта, као што су: багрем, јоха, бреза, борови и друге пионирске врсте. Дрвеће засађено у мелиорацији има неколико намјена:

1. стабилизацију земљишта развојем коријеновог система;
2. заштиту земљишта од ерозивних сила и подстицање развоја приземне вегетације;
3. допринос процесу развоја земљишта кроз накупљање органске материје и микрофлоре. Врсте које фиксирају азот су посебно корисне јер многе толеришу супстрат са недостатком азота типичним за индустријски отпад. Такође, њихово лишће, које је богато азотом и основним хранљивим материјама, обично се лако распада;
4. превазилажењу проблема контаминираног земљишта кроз фиторемедијацију, за шта врсте рода *Salix* и *Populus* могу бити посебно значајне;
5. обнову шумског станишта и повратак дивљих животиња које се постепено враћају.

5.2.12. Вјештачки основане шуме и очување генетичких ресурса

Значај вјештачки основаних шума у очувању генетичких ресурса је ограничен и ријетко главни циљ. Очигледни и значајни изузеци су арборетуми, ботаничке баште, намјенски основане плантаже у функцији оплемењивања и друге сличне колекције. Међутим, бројне колекције провенијеничних тестова, тестова потомства, сјеменских плантажа реализују се кроз програме оплемењивања дрвећа и стављају вјештачки основане засаде у позицију веома значајне банке гермплазме. Овакви засади данас могу бити од истинског значаја за *ex situ* очување генетичких ресурса.

Постоји неколико врста код којих површина вјештачки основаних шума сада далеко превазилази њихов обим у њиховом изворном станишту. Најбољи примјер је *Pinus radiata*, али то важи и за еукалиптусе као што су *E. grandis* и *E. urophilla*, као и неке друге врсте, док је код нас такав примјер Панчићева оморика.

У цјелокупном развоју и управљању вјештачки основаним шумама, у циљу повећања биодиверзитета, кључни задаци су:

- очувати постојеће природне карактеристике – дијелове аутохтоне шуме (саме по себи и као извор сјемена), мочваре и друга посебна станишта – избјегавајући садњу на тим подручјима, па чак и враћајући их тамо гдје је могуће у постојеће вјештачки основане шуме;
- задржати појединачна древна, необична или веома велика стабла;
- подстицати развој дрвећа и састојина свих узраста и услова, укључујући продужење дужине ротације да би се стимулисали услови „старог раста”;
- избјежавати униформност и, посебно, диверзификовати структуру кроз стварање отворених површина, маргиналних станишта и сл.;
- обезбиједити просторе свјетлости и сјенке – пропланке;
- оставити одређену количину „мртвог дрвета” (одумрлих стабала) у дубећем стању, као и мјестимично гомиле мртвог дрвета;
- наставити са традиционалним праксама тамо гдје је то могуће и прикладно;
- минимизирати нарушавања земљишта и губитак сјемена у земљишту;
- дати предност аутохтоним врстама при оснивању нових шума у односу на алохтоне.

5.3. Повезаност оснивања шума са другим областима шумарства

Проблематика оснивања нових шума и плантажа не може се посматрати изоловано од других научних и сродних дисциплина како у научноистраживачком раду тако и у пракси (слика 5-1). Већ у почетку и првим пословима на оснивању шума, намеће се потреба процјене потенцијала станишта као показатеља могућности и оправданости оснивања нових шума. Затим је неопходно одабрати врсту или више врста на основу познавања њихове компатибилности са стаништем. Том проблематиком се бави силвиекологија (екологија станишта и врста) кроз низ дисциплина (дендрологија, педологија, фитоценологија и друге повезане науке и дисциплине). У избору садног материјала значајну улогу у успјеху имају квалитет и тип коришћених садница. Предност треба дати оплеменењем, шумском репродуктивном материјалу који даје веће приносе или на ефикаснији начин извршава постављене циљеве новооснованих шума. Улогу у унапређењу шумског репродуктивног материјала имају генетика и оплеменење биљака, док је производња квалитетног садног материјала проблематика у области шумског сјеменарства и расадничарства. Процес оплеменења и производње шумског репродуктивног материјала базиран је на знањима из области биохемије и физиологије биљака те интеракције биљка–земљиште.

Одржавање и његовање засада кроз читав живот нове шуме подразумева низ активности са циљем продукције максималног квантитета и квалитета дрвних сортимената или биомасе. Ово подразумева послове његовања појединачних садница (касније стабала), борбу са коровом, фертилизацију, чишћење, кресање од грана, прореди и сл. Све ове активности су у директној повезаности са динамиком раста и развоја засада, што захтијева његово мјерење, анализу података и извођење закључака кроз одговарајуће научне дисциплине као што су дендрометрија, шумарска биометрика, прираст и принос шума, итд. Након мјерења и анализа утврђеног стања, приступа се мјерама њега у домену гајења шума.

Посебну бригу треба посветити мјерама заштите новооснованих шума и плантажа од абиотичких и биотичких чинилаца. Већ чињеница да се оснивање засада врши сјеменом или садним материјалом са других локалитета (често се користе и алохтоне врсте) указује на потребу посебне пажње усмјерене ка заштити од инсеката и болести. Тиме се оснивање шума „веже” за дисциплине и област заштите шума.

Све више засада широм свијета оснива се са циљем обезбјеђивања максималних прихода, те као добра инвестиција (или орочавање средстава) у дужем временском периоду. Коришћење ресурса на најефикаснији, одржив начин, уз максималне приходе и минималну штету по екосистеме, тематика је у којој се налази додирна тачка са искоришћавањем шума.

Валоризују се вриједности дрвета и бројне екосистемске вриједности, што се дефинише бројним међународним уговорима и споразумима о унапређењу стања шума и шумарства. Ово захтијева детаљне економске анализе базиране на принципу модела и предвиђене добити још прије самог оснивања, као и познавање политика, права и обавеза на локалном, регионалном и глобалном нивоу. Оснивање шума и плантажа треба да буде на одговарајући начин економски валоризовано у свим својим аспектима да би се могла сагледати укупна вриједност новооснованих шума у различитим периодима њиховог живота.



Слика 5-1. Повезаност оснивања шума и плантажа са осталим дисциплинама



6. ИЗБОР ИЗМЕЂУ ПРИРОДНЕ ОБНОВЕ И ВЈЕШТАЧКОГ ОСНИВАЊА ШУМА

Све до почетка XIX вијека, природна обнова је била основни начин обнављања шума. Увођењем интензивних метода газдовања шумама, као и нових технологија у производњи садног материјала, вјештачко оснивање шума се све више ширило, чак и на теренима гдје је природна обнова била успјешна. У почетку је то било углавном директном сјетвом сјемена, да би се, кроз сагледавање неуспјеха овим начином оснивања нових шума, све више користила садња садница. Још увијек је, широко глобално посматрано, природна обнова (без обзира на то да ли је планирана или не) најраширенији метод обнове шума. Зато, тамо гдје је могуће проводити природну обнову, треба је и реализовати. Међутим, често природна обнова није могућа или се у потпуности главна врста жели замијенити неком више продуктивном или комерцијално атрактивнијом врстом. Није риједак случај да се једна врста у потпуности мијења истом, али генетички унапријеђеном.

Иако се поред природне обнове и вјештачког оснивања разликује и трећи облик формирања нових шума – природна обнова потпомогнута вјештачким оснивањем – овдје ће се навести главне разлике између природне обнове и вјештачког оснивања шума:

1. Избор врсте. Оснивање шума вјештачким путем омогућава шумарским стручњацима да бирају врсту. Они више нису зависни од фреквенције, обима и учесталости природног сазријевања сјемена. Ово је, можда, највећа предност, јер могућност избора врсте даје шансу да се бира најпродуктивнија за дато станиште. Приликом сваке нове садње могуће је унапређење у остваривању постављеног циља оснивања нове шуме кроз избор друге врсте, провенијенције и, на крају, генетички унапријеђеног садног материјала. Ово посебно долази до изражаја уважавајући постојање климатских промјена и потребу за асистираним миграцијом (више о овој теми налази се у потпоглављу

12.1.1, Трансфер шумског репродуктивног материјала – асистирана миграција). Код вјештачког оснивања шума јасно је дефинисана једна (или више) врста, чиме се недвосмислено дефинише учешће сваке врсте у омјеру смјесе.

2. Инвестиција. Природна обнова обично је мање скупа него вјештачко оснивање шума. Ово посебно долази до изражаја код власника шума који не желе дугорочно инвестирати или проводити активности чишћења и одржавања новооснованих засада. Ипак, иако у основи јефтинија, природна обнова није бесплатна. Треба водити рачуна о годинама пуног уroda сјемена те послије обнове интервенисати тамо гдје природна обнова није успјела у потпуности. Природна обнова се не може сматрати успјешном ако је обраст дјелимичан или непотпун. Боље је уложити више средстава да би имали на крају бољи резултат у свим функцијама нове шуме. Посебно треба одбацити сваку могућност планирања јефтиног вјештачког подизања шума на лошим стаништима, на којима шуме од природе уопште није било или бар не у недавној прошлости.

3. Уједначене активности и униформни производи. Вјештачко оснивање шума обезбјеђује уједначен и максималан принос на читавој површини. Чињеницом да је код вјештачког оснивања нових шума омогућено:

- а) коришћење једне или више врста на читавом подручју,
- б) формирање једнодобних шума,
- в) примјена истог третмана на читавом станишту,

даје могућност униформних активности на цијелој површини и у истим временским условима. У исто вријеме, униформност код вјештачког оснивања носи са собом биолошки ризик изражен кроз мању стабилност (толерантност) стабала, као и друге недостатке попут губитка биодиверзитета или, на крају, саме естетске функције. Даље, проблем може бити и у квалитету дрвних сортимената, што за последицу има тржишне проблеме. Проблем оснивања неких четинарских монокултура, као што су монокултуре смрче, за последицу има закисељавање земљишта.

Код вјештачког оснивања шума са активностима се почиње непосредно послије уклањања старе састојине, тј. послије првих активности на припреми станишта. Садња на читавој површини се реализује у једној години (евентуално још једној или двије у попуњавању празнина). У природној обнови то је процес који траје значајно дужи низ година до момента када се читава површина потпуно подмлади. Овај процес зависи од: старости материнских стабала, величине крошње и обилно-

сти урода, климатских фактора, као и других екстерних фактора. Даље, успјех природне обнове ће зависити од начина дисперзије сјемена, који може бити вјетром, водом, животињама или гравитацијом. Садњом садница се јасно дефинишу густина и распоред стабала, док је код природне обнове подмладак на појединим микростаништима изразито густ, а на другим риједак. Ово захтијева додатне трошкове у природној обнови јер се у првом случају морају радити прореде, а у другом се подмладак мора комплетирати садњом садница или сјетвом сјемена.

4. Принос. Као посљедица раније наведених разлика у начину оснивања нових шума, може се констатовати да је продуктивност засађених шума готово увијек далеко већа него у природним шумама. Ово је очекивано због уштеде у времену успостављања, коришћења врста прилагођених станишном потенцијалу, потпуног и равномјерног оброста на читавој површини и сл.

5. Интензитет активности. Интензитет активности у оснивању нових шума захтијева висок ниво посвећености, вјештина, истраживања и ресурса. Радови од избора одговарајуће врсте (или више врста), провенијенција, припреме станишта, сјетве или садње и одржавања подразумевају висок ниво активности човјека да би се остварио зацртани циљ новоосноване шуме. Већа активност човјека треба да резултира краћим временом производње (опходње или ротације) у односу на шуме које се природно обнављају, могућношћу да се побољша сортиментна структура према зацртаном циљу и лакше и брже искоришћавање.

6. Стабилност. Постоје изражени ставови да вјештачки основана шума нема стабилност и виталност природно обновљене шуме. Природна обнова обично подразумева интензивнију природну селекцију међу подмлатком, а тиме и већу стабилност у првим годинама обнове. Природна обнова је такође боље прилагођена еволуцији станишта те динамици развоја заједнице. Ипак, не постоје документовани подаци који потврђују да је природна обнова боља од вјештачке, осим у случајевима ако се приликом вјештачког оснивања не направе бројне грешке. Овдје се могу првенствено издвојити грешке као посљедица лошег избора врсте, лошег квалитета садног материјала, форсирања непровјерених алохтоних врста и њихових провенијенција, неадекватне припреме станишта као и директно радова приликом транспорта, садње и његовања новозасађених садница. Вјештачки основане шуме стабилне су у мјери у којој им човјек посвети пажњу. Уколико се све активности на оснивању и њези новооснованих шума спроводе по плану – на вријеме и са дефинисаним интензитетом – вјештачки основане шуме су стабилне.

7. Генетички ресурси. Природна обнова је важна у циљу очувања аутохтоних генетичких ресурса. Такође, код природне обнове полази се од великог броја индивидуа, односно, подмлатка који пролази кроз природну селекцију одабира оних најбољих (најпродуктивнијих и најтолерантнијих). Код вјештачког оснивања очекује се од сваке саднице да опстане.

Избор између природне обнове и вјештачког оснивања се не може генерализовати. Он ће зависити од саме врсте дрвећа, као и локалитета на којем се врши обнова. Нпр. букове и јелове шуме се врло добро подмлађују природним путем, док се нпр. шуме црног бора, смрче или дуглазије лако оснивају вјештачким путем. У исто вријеме, шуме храстова се успјешно обнављају природно као и вјештачки, или најчешће комбинацијом обје варијанте (вјештачко подсијавање као подршка природној обнови).

Понекада је тешко успјешно реализовати природну обнову у вријеме када је планирано јер она зависи од периода уroda, морфолошких и физиолошких карактеристика материнских стабала и квалитета сјемена, начина дистрибуције сјемена и, на крају, веома битно – временских услова. У исто вријеме, сјеме се може складиштити на дужи временски период, што обезбјеђује континуитет у производњи садница, а тиме и свакогодишње унапријед планирано подизање нових шума. Ово је веома важно јер омогућава дугорочно планирање, те равномјерно коришћење средстава и радне снаге за извођење свих потребних радова.

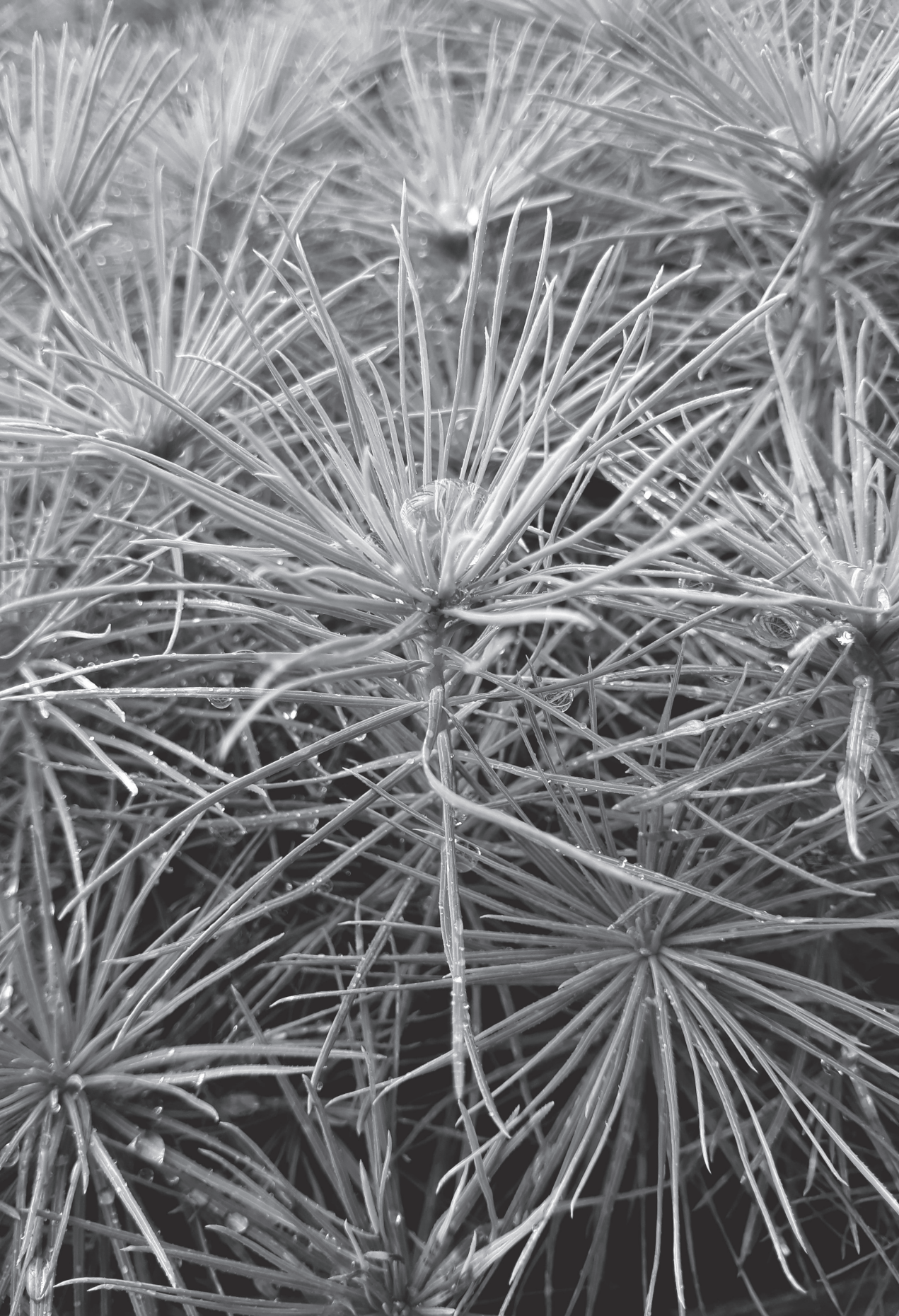
Постоје тенденције да се усвајају екстремна мишљења око предности једног или другог начина обнове/оснивања шума. Научни ставови указују да не треба унапријед негирати једну или другу опцију, већ у датим условима и циљевима тражити најбоље рјешење. У старту треба елиминисати искључиве ставове, а прије коначне одлуке испитати све могућности, предности и недостатке без предрасуда. Ово не треба у исто вријеме да значи априори компромис, већ рационално планирање за будућност мјерену деценијама и вијековима, а не једном или пар година.

На крају, нема дилеме да вјештачко оснивање шума временом неће све више добијати на значају. Постоје тенденције да се шуме оснивају коришћењем више врста како би се постигла разноликост и стабилност. Такође, постоје јасно дефинисане препоруке базиране на истраживањима разноликости и адаптираности за коришћење провенијенција шумског репродуктивног материјала (сјемена и садница) при оснивању нових шума.

У табели 6-1 сажето су приказани предности и недостаци између природне обнове и вјештачког оснивања шума.

Табела 6-1. Сажетак предности и недостатака између природне обнове и вјештачког оснивања шума

Карактеристика	Природна обнова		Вјештачко оснивање	
	Предност	Недостатак	Предност	Недостатак
Избор врсте	Већи број врста са различитим станишним захтјевима Прати се ток природне еволуције	Веома мало се може утицати на избор врсте (или никако)	Јасно дефинисана једна или више врста Боље коришћење потенцијала станишта	Ризик да врста или екотип нису правилно одабрани
Инвестиција	Јефтинија обнова	Није бесплатно	Контролисана инвестиција и дугорочно планирање	Значајна велика инвестиција, посебно на лошим стаништима
Униформност производа и активности	Различити производи обезбјеђују мањи ризик у дугорочно нестабилном тржишту	Мања цијена у датом моменту	Уједначени сортименти постижу већу цијену	Дугорочно погрешна процјена потреба тржишта
Принос	Мањи принос и већа стабилност може бити боља формула успјеха	Мањи принос као последица неравномјерног распореда	Обезбјеђује равномјеран распоред (густина) и коришћење станишта	На екстремно лошим теренима саднице су изложене стресу, а тиме је и принос мањи
Интензитет активности	Мање активности	Неједнак интензитет активности кроз дужи временски период	Могуће дугорочно планирање (не зависи од година уroda сјемења)	Више активности
Стабилност	Стабилније, посебно у мјешовитим заједницама	Промјенљиви услови станишта у времену Не постоји константна стабилност	Већа стабилност са новим врстама у очекиваним климатским промјенама	Није могуће тачно предвидјети будуће прилике
Генетички ресурси	Већи генетички варијабилитет	Мањи потенцијал у коришћењу постојећих генетичких ресурса	Коришћење генетички супериорног материјала тј. нових технологија	Умањен генетички варијабилитет



7. ИЗБОР ВРСТЕ

Избор врсте у оснивању нових шума представља једно од најкомплекснијих питања, не само у области оснивања нових шума, већ у групи најважнијих одлука у стручној шумарској активности. Од њега умногоме зависи успјех цјелокупне активности оснивања нових шума. Зато се као један од водећих проблема при пошумљавању, који узрокује пропадање подигнутих шума, наводи проблем неадекватног избора врсте којом се врши пошумљавање. У исто вријеме, све друге активности на оснивању нових шума су беспредметне уколико се погрешно изабере врста. Зато, осим шумарског стручњака за пошумљавање, у ове активности треба да се укључе и: климатолог, педолог, фитоценолог, генетичар, биљни физиолог, узгајивач, еколог, економиста и др. Због трошкова пошумљавања и времена потребног за откривање озбиљних пропуста у избору врста, посљедице погрешне одлуке могу бити веома тешке.

За неке земље знатно већих шумских површина од наше (првенствено земље сјеверне Европе), питање избора врста је релативно просто, јер су у еколошком погледу хомогене. Међутим, на нашим подручјима, на релативно скромној површини, постоји широк распон орографских услова, климата, геолошких подлога, педолошких и вегетацијских јединица. Овај степен изворног геодиверзитета и биодиверзитета у научно-стручном смислу је изазов, а не само тешкоћа са којом се шумарство среће приликом избора врсте за пошумљавање одређене површине.

Најважнији фактори у избору врсте, према Стилиновићу (1991), јесу:

- усклађеност између станишних услова и биоеколошких особина врсте,
- подесност врсте за остваривање постављеног циља газдовања (намјена),
- прилагођеност начину газдовања у шумскоузгојном смислу,

- утицај дате врсте на станиште (везивање земљишта, стварање добре стеље која се брзо хумифицира и сл.),
- брз прираст у младости, нарочито у висину,
- отпорност према оштећењима под утицајем негативних абиотичких и биотичких чинилаца,
- трошкови оснивања,
- могућност остваривања прихода од проредног материјала или допунских производа.

Једно од првих питања које се намеће код избора врста за пошумљавање јесте питање да ли пошумљавати врстама које се од природе већ јављају на локалитету гдје се оснива нова шума (аутохтоне) или користити врсте које раније уопште нису постојале на том локалитету (алохтоне). Шансе за успјех су вјероватно највеће уколико се користи врста која се природно налази на станишту. Међутим, уколико се програм оснивања нових шума спроводи на подручју гдје раније није било шуме, избор је далеко сложенији.

Коришћење аутохтоних врста. Аутохтоне врсте имају многе предности. Оне су адаптиране на локално станиште и климатске услове и сјеме се може обезбиједити на локалном нивоу. Оне су вјероватно развиле значајну резистентност на локалне болести и штеточине. Међутим, оне су развијене на такав начин да искористе станишне ресурсе више у самој форми опстанка на рачун редукације нивоа прираста и приноса. Ово намеће оправдано питање о неопходности прецизнијих анализа интеракције врста и станишта у циљу могућности употребе домаћих врста за оснивање нових шума и плантажа. Ове анализе би требало да укључе, поред компатибилности еколошких карактеристика врсте и станишта и тестове могућих узгојних техника, укључујући култивацију, додавање ђубрива, те заштиту од корова. Често су најбољи сјеменски извори ових врста већ изгубљени због деструктивног газовања шумама или крчења шума и превођења шумског земљишта у друге намјене.

Углавном еколошке карактеристике домаћих врста дају предност употреби домаћих врста, које се дефинишу као погодне за оснивање шума, при чему њихов пажљив избор омогућава просперитет и предност у односу на алохтоне врсте. Претпоставља се да, у много случајева, добра припрема станишта и ослобађање од коровске вегетације могу унаприједити развој и дати добре приносе и локалних врста.

Коришћење алохтоних врста. Огроман успјех бројних дрвенастих врста широм свијета у постигнутим приносима, као и остваривању других функција новооснованих шума, усмјерио је много пажње

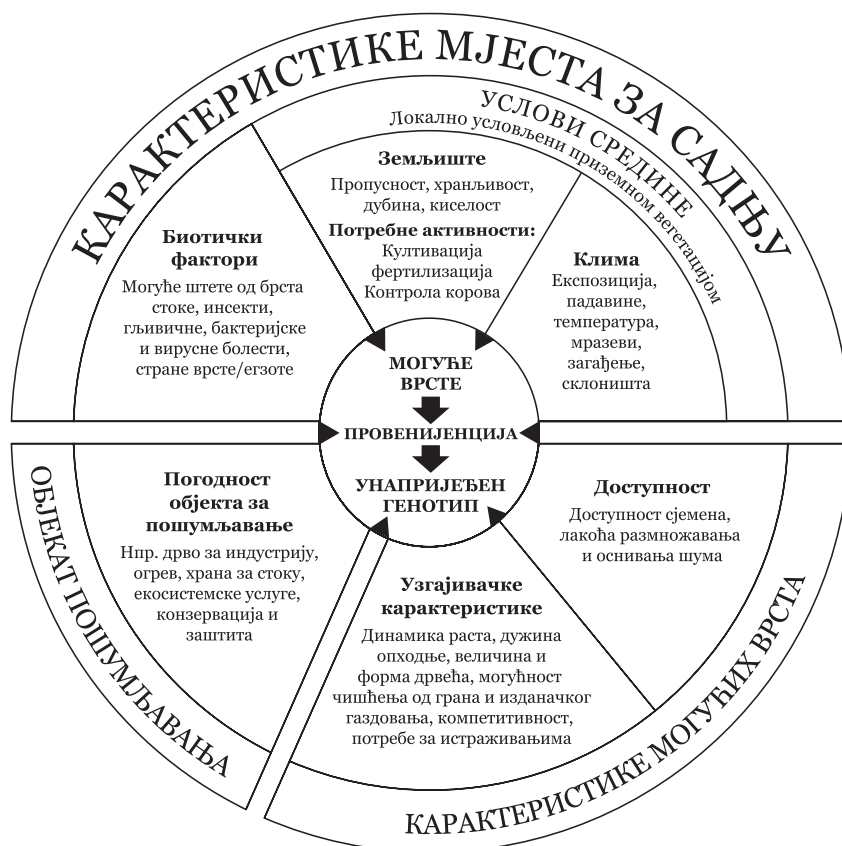
на могућност коришћења алохтоних врста у оснивању шума и плантажа. Тако, на примјер, *Pinus radiata* има врло високе приносе у Јужној Африци, Аустралији, Чилеу и на Новом Зеланду. Дуглазија широм САД такође остварује запажене приносе, а одличне резултате постиже широм Европе као и на Новом Зеланду. Дугачка је листа сличних врста на којима се данас у цијелом свијету врше истраживања са циљем шире употребе и постизања бољих резултата у расту и прирасту приликом оснивања нових шума и плантажа. У циљу веће сигурности приликом уношења ових и сличних врста, прво се препоручује уношење у арборетуме, а потом слиједе провенијенични тестови. У првим тестовима обухвата се широк спектар провенијенција, а потом се издвајају провенијенције које представљају увод у пилот-засаде, а пилот-засади су увод у комерцијалне плантаже као најчешћи облик плантажа. Ова методологија истиче значај провенијеничних тестова који треба да редукују велики број потенцијалних „генотип – животна средина” комбинација, при чему се током и након тестирања у провенијеничним тестовима истиче неколико (са најбољим одликама) подесних за продукцију жељене сортиментне структуре и/или других производа из шуме на одговарајућем станишту.

Посебно треба предузети мјере предострожности када се врши пошумљавање алохтоним врстама које могу постати инвазивне. Избор одговарајућих врста и њихово поријекло јесте проблем са којим се оснивање нових шума данас сусреће у свјетлу климатских промјена.

Након избора између аутохтоних и алохтоних врста, треба имати на уму да ће коректан избор врсте за садњу дефинисати ниво успјеха оснивања шума, без обзира на њену намјену. Најчешће, примарни објекат оснивања шума и плантажа јесте продукција дрвне масе, која ће требати високе приносе материјала уједначених величина и квалитета са особинама дрвета прихватљивим у технологији прераде и/или крајње намјене. У исто вријеме, основане шуме и плантаже могу имати намјену минимизовања ерозије земљишта, те заштите од вјетра, што ће опет диктирати другачији избор врсте. У овим случајевима треба бирати врсте толерантне на сушу, дуговјечне, са конфигурацијом крошње која обезбјеђује заштиту од вјетра и густ разгранат коријенов систем. У другим ситуацијама, као главни селекциони критеријум могу се укључити боја, текстура и сезонске варијације у изгледу биљака које се постижу мијешањем врста. Отуда, избор врста у садњи у свакој ситуацији зависи од широког опсега фактора, укључујући:

- 1) величину и намјену оснивања шума,
- 2) станишне карактеристике и климу и
- 3) биоеколошке карактеристике врсте која се бира (шема 7-1).

Иако не одлучујући, али чест код нас, фактор избора врсте укључује ниво инвестиција приликом оснивања и опрему која је доступна за садњу одређене врсте или типа садног материјала, тј. цијену коштања оснивања нових шума.



Шема 7-1. Фактори који утичу на избор врсте (Savill et al., 1997)

7.1. Намјена новоосноване шуме

У зависности од станишних услова и врсте или врста које се користе у оснивању шума, намјена може бити у широком дијапазону. У коју сврху је основана нова шума може бити дефинисано у четири широке категорије, са напоменом да унутар сваке групе критеријум може утицати на избор врсте.

Оснивање шума са намјеном продукције дрвне масе. Избор врсте за продукцију дрвета базира се на њеној подесности да оства-

ри зацртани циљ у погледу прираста, приноса, структуре сортимената и поузданости у смислу стабилности. Квалитет дрвета претпоставља значајне разлике које шумарски стручњак може наћи да би обезбједио сировину за пиланску прераду, резану грађу, производњу папира, фурнира, за стубове, мотке (рудно дрво), итд. Природа и удио јувенилног дрвета, механичке особине, дужина влакана, понашање приликом екстракције, погодности у хемијској преради, понашање у процесу сушења и друге особине битни су фактори које треба узети у обзир. Онај ко оснива нову шуму тражиће врсте са добрим растом и разумно високим нивоом приноса.

Оснивање шума са заштитном намјеном. Код оснивања шума са заштитном намјеном, опстанак, тј. постојање дрвећа самог по себи значајније је него продукција дрвета. На тешким стаништима могућност опстанка треба бити главни селекциони критеријум. Облик стабла, структура и димензије крошње и структура коријеновог система веома су битни. Велико бочно гранање и стварање велике крошње омогућавају бољу прекривеност земљишта и његову заштиту. Врсте са способношћу усвајања и везивања азота путем коријеновог система могу имати предност на тешким стаништима јер обогаћују станиште азотом и тиме поспјешују развој и других биљака у непосредној близини. Количина и природа органске материје коју врста одбацује током процеса раста и развоја (опало лишће, четине, гранчице) треба да обезбјеђује ефикасну заштиту земљишта и побољша њену структуру, те тај параметар може бити узет у разматрање код избора врсте у оснивању шума са заштитном намјеном.

Према Стилиновићу (1991), врстама у функцији заштите станишта треба дати предност ако:

- успоравају брзину вјетра,
- спречавају клизање земљишта на нагибима,
- спречавају ерозију земљишта водом или вјетром,
- регулишу водни однос у земљишту,
- поправљају особине земљишта итд.

Оснивање шума за потребе локалног становништва (огревно дрво или као храна за стоку и дивљач). Заједнице у руралним подручјима имају велики утицај широм свијета на избор врста и намјену оснивања нових шума било на државним или приватним посједима. Они очекују добит у основним потребама за локално становништво. Намјена највећег броја ових шума јесте обезбјеђивање огревног дрвета и хране за животиње. Истовремено, новоосноване шуме могу да обезбјеђују и друге производе као што су грађевинско

дрво, стубови (или шипове), коље, итд. Такође, локално становништво у шумама сакупља плодове, посебно у планинским и аридним регионима. При оснивању шума за потребе локалног становништва треба имати у виду спектар производа које то становништво очекује од шуме. Ријетко ће једна врста омогућити све ове намјене, тако да се предлаже више различитих врста помијешаних или у блоковима, при чему ће овако основана шума обезбиједити појединачне потребе. Густину дрвета и особине сагоријевања би требало узети у обзир, као и етичке навике унутар локалне заједнице приликом дефинисања избора. Алохтоне (егзотичне) врсте, чије коришћење није традиционално у датом подручју, и поред чињенице да расту добро, треба избјегавати. Такође, фактор који може имати утицај на избор врсте јесте повремена опасност од пожара. Врсте које имају јаку изданачку снагу послије пожара су посебно интересантне на оваквим теренима и у оваквим ситуацијама. У том смислу, лишћарске врсте могу бити атрактивније.

Оснивање шума са предностима и погодности у урбаном шумарству. Када се врши избор врсте унутар урбане животне средине, критеријуми за оснивање значајно су другачији у односу на све остале шуме које се оснивају. Ови критеријуми узимају у обзир значај врсте у пејзажној архитектури: величина, форма, боја, дуготрајност, итд. Један од основних постулата оснивања шума у урбаним предјелима је коришћење више врста него што је то случај код засада са основном намјеном продукције дрвне масе. Разлози су бројни и различити, од потребе да се створи одговарајућа композиција боја у различитим добима године, преко разноликости у спратовности и покровности до отпорности на болести. Примјер већих штета и недостатка примјене једне врсте јесте велика примјена бријеста у урбаним подручјима Сјеверне Америке (према неким литературним наводима око 90%), при чему је појавом холандске болести бријеста дошло до значајних празнина у урбаним површинама сушењем ове врсте. Пејзажне архитекте данас нерадо користе једну врсту на већим површинама управо у жељи да избјегну ризик од посљедица какве су се догодиле са бријестом али и ради стварања композиције врста које ће оплеменили простор својом разноликошћу. Такође, мора бити обухваћен аспект сигурности људи и њихове имовине избором врста које не образују велике и ломљиве гране. Лишћарске врсте имају предност у односу на четинарске врсте, јер кроз различита годишња доба обезбјеђују различитост боја, а у току зимских мјесеци већа количина сунчевих зрака пролази кроз крошњу у поређењу са четинарским врстама. Врсте са бодљикавим, тешким и сочним плодовима такође треба избјегавати. Дрвенасте врсте чији

коријенов систем пријети водоводној и канализационој мрежи, као и оштећењима тротоара и коловоза, нису пожељне, док су врсте код којих се лако може обликовати крошња у циљу избјегавања електроводова или зграда корисне и пожељне.

7.2. Утицај карактеристика станишта

Станишни услови су бројни, узајамно повезани и сложени. Они имају пресудну улогу у избору врста јер, уз циљ (намјену) оснивања нових шума, врста треба одговарати станишту користећи и поправљајући његове потенцијале на најбољи могући начин. Зато је на бољим стаништима избор врсте лакши, у смислу могућности избора већег броја врста које могу опстати, што не значи да ће свака на најбољи начин искористити потенцијал станишта. У исто вријеме, у неповољним условима користе се тзв. пионирске врсте, способне да обезбиједе довољну количину органске материје (покривач) као предуслов за појаву или уношење других врста. Ове врсте ће, пошто обаве своју улогу, касније уступити мјесто трајној шуми.

Еколошки чиниоци које треба познавати приликом избора врсте јесу: температуре (просјечне годишње, просјечне температуре у вегетационом периоду и екстремне температуре) и влажност ваздуха, свјетлост, падавине, вјетар, загађеност ваздуха, садржај земљишне влаге, гранулометријски састав, температурни режим и ваздушни капацитет земљишта, биљни и животињски свијет. Ту су затим они посредни: надморска висина, нагиб, експозиција, купираност и сл. Производни потенцијал станишта је представљен комбинованим утицајем свих ових чинилаца. Пошто се резултати и успјех оснивања нових шума мјери растом и производношћу, који опет директно зависе од напријед побројаних станишних карактеристика, слиједи да ће управо они бити пресудни за избор врсте. Повољнији климатски фактори дају могућност развоја за већи број врста. Тамо гдје је клима оштра, па и земљиште плитко, избор врсте је лимитиран на једну-двије, и обрнуто, са умјереном климом и дубоким земљиштима може се бирати више од 20 врста.

Међу најважнијим **климатским факторима** који одређују опстанак и раст одређене врсте истичу се:

- средње и екстремне температуре,
- дужина вегетационог периода,
- количина, распоред и ефикасност падавина,
- географска ширина (дужина дана).

Свјетлост је такође пресудан чинилац за живот дрвећа. Површине у форми голети или потпуно припремљене површине за пошумљавање карактеришу се као станишта са довољно свјетлости. Она постаје важан чинилац за избор врста тек у фази засјењивања садница од стране других биљака или због утицаја на остале станишне чиниоце као што су топлота и влажност (ваздуха и земље). Зато се утицају свјетлости посвећује посебна пажња код оснивања нових шума са више врста. Ако врсте нису добро одабране, резултат засјењивања се огледа у потискивању једне врсте другом. Ово посебно долази до изражаја приликом подсађивања или подсијавања или попуне засада послје одређеног периода. На отвореном простору свјетлост има много већи утицај на температуру ваздуха и земљишта, што директно утиче на опстанак и развој засађених садница, односно посијаног сјемена. Треба имати у виду да неке врсте у младости могу бити осјетљивије на врло ниске или врло високе температуре него у старијем узрасту. Зато се може користити засјена старије састојине или појединачних стабала као заштита младим садницама до одређене старости.

Атмосферска и земљишна влага такође спадају у чиниоце од којих зависи избор врста. Све врсте требају одређену количину воде у земљишту и ваздуху. Готово ниједан чинилац није толико јасан у свом утицају на живот садница као вода. Ваздушна и земљишна влага су обично у међусобној повезаности. И у најсушнијим теренима саднице могу опстати само ако у земљишту има довољно воде. Зато се у новије вријеме могу препоручити различити системи залијевања (најчешће кап по кап) у првим годинама послје садње док саднице не образују коријенов систем у дубљим слојевима земљишта. Такође, немају све врсте исти капацитет опстанка у условима сувог ваздуха и земље. Врсте које захтијевају већу количину воде за свој развој нису прилагођене за раст и развој у сушним условима. Коријенов систем не може да снабдијева биљку довољном количином воде потребне за одвијање животних процеса, што води ка сушењу садница. Управо зато у пошумљавању аридних терена са релативно ниском влажношћу ваздуха и земљишта треба одабрати врсте које имају добро развијен коријенов систем те избалансиран однос надземног и подземног дијела који може обезбиједити довољне количине воде за губитак транспирацијом. Свакако да уз избор врсте не треба заборавити значај квалитета садног материјала, употребу садница са обложеним коријеновим системом, као и могућност залијевања у првим годинама послје садње. Сматра се да испод 500 mm падавина годишње нема много услова за садњу и опстанак шумског дрвећа (Stilinović, 1991).

Сви облици **падавина** снабдијевају земљиште влагом и повећавају релативну влажност ваздуха. Подручје Босне и Херцеговине углавном се одликује довољном количином падавина за оснивање шумских засада, уз напомену да је распоред падавина током године веома различит и да су препозната многа подручја гдје је количина падавина недовољна током вегетационог периода – када је вода биљкама најпотребнија. На таквим стаништима, да би се избјегло сушење садница усљед недовољно влаге у земљишту, треба садити врсте толерантне на сушу, са дубљим коријеновим системом, и редовно контролисати и уклањати коровску вегетацију која може бити конкуренција у коришћењу расположиве воде. Посљедице се могу манифестовати у широком дијапазону ефеката неповољних за нове шуме, од редукције раста и развоја, усљед затварања стома и заустављања процеса фотосинтезе, па до потпуног сушења садница.

Посебно су значајне падавине у форми снијега јер он штити посађене саднице, спречава залеђивање земљишта, као и појаву „физиолошке суше”⁶, која изазива пропадање посађених садница. Уз повољан ефекат снијег може утицати негативно у форми сњеголома и сњегоизвала, као и појаве лавина на стрмијим теренима. Вјештачки основане шуме са једном врстом мање су отпорне на негативан утицај снијега. У погледу поријекла шумског репродуктивног материјала, провенијенције са већих надморских висина отпорније су у односу на провенијенције са нижих надморских висина. Много већу штету од снијега може причинити лед. Лед се може створити на гранама након падавина и смрзавања или појавом наглог наизмјеничног топљења и смрзавања снијега на гранама стабала. **Вјетар** може имати двојак негативан ефекат: константним присуством и мањим брзинама исушује земљиште, док интензивнији вјетрови проузрокују вјетроломе и вјетроизвале. Већа или мања отпорност различитих врста је идентична као и за утицај снијега.

Ниске температуре (рефлектоване кроз **ране и касне мразеве**) током вегетационог периода могу проузроковати значајна оштећења на садницама или чак њихово потпуно сушење. Код старијих садница (засада) мразеви могу успорити прираст као резултат измрзавања љетораста. Најчешћа оштећења се јављају током маја и јуна. Мјеста (најчешће долине на вишим надморским висинама) гдје су мразеви чести

⁶Појава да биљка, из неког разлога, не може да усваја воду из земљишта иако је у земљишту има довољно. Вода може бити недоступна из разлога као што су нагло повећање температуре ваздуха и транспирација биљака (али вода у земљишту се не усваја јер је у смрзнутом стању).

у природи се препознају као простор без дрвенастих врста и описани су као мразишта. Ова станишта карактерише само пар метара висинске разлике гдје је готово немогуће сачувати било коју дрвенасту врсту након садње и таква станишта треба избјежавати у процесу пошумљавања.

Углавном, на стаништима која су окарактерисана појавом раних и касних мразева треба садити аутохтоне врсте, посебно наглашавајући екотипове или провенијенције прилагођене оваквим условима.

Веома слична предвиђања треба да буду узета у релацијама са **земљиштем**. Традиционално, земљишта која су боља код нас се користе у пољопривредној производњи, док су земљишта на располагању за оснивање нових шума углавном више или мање деградирана или генерално слабијег квалитета. Упоредо са орографским и едафским проблемима – као што су нагиб, експозиција, појава стјеновитости и каменитости на самој површини – ова земљишта прате недостатак или превелика количина воде, плиткост земљишта, као и неповољности у погледу хранљивости земљишта. Постоји много важних повезаности између физичких, хемијских и биолошких својстава земљишта која директно утичу на избор врсте.

Дубина земљишта као простор у коме се развија коријен једна је од најважнијих особина при одабиру врсте за оснивање шума. Плитко земљиште са непропусним хоризонталним слојевима може значајно редуковати развој коријена у дубину и тиме проузроковати многе проблеме кроз губитак воде у сушним периодима и задржавање воде формирајући забаривања. Дубина земљишта и хоризонтална пропусност на нагнутим теренима имаће значајан утицај на појаву земљишне ерозије, а тиме и могућ избор врста. Брзина којом вода ишчезава из површинског слоја земљишта, или, боље рећи, способност земљишта да задржи влагу веома често одређује коју врсту треба посадити. Зато врсте са плитким коријеном треба садити на глиновитим и кречњачким земљиштима, гдје на мањој дубини постоји чврст, непропустан слој. На плитком земљишту, на растреситој подлози као и са вертикалном слојевитошћу, приступачност влаге готово је иста као и на дубљим земљиштима. Обрнуто, земљишта која се образују на компактној стијени или са хоризонталном слојевитошћу, после кише могу бити превише влажна, што је такође сметња успјешном пошумљавању, али у сушном периоду та земљишта могу бити веома сува.

Увид у водно-ваздушна својства земљишта може пружити поуздане информације за опстанак и развој аутохтоних или алохтоних врста. Микрорељеф може имати суптилан, али значајан ефект на особине земљишта које нису нимало занемариве у општој мапи земљи-

шта. Микроелементи се могу налазити изнад или испод критичног нивоа, тешки метали могу флукуирирати непримјетно у дубини или заслањеност земљишта може доћи до критичног нивоа. Углавном, на земљишту које задовољава потребе посађених биљака за механичком потпором и хранљивима засад ће бити успјешан. Врсте које имају жилу срчаницу која може продријети дубоко у земљиште стабилније су него врсте са плитким коријеном. На земљишту које због својих физичких особина боље задржава влагу пошумљавање је сигурније. На растреситим или плитким земљиштима оснивање нових шума теже успијева због претјераног сушења површинског слоја под утицајем директне сунчеве свјетлости.

Поред физичких особина земљишта, важна су и **хемијска својства земљишта**. На голетима често нема значајнијег хумусног слоја па се треба опредијелити за пионирске врсте у првој генерацији. Тек касније, у сљедећим генерацијама, ове врсте се могу замијенити другим које ће формирати трајне шумске заједнице. **Плодност земљишта** је важан елемент у избору врсте и оснивању нових шума. Иако знамо да ће дрвенасте врсте расти боље на плодном земљишту, у веома малом броју случајева ће плодно земљиште бити на располагању. Треба имати у виду да многе лишћарске врсте (у односу на четинарске) нису у могућности расти на сиромашним земљиштима или земљиштима са слабо расположивим хранљивим материјама. Као врста која успијева на сиромашним земљиштима, при томе вежући слободни азот и поправљајући особине земљишта, може се препоручити нпр. багрем. У великом броју случајева, на располагању имамо веома кисела земљишта са рН вриједности мањом од 4,5 или базна са вриједности преко 7,5. Зато је важно знати које врсте су нетолерантне на екстремно кисела или базна земљишта и треба их избјегавати у избору. Генерално, дрвенасте врсте су више адаптиране на кисела земљишта. Многе четинарске врсте расту одлично у рН вриједности од 4,5 до 6,5, док лишћарске врсте имају оптималне вриједности у рангу неутралног земљишта.

Уз све напријед наведене карактеристике станишта, такође треба узети у обзир друге еколошке факторе и потенцијалне опасности од пожара, инсеката, болести, испаше стоке, дивљачи и др.

7.3. Биоеколошке карактеристике врсте

Ниједна врста за ширу употребу не треба бити изабрана прије него што се непосредно или посредно не утврди степен компатибилности између њених биоеколошких карактеристика и услова средине.

Аутохтоне врсте које од природе добро успијевају у околини најсигурније су рјешење. Уколико се не користи домаћа врста, избор и процјена врста које се уносе на станиште мора бити изузетно пажљива како би одабрана врста у датим станишним условима могла напредовати. Станишни и климатски услови на којима алохтона врста расте у својој домовини може да се компарира са предложеним стаништем за пошумљавање. Међутим, специфични микроклиматски услови могу утицати негативно на раст одређене врсте иако су општи станишни услови слични или готово једнаки изворним. Врста може бити елиминисана повремено екстремним температурама, гдје просјечне температуре ширег подручја не могу довољно прецизно показати и температурне екстреме. Посебно су опасни екстремни који се дешавају једном у неколико деценија. Као примјер може се навести велики број врста еукалиптуса које би успјешно расле у континенталном подручју много година, али бивају уништене ниским температурама за које је довољно да се догоде једном у 10–20 година. Такође, други климатски фактори који се теже или ријетко приказују у метеоролошким извјештајима могу проузроковати значајне штете на новооснованим шумама, као што су суви вјетрови, инсолација и др.

Код избора врсте свакако треба водити рачуна да се, уз прилагођеност станишним условима, обезбјеђује намјена подизања нових шума. Зато би код избора врсте прилагођене станишним условима предност имала она која боље одговара намјени (продукција дрвне масе, квалитет дрвета или побољшање станишних услова). Овдје треба имати у виду све карактеристике врсте у смислу газдовања у једнодобним шумама (борбе са коровом, брзине склапања склопа, чишћења од грана, реакције на прореде и сл.).

Није занемарива чињеница да треба бити у комуникацији са произвођачима садног материјала и избор врсте провјеравати у складу са **расположивим садним материјалом**. Најбољи примјер тренутно код нас јесте препоручена садња дуглазије на већим површинама јер, према актуелним истраживањима, ова врста биљежи готово три пута већи запремински прираст од смрче или бијелог/црног бора на сличним стаништима (Мрзић, 2023). У исто вријеме, недостатак сјемена ове врсте и недовољна количина квалитетних садница могу бити ограничавајући фактор. Посебна проблематика у вези са овом врстом јесте недовољно истраживања и резултата везано за најбољу и препоручену провенијенцију за одабрана станишта.

Заједно са напријед набројаним факторима, у избор врсте треба укључити и **социјални аспект**, захтјеве локалне заједнице, која обич-

но прати локална знања и традиционална искуства везана за одређене врсте. На крају, приоритет треба дати угроженим врстама, врстама мањег ареала распрострања, као и врстама обухваћеним Програмом очувања генетичких ресурса (Матаруга и сар., 2014).

7.3.1. Избор на нижем нивоу од врсте

Раније се говорило само о врсти којом се пошумљава. Данас, посебно у аспекту најављених климатских промјена, све више се истиче значај провенијенције. Одавно је познато да се индивидуе одређене врсте које се јављају близу границе природног распрострања (ареала), при њиховој природној миграцији, појављују на мјестима на којима станишни услови више одговарају центру распрострања. Ако је нпр. у питању сјеверна граница распрострања неке врсте или на вишим надморским висинама, онда се индивидуе посматране врсте јављају на топлијим положајима и присојним експозицијама. Тако се на јужним границама свог природног распрострања или нижим надморским висинама индивидуално врста јавља у хладнијим локалним стаништима. Све ово треба имати у виду код избора екотипова предложене врсте.

Локалне провенијенције имају своју предност јер су кроз еволуцију опстале и изградиле јаке селекционе механизме који обезбјеђују већи степен отпорности, односно толерантности на локалне станишне услове, као и болести и штеточине. Данас се јасно уочавају разлике између географских зона и станишта. Полазећи од тог сазнања, данас се настоје наћи најбољи екотипови тј. климатипови. Јединствен и најчешће коришћен термин јесте – адекватна провенијенција. Међу њима постоје разлике у брзини раста, почетку отварања пупољака, завршетку вегетације, отпорности на појаву климатских екстрема, отпорности према болестима и штеточинама, пунодрвности, грађи и текстури дрвета, смолovitости и др. Сва наведена својства не могу се наћи у једној форми. У овом смислу највише се одмакло у платажном шумарству, гдје не постоји дилема у избору врсте већ се бира клон, сорта, форма и сл.

У исто вријеме, чести су случајеви када интродукована врста даје много боље резултате у скоро свим функцијама оснивања нове шуме. Да би били сигурни у успјех алохтоне врсте, потребно је успостављање дугорочних и свеобухватних огледа. Они треба да буду постављени на површинама које нису само репрезент подручја која ће бити пошумљена, него и на површинама на којима се јављају екстремни временски услови, који ће такође бити предмет оснивања нових шума у будућности. Важно је укључити микроклиматске екстреме, експозиције,

мразна подручја, екстреме у смислу типа земљишта, водних особина, дубине и сл. Опажања током огледа у смислу сезонских и других промјена веома су битна и могу представљати значајан извор информација у прилог дугорочне стабилности одређених провенијенција.

Све ово се реализује кроз провенијеничне тестове, те за велики број врста постоји неопходност трансакционалне прекограничне сарадње. Коришћење стандардних шема садње, укључујући заједничке провенијенције у огледима, створило је могућност тачније процјене потенцијала бројних значајних врста из родова: *Pinus*, *Pseudotsuga*, *Eucalyptus* и др. Ипак, поред могућности коришћења ових интернационалних података, препоручује се постављање локалних тестова. У последњих неколико деценија објављен је велики број књига и публикација које преко софистицираних метода компјутерске анализе климе и земљишта поједностављују избор подесних врста и провенијенција.

Избор врста почиње са квалитетним сјеменом и садним материјалом. У том погледу, насљедне карактеристике родитељских стабала од велике су важности. Строги критеријуми за сјеменске изворе пружају гаранцију генетичког квалитета и заштиту од грешака са катастрофалним посљедицама. Сјеме се мора сакупљати са најквалитетнијих стабала, а не оних са којих је најлакше сакупити, што је предуслов генетичког квалитета. Пренос шумског репродуктивног материјала може се кретати од неколико километара до неколико стотина километара, чак и са једног континента на други. Пренос (трансфер) шумског сјемена и садног материјала мора бити заснован на научним резултатима добијеним у тестовима у расадницима и тестовима на отвореним пољима. Многи проблеми се могу избјећи управо правилним избором провенијенције. У ранијој литератури се често наводио радијус у коме се сакупља сјеме и подиже нова шума. Тако се препоручивала провенијенција у хоризонталном растојању од 150 km и вертикалној разлици у надморској висини 300 m. Данас се ово може задржати уз препоруку (уважавајући моделе климатских промјена) да помјерање иде до 150 km према сјеверу и до 300 m на више надморске висине.

7.3.2. Утицај врсте на станиште

Поред утицаја станишта на избор врсте у смислу успјеха и коришћења потенцијала те економског ефекта, код избора врсте такође је важан и утицај саме врсте на станиште гдје се оснивају нове шуме. Тај утицај може бити веома значајан и далекосежан. Нарочито су важни утицаји на хемијска и водно-ваздушна својства земљишта. Одабране врсте морају штитити земљиште и унаприједити његову плодност.

Када се пошумљавају деградирана станишта, онда код употребе више врста треба бирати оне врсте које спадају у групу мелиоративних.

Сигурно да ће правилним избором врсте и формирањем стабилних шумских заједница бити утицаја на:

- мања дневна и сезонска температурна колебања (екстреме);
- влажност ваздуха и земље, која је већа и уједначенија;
- температуру земљишта, која је у шуми зими већа, а лети мања него у отвореном простору, ерозионе процесе, који су мањи или потпуно заустављени, као и деградацију земљишта;
- мање ударе вјетра.

Такође, веома важна компонента избора врсте јесте њен утицај на доступност, стање и кретање вода. Пошто је доступност воде једно од великих питања данашњице и очекује се да ће бити погоршано климатским промјенама, однос између шума (посебно вјештачки основаних шума) и водоснабдијевања од кључног је значаја. Данас се могу наћи дијаметрално различити резултати истраживања у смислу позитивног или негативног утицаја оснивања шума на водни режим. Сви ови резултати се могу генерисати у два кључна закључка (Evans, 2009):

- 1) Да би се минимизирала ерозија, најбоље је задржати неометану аутохтону шуму и вегетацију, укључујући травне заједнице. Тамо где се врши садња дрвећа, неопходно је ограничити нарушавање земљишта и подстаћи зону доњег спрата вегетације и добро развијен слој стеље.
- 2) Пошумљавање земљишта гдје засађено дрвеће замјењује травне формације, шикаре и шибљаке или деградирано земљиште обично ће смањити екстремне и просјечне елементе протока воде, мада тамо гдје постоји добра инфилтрација, основни токови могу бити продужени. Појаве малих до средњих бујичних токова и посљедичних поплава могу бити смањени дјеловањем шуме.

Избор врсте у погледу очувања угрожених екосистема може бити веома значајан, уз напомену да неће имати главну улогу. Досадашња истраживања показују да је у сваком газдовању вјештачки основаним шумама биодиверзитет био побољшан сљедећим активностима:

- одабиром аутохтоних врста за садњу у односу на алохтоне;
- очувањем постојећих природних карактеристика – фрагмента аутохтоне шуме (као извори сјемена за сљедећу генерацију);
- избјегавањем оснивања шума на мочварним и другим специфичним и ријетким стаништима;
- задржавањем појединачних старих, необичних или веома великих стабала;

- подстицањем развоја дрвећа свих узраста и услова, укључујући продужење дужине ротације да би се симулирали услови „старог раста”;
- избегавањем уједначености и употребе једне врсте на великим површинама;
- обнављањем традиционалних пракси у начину садње, газдовања и коришћења дрвета, гдје је то могуће.

Важна улога код избора врсте јесте у процесу рехабилитације или биоремедијације деградираних станишта, као што су депоније, рударски откопи, јаловине и сл. Овдје је свакако први циљ да се поврати продуктивност деградиране локације користећи „пионирске” врсте дрвећа. Често се користе врсте са изузетном физиолошком толеранцијом за побољшање услова на локацији и покретање процеса формирања земљишта, као што су врсте из родова *Populus*, *Alnus*, *Betula*, *Pinus*, *Salix* и други пионири.

7.3.3. Једна или више врста?

Већ раније су наведене добре стране употребе оне врсте која најбоље одговара датом станишту. Шумарски стручњаци при томе нису везани само за једну врсту, већ их могу комбиновати онако како то најбоље одговара станишним условима и прикупљеним знањима. Раније су се углавном подизале монокултуре, док су мјешовите биле веома ријетке. Међутим, стечена искуства иду у правцу предности мјешовитих засада. Ова чињеница је базирана на поставци да оно што важи за природне шуме важи и за вјештачки основане. Засади основани са већим бројем врста карактеришу се бољим коришћењем производних потенцијала станишта, позитивнијим утицајем на својства земљишта, мање су изложени нападима болести и штеточина, стабилнији под утицајем абиотичких фактора, и на крају, разноврснији дрвни сортименти дугорочно смањују ризик планирања и продаје.

Избор више врста представља мултиплицирање активности и сложености о којој је дискутовано код избора једне врсте. Углавном, правилан избор више врста утицаће на успјех новоосноване шуме. Сложеност избора врсте је већа код пошумљавања давно обешумљених површина него што је то случај са површинама гдје је у скорашње вријеме вршена сјеча и уклоњена већ постојећа вегетација.

Код садње са више врста углавном једна представља главну (доминантну), а остале споредне (пратеће) врсте. Доминантна врста учествује у највећем броју случајева, преко 50% укупног броја садница, док друге, пратеће врсте чине у укупном збиру мањи проценат од до-

минантне. У случају мјешовите садње двије или више врсте, обично је доминантна врста она која даје највеће приносе, која има бржи пораст у висину и која формира горњи спрат. Пратеће врсте су у нижим спратовима, прате формирања склопа и имају функцију унапређења квалитета производа доминантне врсте и побољшања станишних услова. Важно је да пратећа врста буде у мањем проценту и тако распоређена да не омета развој доминантне врсте. Иако се дуго времена промовише значај употребе више врста, у пракси се углавном код оснивања нових шума користи једна врста.

Монокултуре или чисте вјештачки основане шуме. Уопште посматрано, врсте са густом крошњом и врсте које образују и одржавају потпун склоп током читаве животне доби погодне су за гајење у облику монокултура, јер је њихов склоп главни чинилац у заштити станишта. Мада су у биолошком смислу чисте културе мање пожељне од мјешовитих, постоје извјесне предности, као нпр.:

- оснивају се и одржавају у првим фазама лакше од мјешовитих,
- газдовање током читавог животног вијека је једноставније,
- природно чишћење од грана је уједначеније него у мјешовитим,
- њихово искоришћавање је економичније, јер се саде оне врсте чија је потражња на тржишту највећа,
- касније комплетирање (попуна због насталих губитака) последице садње је јефтиније,
- потребно је мање знања и искуства.

У нашим условима, треба имати у виду да се највећи обим пошумљавања реализује на голетима, за које је потребно, прије свега, мелиоративно дејство унесене врсте. На таквим голетима нема много алтернатива, јер ту може да успијева мало врста. Зато ће екстремни услови на површинама на којима се планира пошумљавање углавном усмјеравати активности у правцу оснивања монокултура.

Поликултуре или мјешовите вјештачки основане шуме. Све наше врсте се могу гајити у поликултурама. Најчешће се мијешају врсте са ријетком и густом крошњом, при чему треба истаћи да смјеша може бити стална или привремена. Правила у поступку коришћења више врста могу се сублимирати на следећи начин (Stilinović, 1991):

- смјеша може успјети ако су постојећи услови станишта повољни за нормалан развој свих врста које се користе;
- смјеша се мора планирати тако да је сачињавају врсте које не умањују квалитет станишта;
- свакој врсти се мора дати потребан простор за раст (довољно свјетлости, топлоте, влаге...);

- врсте сјенке могу да се саде заједно у смјеши ако им је динамика раста приближно иста или да се споријој врсти да предност ранијом сјетвом/садњом;
- врсте сјенке се могу мијешати са врстама свјетлости под условом да ове друге расту брже у висину;
- врсте свјетлости по правилу не треба мијешати, осим на веома добром земљишту без опасности његове деградације;
- врсте свјетлости у комбинацији са врстама сјенке се углавном саде појединачно, а не групимично.

Предности засада са двјема врстама или више врста:

- боље користе производни потенцијал станишта;
- квалитет дрвета (уз правилан избор врста) је већи;
- врсте са плитким у комбинацији са врстама са дубоким коријеновим системом образују засаде отпорније на ударе јаких вјетрова и потпуније користе земљишне слојеве, као и влагу из земљишта;
- у мјешовитим лишћарско-четинарским засадима простирка се брже разлаже и не образује сиров хумус;
- врсте осјетљиве на температурне екстреме мање страдају у комбинацији са отпорнијим;
- мање је присуство болести и штеточина;
- опасност од пожара је мања, посебно у мјешовитим лишћарско-четинарским засадима;
- грешке лошег избора врсте умањују се помоћу више врста;
- мања је економска штета као посљедица промјена на тржишту које се кроз вријеме мијења тј. лакше је прилагођавање захтјевима тржишта;
- мјешовити засади имају већу пејзажну вриједност, као и улогу у очувању биодиверзитета.

Као што је већ напријед наведено, уз све предности мјешовитих засада, до данас је њихова употреба у пракси знатно мања од монокултура. Разлоге треба тражити у једноставности оснивања монокултура на већим површинама, цијени садног материјала (користе се јефтиније саднице четинара), мањим грешкама ако се користе пионирске врсте (нпр. црни бор) на свим стаништима јер се успјех мјери краткорочно, пријемом садног материјала, а не дугорочно, прирастом и продукцијом дрвне масе.

Углавном се оснивају једнодобне поликултуре. Предност разnodобним поликултурама може се дати:

- када брз пораст и висока економска вриједност једне или више врста омогућавају да се проредама добије материјал који се може продати и брзо вратити уложена средства, док друга врста остаје до краја опходње;
- када се мора основати „преткултура” за заштиту друге осјетљиве врсте;
- када се због ниже цијене пошумљавања неком врстом ради попуњавање празнина, одакле ће она бити уклоњена у току раније прореде.

Према распореду, мијешање двије или више врста може бити појединачно, у редовима, у пругама, и групимично (блокови) (шема 7-2А). Код **појединачног** мијешања, једна врста је углавном окружена другом, при чему се значајно разликују доминантна и пратећа врста (шема 7-2А). Примјењује се на уједначеним станишним условима, гдје се експлицитно истиче мјешовитост врста и гдје се јасно даје предност једној врсти (често се користи код храстова као доминантних врста). Слично је и код садње **у редове**, гдје се бројем редова истиче доминантност једне у односу на другу врсту. Упоредо са шемом садње која подразумева потпуну мјешовитост на читавој површини, мјешовитост се може обезбиједити употребом више доминантних врста (шема 7-2Б). У том случају препоручује се садња у пруге или блокове (мозаично). Садња **у пруге** има предност једноставније садње, посебно у механизованим случајевима (шема 7-2В). Садња **у блокове** долази у обзир и у случајевима оснивања нових шума на већим површинама гдје се мозаично смјењују станишни услови (шема 7-2Г). Тада се оснивање нових шума реализује садњом више врста које се саде мозаично, прилагођавајући се управо станишним условима. Ово је чест случај на брежуљкастим теренима који су различитих експозиција, благих долина и гребена.

Двије или више врста могу имати једнак или различит проценат учешћа, што одређује величина површине микростаништа које одговара датој врсти. Овај начин садње комбинује предности монокултура и поликултура и може се препоручити у највећем броју случајева. Тако се у долинама, нижим надморским висинама, дубљем земљишту, сјевернијим експозицијама могу садити најпродуктивније и захтјевније врсте које ће максимално искористити потенцијал станишта. У исто вријеме, на другим микролокалитетима саде се врсте са израженијим својствима побољшања станишних услова. Све заједно даје мозаичност, већи диверзитет и отпорност на болести, штеточине, вјетрове, ниске или високе температуре, сушу и др.

На крају овог поглавља може се извести закључак да треба тежити оснивању поликултура са увијек јасно дефинисаном једном доминантном врстом која највише одговара станишним условима и која обезбјеђује суштину намјене новоосноване шуме. Пратеће врсте својим постојањем помажу остваривању циљева доминантне врсте и употпуњују значај основане шуме. Оне обезбјеђују већи диверзитет, већу стабилност, пејзажну разноликост и смањују могућност грешке.

x	o	x	o	x	o	x	o
x	x	o	x	x	x	o	x
x	o	x	o	x	o	x	x
o	x	o	x	x	x	o	x
x	x	o	x	o	x	x	o
x	x	x	o	x	x	x	x
x	o	x	o	x	o	x	o
o	x	o	x	x	x	o	x

а) појединачно

x	x	o	o	x	x	o	o
x	x	o	o	x	x	o	o
x	x	o	o	x	x	o	o
x	x	o	o	x	x	o	o
x	x	o	o	x	x	o	o
x	x	o	o	x	x	o	o
x	x	o	o	x	x	o	o
x	x	o	o	x	x	o	o

в) у пруге

x	x	o	x	x	o	x	x
x	x	o	x	x	o	x	x
x	x	o	x	x	o	x	x
x	x	o	x	x	o	x	x
x	x	o	x	x	o	x	x
x	x	o	x	x	o	x	x
x	x	o	x	x	o	x	x
x	x	o	x	x	o	x	x

б) у редовима

x	x	x	x	o	o	o	o
x	x	x	x	o	o	o	o
x	x	x	x	o	o	o	o
x	x	x	x	o	o	o	o
o	o	o	o	x	x	x	x
o	o	o	o	x	x	x	x
o	o	o	o	x	x	x	x
o	o	o	o	x	x	x	x

г) у блокове

Шема 7-2. Начин мијешања врста

а) појединачно (x – главна врста = 64%, o – пратећа врста = 36%);

б) у редовима (x – главна врста = 75%, o – пратећа врста = 25%);

в) у пруге (x – главна врста = 50%, o – пратећа врста = 50%);

г) у блокове (x – главна врста = 50%, o – пратећа врста = 50%)

7.4. Доступан ниво инвестиција

Важан фактор у одлуци избора врсте свакако могу бити и расположива финансијска средства. Такође, често се поставља питање уложене инвестиције и времена поврата економске добити. Зато овдје треба имати у виду:

- трошкове оснивања, његе, одржавања, заштите и осталих шумскоузгојних мјера;
- вриједност проредног материјала током једне или више прореда;
- дужину опходње и
- вриједност дрвета у доба зрелости.

Трошкови улагања су важни због дужине опходње, због чега се значај инвестиције смањује са краћом опходњом. У случају оснивања нових шума са циљем прихода у краћој опходњи бирају се оне врсте које брзо расту и чији су сортименти мањих димензија и имају већу вриједност на тржишту (чест случај у оснивању засада са багремом који се користи у кратким ротацијама за производњу виноградарског коља или стубова).

7.5. Неки примјери алата и метода у избору врста

Постоје бројни алати или методе које предвиђају успјех врсте на одређеном подручју и успјех на мјесту које се пошумљава. С времена на вријеме и на различитим мјестима широм свијета много различитих система се користи као помоћ (алат) у приједлогу избора врсте кроз *он-лајн* програме. Углавном се већина ових система базира на факторима: температури, количини падавина, плодности земљишта и доступној влажности у земљишту. Поред овога, постоје и други, софистициранији примјери система који углавном захтијевају више детаљних мјерења станишних карактеристика, прије свега климе и земљишта. Компјутерски програм обезбјеђује исцртавање мапа које показују гдје су још климатски услови у свијету слични. Недостатак овог начина избора врсте лежи у чињеници да мапе природне дистрибуције врста не укључују пун опсег климатског окружења унутар сваке врсте, као и чињеницу да програми често не узимају у обзир карактеристике земљишта које могу имати већи значај него климатске карактеристике у одређивању подесне врсте. Овакви програмски пакети се користе дужи низ година. Један од првих описали су Хакет и Ванклеј (1998) – тај систем предвиђа развој биљака у релацији са климатским и земљишним каракте-

ристикама, а назив програмског пакета је *PlantGro*TM. Овакви и слични алати могу послужити тек као основне смјернице које врсте могу бити подесне за коришћење на одређеном подручју. Сљедећи корак би био оснивање компаративних тестова са више врста који би показали перформансе и реакције. До избора главне врсте могу проћи деценије тестирања, како би добили подесну врсту са најбољим резултатима на датом станишту.

7.5.1. Еленбергови коефицијенти

Предложени модел објективнијег избора врста користи квантификаторе биоеколошких параметара врста које је поставио Еленберг (Ellenberg, 1974), и касније други аутори дорађивали (Pignatti et al., 2005; Ellenberg & Leuschner, 2010; Julve, 2015). Нашем поднебљу прилагођени, могу се користити коефицијенти дефинисани у уџбенику Дендрологије (Цвјетићанин и сар., 2016). Оригинална скала је са 9 степени, али су могуће модификације, па се у нашим условима може примијенити скала са 5 степени, која има вриједности за пет еколошких фактора: свјетлост (С), температуру (Т), влажност (В), реакцију земљишта (Р) и количину азота у земљишту (Н), док вриједности за континенталност (К) и салинитет (С) за наше поднебље нису од пресудне важности. Све вриједности су дате за одрасле примјерке одређене врсте у вегетационој сезони (вријеме пуног развоја лишћа).

С = свјетлост

- индикатори дубоке сјенке (сциофите);
- индикатори сјеновитих станишта, које понекад налазимо и на отворенијим положајима;
- индикатори полусјенке, ријетко на пуном свјетлу (полусциофите);
- генерално на добро освијетљеним положајима, али толеришу и дјелимичну сјенку;
- биљке пуног свјетла, никад у сјенци (хелиофите).

Т = температура

- индикатори хладних, високопланинских и арктичких станишта (фригорифите, микротермне биљке);
- индикатори свјежих станишта, најчешће високопланинских или субалпских положаја;
- индикатори умјерених температурних прилика (мезотермне биљке);
- индикатори топлих станишта (већина субмедитеранских врста);

- индикатори екстремно топлих станишта, нарочито у медитеранској области (термофилне биљке).

В = влажност

- индикатори екстремно сувих станишта (ксерофите);
- индикатори сувих станишта, чешће их налазимо на сувим него свјежим земљиштима, никад на влажним стаништима;
- индикатори умјерено влажних, свјежих земљишта, која никад не плаве нити пресушују (мезофите);
- индикатори влажних, али не мокрих земљишта;
- индикатори мокрих станишта, често засићена водом и лоше аерисана земљишта (хигрофите).

Р = реакција земљишта

- индикатори екстремне киселости, никада не долазе на слабо кисела или базична земљишта (ацидофите);
- индикатори киселих земљишта, али их такође налазимо и на земљиштима неутралне реакције;
- индикатори умјерено киселих земљишта, понекад на неутралним земљиштима;
- индикатори слабо киселих до слабо алкалних земљишта (неутрофите);
- индикатори базичних и кречњачких земљишта (базофите).

Н = количина азота у земљишту

- индикатори станишта сиромашних азотом (олиготрофне биљке), чешће долазе на земљишта оскудна у азоту него на она богатија;
- индикатори земљишта средње богатих азотом (мезотрофне биљке), чешће на земљиштима богатим азотом него на оним сиромашним;
- индикатори земљишта екстремно богатих азотом (нитрофите и еутрофне биљке; показатељи загађења).

Д = дубина земљишта

- веома плитко – 1 до
- веома дубоко земљиште – 5

Упоредо са дефинисаним синфакторима (скалама карактеристичним за врсте) који су уско и прецизно дефинисани, дефинишу се и идиофактори различите ширине за све анализиране врсте и факторе који одговарају станишним условима. У основи ових фактора су бројни радови о вегетацији, који дају податке о еколошком карактеру неких шумских заједница. На крају се постављају логички услови: ако неко

станиште има одређену комбинацију идиофактора – које врсте својим екоиндексима (синфакторима) одговарају том станишту?

Након овог корака, анализирају се резултати. Могућа су два типа проблема: а) станишта са превеликим бројем врста (нпр. станиште јеле–смрче–букве које одговара великом броју врста), те идиофактори и синфактори не помажу у избору врсте, али и б) станишта без иједне врсте која задовољава услове, што такође није адекватно рјешење. По природи ствари, станишта великог потенцијала су први, а критична, екстремна станишта други. Послије овога, могуће су корекције вриједности идиоиндекса – ако резултат исправља уочену нелогичност. Међутим, након тих корекција, мора се сагледати укупни нови резултат, јер измјена има посљедице на сва, а не само на циљана станишта. Тада се могу уочити проблеми типа а) и б), што значи да се морају преиспитати сининдекси. Након корекције, мора се поново сагледати укупни нови резултат, и тако неколико кругова.

Свакако да су Еленбергови индикатори од велике користи да се објективним параметрима међу бројним врстама бирају она/оне које највише одговарају датом станишту. Послије дефинисаних врста, за сваки тип станишта описан у претходном тексту приступа се ужем избору врста који излази из оквира еколошких параметара (идиоеколошких и синеколошких), а посматрају се:

- економски моменти – такође су битни: асортиман који нуди нека врста дрвета, као и вриједност појединих производа на тржишту свакако су важни при планирању одабира врсте и расадничке производње;
- заштитарски моменти – односе се на статус појединих врста у смислу заштите природног наслеђа, тј. заштићене врсте у смислу Закона о шумама, тј. ендеми, реликти и ријетке врсте. Уважавајући концепте чувања и унапређења генетичких ресурса (Матаруга и сар., 2014), гајење ових врста *ex situ* посматрамо као вид њихове успјешне заштите. Вриједност ових врста важна је из угла самог биодиверзитета;
- социјални моменти – односе се на истоимену функцију шума, и нарочито на шуме посебне намјене, које ову функцију имају као примарну;
- расадничарски моменти – структура постојећих и досадашњих површина, количина и система производње садница, лакоћа и цијена сакупљања сјемена, итд.

8. ПРИПРЕМА И ОБРАДА СТАНИШТА ПРИЛИКОМ ОСНИВАЊА ШУМА

Да би сјеме или саднице имале што боље услове за почетак одвијања животних процеса на терену, потребно је да буду стављени у што повољније услове средине. Од момента када се сјеме посије или саднице посаде, њихов опстанак, раст и развој углавном зависе управо од квалитета припреме и обраде земљишта. Не треба заборавити да саднице у расадницима имају све потребне услове за оптимални развој и да пресадња на терен узрокује стрес. Интензитет стреса је дефинисан разликом станишних услова између расадника и мјеста садње (мјеста оснивања нове шуме). Зато, иако скупа и компликована, припрема станишта треба да побољша станишне услове стварајући погодну средину за раст и развој садница одмах по пресадњи. Четири су основна разлога припреме станишта (Lowery & Gjerstad, 1991):

- 1) очистити остатке претходних активности на сјечи да би се олакшала садња,
- 2) смањити конкуренцију компетиторских врста,
- 3) побољшати особине земљишта и
- 4) умањити обим активности после садње садница.

Припрему површине за вјештачко оснивање шума треба спровести темељно и пажљиво јер се изводи свега једанпут у животу основане шуме. Мјере рада у припреми станишта за оснивање нових шума дефинишу се: а) хронологијом; б) интензитетом; в) јачином и г) временом извођења. У оснивању нових шума, хронологија се своди на низ операција које почињу уклањањем постојеће вегетације (ако постоји) до обраде земљишта. Интензитет подразумијева употребељени обим рада који је примијењен да би неко станиште било доведено у облик погодан за оснивање нове шуме (потпуна или дјелимична обрада). Јачина подразумијева степен промјене у структури постојећег екосистема на површини на којој се врши припрема станишта. Код времена извођења ових активности у току године, треба уважавати специфичност станишта и годишњих доба са циљем постизања најбољих резултата.

Припрема станишта се сматра операцијом у којој се у највећој мјери може примијенити механизација. За ту сврху се користе машине и алати за сјечу, крчење и обраду земљишта. У исто вријеме, један од највећих проблема на нашим подручјима јесте немогућност коришћења механизације која се производи и користи у земљама које највише практикују механизовану припрему (Канада, Шведска и Финска) и које карактерише другачији терен. Специфичности подручја у смислу орографије, едафских, климатских и биолошких препрека захтијевају другачији дизајн машина и уређаја који су скупи. То је препознато као једна од слабости читавог концепта механизоване припреме, уз недостатак обучене радне снаге код нас. Ипак, очекује се даљи развој механизованих средстава рада у свим дијеловима свијета, што би требало довести до њихове шире употребе у оснивању нових шума.

Ефикасност припреме станишта зависи од усклађивања метода припреме станишта са условима локације, врстама дрвећа, конкурентском вегетацијом, климом и циљевима оснивања шума. У неким случајевима предност треба дати мање инвазивним методама или припреми станишта на мањој површини уколико би се тиме сачувао дио постојећег екосистема и уједно смањили трошкови припреме станишта. Неодговарајућа припрема може негативно да утиче на хемијске, физичке, хидролошке и биолошке карактеристике земљишта и микроклимата. Резултат тога је неуспјех у оснивању нових шума.

Припрема станишта мора бити посматрана у интеракцији са карактеристикама садног материјала. Резултати употребе различитих типова садног материјала треба да дају информацију о успјешности припрема станишта у оснивању нове шуме. Досадашње анализе указују да мањи интензитет припреме станишта може захтијевати квалитетније саднице, које су скупље, или димензијама веће саднице, које су способне да се боре са конкурентском вегетацијом, што поскупљује саму садњу (Löf et al., 2012). Уколико се механизована припрема изводи на повољним теренима, цијена припреме станишта може да буде мала у односу на друге трошкове као што је нпр. ограђивање.

Истраживања урађена на подручју Републике Српске указују да је просјечна цијена оснивања једног хектара нове шуме, која укључује припремне радове, садњу, одржавање три године након оснивања шума, материјалне трошкове и трошкове рада, око 7.800 конвертибилних марака – еквивалент *цирка* 4.300\$ (Чомић, 2021). На припрему станишта, према овим нормама, на пошумљавање отпада око 15% трошкова. Имајући у виду мали опстанак садница након садње и трошкове који се у другим државама крећу око 30–50%, јасно је да је по-

требно значајно повећати средства и активности на припреми станишта за оснивање нових шума да би се постигао циљ.

Припрема и обрада станишта обухвата двије основне категорије:

1. третирање вегетационог покривача,
2. третирање земљишта.

8.1. Третирање вегетационог покривача

Третирање вегетационог покривача, или „управљање вегетацијом”, на површинама на којима се врши оснивање нових шума често се сматра есенцијалним за опстанак и развој посађених садница. По Стилиновићу (1991), третирање вегетационог покривача обухвата:

- припремне радове на земљишту обраслом дрвећем,
- сјечу и уклањање заосталих стабала старе састојине и друге вегетације,
- крчење пањева и чишћење земљишта,
- чишћење земљишта од корова, жбуња и другог материјала.

Припремни радови на земљишту обраслом дрвећем подразумевају уклањање једног дијела стабала у циљу продирања свјетлости до саме површине. Ове активности обезбјеђују развој садница после сјетве или пресадње.

Сјеча и уклањање заосталих стабала старе састојине и друге вегетације може да буде различита по свом интензитету и јачини зависно од почетног стања. Најчешће се тај процес односи на поступак уклањања стабала, грмља и вегетације користећи моторне тестере, харвестере или машине са монтираним „маказама” које се користе за сјечу.

Врши се кроз радове категорисане на основу стања вегетационог покривача:

- припремне радове на свјежим сјечинама – уколико је уклоњен сав вегетациони покривач, нпр. уколико је извршена чиста сјеча у некој категорији шума у циљу оснивања нове шуме;
- припремне радове у деградираним и изданачким шумама у којима је потребна мелиорација или допуна природном подмлатку. Вријеме сјече стабала која се уклањају треба прилагодити тако да не дође до оштећења постојећег природног подмлатка;
- припремне радове у постојећим састојинама. Ова сјеча се понекад врши након што се изврши парцијална припрема станишта (на мањим површинама, гдје је то могуће) те надстојни спрат

дрвећа штити подмладак и саднице од екстремних утицаја спољне средине.

Крчење пањева и чишћење земљишта обухвата низ радних операција које имају за циљ да се са површине намијењене за оснивање нове шуме уклони заостали материјал (послије сјече), који представља сметњу при оснивању шума или током њиховог раста. Вађење пањева је много скупља операција у односу на иверање или мљевање, уз чињеницу да у другом случају органска материја остаје на површини која се припрема за пошумљавање. Постоји мишљење да пањеве треба оставити јер ће спречавати ерозију, својом декомпозицијом обогатити земљиште органском материјом и обезбиједити бољи водно-ваздушни режим у земљишту. Фактори од којих зависи учинак при иверању пањева су: врста дрвећа, просјечан пречник пања и просјечно вријеме прелаза од пања до пања.

Чишћење земљишта од корова, жбуња и другог материјала обухвата радне операције које се одвијају након уклањања стабала и друге вегетације и могуће га је вршити ручно или машински. У неким државама (најчешће у САД) користи се метод контролисаног спаљивања. Трендови очувања животне средине и потребе за смањењем емисије угљен-диоксида и других гасова, појава ерозије и негативних ефеката на земљиште, као и угрожавање људског здравља доводе до тога да се контролисано спаљивање глобално смањује на минимум или потпуно искључује (Ravi et al., 2019).

Код нас се уклањање грађевине и жбуња послије сјече углавном реализовало слагањем на хрпе или редове. Тако сложена грађевина је паљена или су саднице једноставно сађене између сложајева. Она је привремено редуковала појаву корова и дугорочно обогаћивала земљиште. Проблем је био у немогућности потпуне обраде, као и каснијим међуредним третманима. У посљедње вријеме овај материјал се извлачи са сјечине, меље и отпрема даље као биомаса.

Употреба хербицида доминира такође у САД-у, гдје се третирање спроводи из летјелица или ручно око садница. Само третирање хербицидима није довољно да би се станиште адекватно припремило. Потребно је додатно обрадити земљиште да би ефекат хербицида показао резултате у коначници оснивања нове шуме. У Европи је употреба хербицида у паду и уклањање конкурентске вегетације углавном се спроводи механички, употребом одговарајуће механизације или мануелно.

У доста случајева користи се систем јаких трактора са малчерима који све надземне остатке уситне и они остају на површини, уједно као природни малч и заштита од корова (слике 8-1 и 8-2).



Слика 8-1.
Површина
прије
припреме
станишта за
пошумљавање
(фото:
Цвјетковић,
2021)



Слика 8-2.
Површина
након
припреме
станишта за
пошумљавање
(фото:
Цвјетковић,
2021)

8.2. Третирање земљишта

Припремом земљишта побољшавају се физичко-хемијске особине земљишта, тј. водно-ваздушни режим земљишта. При дубинској и површинској обради земљишта стварају се бољи услови за садњу и опстанак садница, редукује се конкурентска вегетација, а тиме и компетиција за воду и хранљиве материје, те се повећава температура земљишта, што погодује развоју коријеновог система, поготово на вишим надморским висинама.

Корекција особина земљишта је важан фактор за успјех новооснованих шума јер има ефекте на:

- кретање, садржај и доступност воде,
- текстуру, компактност и аерацију,
- доступност хранљивих материја,
- компетиторску вегетацију и
- биолошка својства земљишта.

Сви радови на третирању земљишта се групишу у:

- а) претходне радове и
- б) директну обраду земљишта.

8.2.1. Претходни радови

Претходни радови на површинама које су планиране за оснивање нових шума важни су у случајевима:

- а) претјеране количине влаге,
- б) недовољне количине влаге,
- в) присуства непропусног слоја и
- г) нестабилног земљишта.

Управо од напријед наведене категорије станишта зависиће коју активност треба извести. Стилиновић (1991) наводи следеће радове:

- а) дренирање земљишта,
- б) наводњавање,
- в) риголовање,
- г) убрзавање разлагања органске простирке,
- д) противерозионе радове,
- ђ) ђубрење земљишта.

Дренирање земљишта врши се на стаништима са високим садржајем влаге. Изводи се у циљу одвођења воде из зоне коријена садница у циљу спречавања појаве измрзавања коријеновог система и појаве голомразице. Ово се реализује тако што се копањем или дубоким орањем образују: издигнуте парцеле, купе као облик микрозвишења или издигнуте пруге. Садња садница врши се на издигнуте положаје који се обично припремају у јесен у години прије садње да би се разложила трава и друга вегетација, а садња се врши у прољеће наредне године.

Наводњавање је операција која се врши на стаништима гдје не постоји довољна количина влаге у земљишту. Ријетко се користи код оснивања нових шума јер је веома скупа.

Риперовање обухвата прављење континуалних дубоких вертикалних и уских отвора у земљишту у циљу побољшања дренарања земљишта (слике 8-3 и 8-4).



Слика 8-3.
Подривач
(фото: Шукало, 2018)



Слика 8-4.
Површина
обрађена
рипером (фото:
Шукало, 2018)

Ово се ради на земљиштима која имају компактан слој на одређеној дубини и који би спречавао вертикално кретање воде и негативно утицао на процес развоја коријеновог система. Риперовање се користи да би се повећала дубина физиолошки активног слоја. Дубина риперовања иде скоро до једног метра, а најбољи ефекти се постижу при комбинованој обради са орањем паралелно са изохипсама. Ефекти обраде рипером су вишеструки: прекида се хоризонтални ток воде и влажност

се акумулира дубље у земљишту, побољшава се топлотни и водно-ваздушни режим земљишта те се кида и чупа коријенов систем конкурентске вегетације (Fonseca & Figueiredo, 2016). Ако је непропусни слој на дубини мањој од 40–50 cm, операција се врши плугом, уколико је дубља, операција се врши подривачем.

Убрзавање разлагања органске простирке састоји се од радних операција које укључују мијешање органског и минералног дијела земљишта. Тресет и сирови хумус се боље разлажу када су изложени сунчевој свјетлости. Мијешање органске и минералне компоненте земљишта, уз процес разлагања тресета и сировог хумуса, побољшава услове за развој посађених или посађених биљака.

Противерозиони радови обухватају радове на нестабилним земљиштима угроженим ерозијом. Основни циљ ове групе радова јесте спречавање отицања и обезбјеђивање довољне количине воде за нове биљке које ће се развити сјетвом или садњом. Много детаљније на ову тему може се наћи у поглављу 14, под називом „Оснивање нових шума у специфичним условима”.

Ђубрење земљишта је операција која се ријетко користи у оснивању нових шума. Углавном се примјењује код шумских плантажа. Иначе, могу да се користе азотна ђубрива, затим ђубрива која садрже калцијум у циљу побољшавања физичких својстава киселих земљишта, као и зелена ђубрива. Умјесто ђубрења на терену, често се у супстрат контејнерских садница додају тзв. паметна или спороотапајућа ђубрива, чији је циљ да посађену садницу у дужем временском периоду снабдијевају неопходним хранљивим материјама. У неким случајевима нађено је да је ефекат примјене ђубрива током садње мањи, па скоро и неизражен, уколико нема одговарајуће припреме станишта (Nilsson & Allen, 2003). При садњи садница дуглазије у некадашњим „Инцел” плантажама вршено је додавање фосфора и калијума мјесец дана прије садње садница ради бољег пријема садница на терену (Mudrenović, 1977).

Ђубрење је иначе корисно из више разлога. Генерално, земљишта предвиђена за оснивање шума су сиромашна, па би ђубрење обезбиједило више хранљивих материја и повећало прираст посађеног дрвећа. Примјеном органских и зелених ђубрива значајно се побољшавају физичко-хемијска својства земљишта. Ђубрење се не препоручује на земљиштима са високим нивоом подземних вода.

8.2.2. Обрада земљишта

Након претходне припреме терена врши се обрада земљишта. Обрада земљишта обухвата неколико операција. Могућност извођења операција на припреми терена углавном зависи од степена нагиба терена и стања површине у смислу каменитости или стјеновитости, дубине земљишног профила и карактеристика земљишта. Разликујемо орање, као примарну обраду земљишта која дубоко задире у вертикални профил земљишта, и секундарне операције, више на самој површини. Орање се користи да подигне и окрене земљиште те да га дјелимично уситни (слике 8-5 и 8-6).



Слика 8-5.
Плуг са
равначима
(фото: Ośrodek
Techniki Leśnej
w Jarocinie,
2023)



Слика 8-6.
Плуг са
подривачима
и обртним
дискovima за
формирање
гребена (фото:
Ośrodek
Techniki Leśnej
w Jarocinie,
2023)

Орање пружа бољу растреситост земљишта, што се огледа у мањој запреминској маси земљишта и релоцирању азота у дубље слојеве земљишта (Fonseca & Figueiredo, 2016).

Секундарне операције се односе на површински слој земљишта и имају за циљ да побољшају услове земљишта за сјетву сјемена и садњу садница. То су: тањирање и/или дрљање, плитко орање (прављење бразди за садњу) и припремање земљишта за сјетву и садњу.

8.3. Интензитет припреме и обраде станишта

Интензитет обраде земљишта се показује као врло битан фактор у оснивању нових шума. Ово посебно долази до изражаја у зони Медитерана, гдје се врши садња у условима честог недостатка влаге у земљишту. Тада интензивна припрема земљишта има посебан ефекат. Земљишта која се интензивно обраде коришћењем подривача или рипера у комбинацији са примарном и секундарном обрадом дају одличне резултате, поготову на нижим надморским висинама и у топлијем региону. Тако, Паласиос и сарадници (Palacios et al., 2009) при оснивању шума хрasta чесмине доказују да вријеме садње и већи интензитет припреме станишта позитивно утичу на висински прираст садница. У неким случајевима припрема станишта утиче на превенцију појаве штета у засадама смрче узрокованих мразевима (Langvall et al., 2001). Свакако треба нагласити да интензитет обраде земљишта не умањује потребу за даљим активним одржавањем површине (Thiffault et al., 2017).

Припрема станишта мањег интензитета и на мањим површинама углавном се показује као неповољна и врло често су резултати успјеха оснивања нове шуме на тако припремљеним стаништима скоро идентични као и на неприпремљеним земљиштима (Alcázar et al., 2002). Уколико је мање интензивна припрема земљишта, често остаје очекивани успјех садње, као и (касније) динамика раста садница. Ефекти интензивне припреме земљишта се одражавају позитивно на дугорочни прираст запремине стабала. Као главни разлог за то у литератури се наводи редукција компетицијске вегетације.

Интезитет обраде је у директној корелацији са трошковима. Уколико постоје показатељи да ће се остварити зацртани производни циљеви оснивања нове шуме, а да проценат обрађене површине (по површини и дубини) буде мањи, може се примијенити нижи степен обраде. У исто вријеме, постоји бојазан да интензивна припрема станишта, уколико није урађена правилно, носи са собом ризике – повећање еколошких ризика, прије свега ерозије, и повећање трошкова. У погледу

ерозије, утврђено је да се губитак земљишта, зависно од технологије припреме земљишта, креће у просјеку око $1-2,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, што се не сматра значајним губитком (Fonseca & Figueiredo, 2016). Код најинтензивнијих облика припреме станишта може да достигне вриједност и преко $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Појава ерозије је карактеристична за прве двије године након припреме станишта, а након тога, услед формирања вегетационог покривача, постаје занемарљива. Трошкови припреме станишта који могу бити високи у почетку се валоризују кроз каснији бољи пријем и раст садница и већу продуктивност. У обзир треба узети предвиђени период опходње и дисконтну стопу да би се одредило колико је одабрани интензитет припреме станишта оправдан.

Мањи интензитет припреме земљишта могућ је и у сувим и у топлим областима, а некада даје боље резултате уколико се обави под заштитом неке доместификоване биљке на том терену. Тада се припрема станишта за оснивање нове шуме модификује, смањује по површини и прилагођава условима врсте која ће служити као заштита и врсте која се уноси на станиште. Примјер са заштитом постојеће вегетације имамо у огледима са дуглазијом у БиХ, гдје је на стаништима букве она остављена у циљу заштите садница (Говедар и сар., 2003), при чему је забиљежен одличан опстанак садница. Такође, на богатим, добро структурираним земљиштима, већи интензитет обраде може дати нешто слабије резултате у односу на посматрана уложена средства у припрему терена. Припрема терена у одговарајућем обиму се ипак мора спровести ради уклањања конкурентске вегетације и побољшавања водно-ваздушног режима земљишта (Thiffault & Ward, 2018).

У литератури се наводи да што је припрема станишта интензивнија, већи је успјех у оснивању нове шуме, расту и развоју садница у јувенилној фази, али и у каснијим фазама. Предност се даје детаљнијој припреми терена, при чему се користе велике машине које приземну вегетацију или остатке послије сјече мељу заједно са пањевима. Малч остаје на површини и служи у прве двије године развоја садница као тампон који штити земљиште од исушивања и од појаве корова (слика 8-7). Таква обрада земљишта је нешто скупља.

Припрема станишта зависи од станишних услова, али и од механизације која је на располагању. Она може бити:

- припрема станишта на читавој површини – потпуна обрада,
- припрема станишта на дијелу површине – дјелимична обрада.



Слика 8-7.
Станиште
припремљено
примјеном
малчера
(фото:
Матарута,
2023)

8.3.1. Потпуна обрада земљишта

Потпуна обрада врши се на цијелој површини на стаништима на којима се може вршити машинска обрада. То су станишта са нагибом терена до 15 степени и без присутних препрека попут стијена и камења. Стилиновић (1991) наводи да се потпуна обрада врши углавном на земљиштима која су коришћена за разне облике пољопривредне производње, на свјежим, у потпуности искрченим сјечинама или у сјечинама гдје је дошло до фазе распада пањева, те они не представљају препреку машинама које врше обраду. Припрема станишта на читавој површини омогућава каснију примјену механизације у свим фазама рада на одржавању новоподигнуте шуме. Истовремено, интензивнија припрема земљишта омогућава већу доступност фосфора и калијума у поређењу са мање интензивним техникама оснивања шума.

Потпуна обрада земљишта најчешће се састоји од примарне обраде земљишта примјеном тешких плугова и подривача, док је друга фаза секундарна фаза уситњавања земљишта примјеном тањирача, дрљача и фреза.

8.3.2. Дјелимична обрада земљишта

Дјелимична обрада земљишта се спроводи на једном дијелу површине. Обично се дјелимичном припремом обухвата мањи дио, око 10–15% укупне површине. Дјелимична обрада се врши у више различитих облика:

- обрада на пруге или појасеве,
- обрада на парцелице или „крпе”,
- јаме.

Обрада на пруге и појасеве се обично врши машинским путем. Једна од честих операција је управо риперовање. Ширина бразде или појаса је различита. Обично се ширина обраде креће од 0,7 до 1 метра, а и шире, до 2 метра, зависно од прикључних машина и алата који се користе у припреми земљишта. У посљедње вријеме, прикључне машине и алати се најчешће комбинују, па се уз рипер често налазе додати плугови који врше орање и дискови који врше растресање земљишта. Тиме се отклањају неповољности које могу настати у примјени рипера у обради земљишта као што је бочно збијање земљишта на глиновитим земљиштима или се стварају тзв. ваздушни џепови. Примјена рипера и алата који линијски отварају земљишни профил на глиновитим земљиштима може да узрокује развој коријена у једној равни (Celma et al., 2019).

Обрада може да се врши на уже појасеве са потпуним мијешањем органског и минералног слоја уз мљевање органских остатака (слика 8-8), или да буде прилагођена специфичним условима средине као што је нпр. вишак воде, гдје се формирају греде (слика 8-9) на којима се врши садња. То се ради у шумама у којима се вода задржава на површини, као што су наше поплавне шуме врба, топола и храста лужњака са јасеном.



Слика 8-8.

Обрада у уске траке (фото: Ośrodek Techniki Leśnej w Jarocinie, 2023)



Слика 8-9.
Обрада на
греду (фото:
Ośrodek
Techniki Leśnej
w Jarocinie,
2023)

За ову сврху могу се примијенити дискови вучени за јаким трактором (слика 8-10), или прикључне машине са ланцима (енгл. *chaining*) ради уклањања вегетације и органских слојева. Обрада ланцима има приближно исти ефекат на земљиште као и коришћење дискова.

Обрада земљишта у појасеве може се реализовати тзв. скалпингом (енгл. *scalping*) или огољавањем (слика 8-11). У овом процесу, травната подлога се уклања како би се открио хумусно-минерални слој земљишта, а тиме омогућио бољи контакт између сјемена или садница са земљом.



Слика 8-10.
Обрада
земљишта
дисковима
(енгл. *disc
tranching*)
(фото:
Менделов
универзитет у
Брну, Чешка
Република,
2023)



Слика 8-11.
Огољавање
(scalping)
(извор: Forest
Environmental
Solutions, LLC
2015; фото:
[https://www.
youtube.com/
watch?v=m-
wSwLCk76o](https://www.youtube.com/watch?v=m-wSwLCk76o))

Обрада земљишта на крпе такође је један од метода који се користе у припреми земљишта за оснивање нове шуме. Често се користи за потпомагање природне обнове, али се користи и као дјелимична обрада земљишта за сјетву сјемена и садњу садница. Обрађене парцелице могу да буду различитих димензија. Облик парцелица је квадратни или правоугаони. Димензије су најчешће у распону од $0,5\text{ m} \times 0,5\text{ m}$ до $1\text{ m} \times 1\text{ m}$. Парцелице у сушним крајевима достижу димензије $2\text{ m} \times 2\text{ m}$. Размак између парцелица је $1,5\text{ m}$ до 2 m . Оваква припрема је карактеристична за терене гдје је приступ механизације отежан: нпр. нераскрчене сјечине, површине на којима је забиљежена стјеновитост, као и на мањим површинама. Дубина обраде се креће од 20 до 30 cm у нижим подручјима до 10 до 15 cm у вишим подручјима.

Парцелице се могу припремити ручно, тако што се ручно прекопа одговарајућа површина, или машински, примјеном одговарајућих прикључних машина и алата (слике 8-12 и 8-13).

Позиција садње садница мора бити јасно дефинисана у зависности од количине доступне воде. Садња на сувим стаништима се планира у најнижој позицији обрађеног земљишта, у средини, док се на мочварним земљиштима сади на највишој позицији обрађеног земљишта. Издизање земљишта на хумке или греде има позитиван ефекат у зони бореалних шума, гдје је топлији дио године краћи и постоји довољна количина влаге. Ипак, ријетки су случајеви – као што је то нпр. у поплавним шумама врба и топола, шумама јохе, храста лужњака са јасеном, итд. – гдје треба вршити издизање земљишта при обради.



Слика 8-12.
Прављење
парцелица
машинским
путем (фото:
Ośrodek
Techniki Leśnej
w Jarocinie,
2023)

Обрада земљишта на јаме најчешћи је облик припреме терена код нас. Ниског је интензитета обраде и јефтина је за извођење. Представља модификацију припреме земљишта на парцелице. Примјењује се тамо гдје не постоји никаква друга опција за припрему земљишта: површине на великим нагибима, на теренима гдје је велика стјеновитост и каменитост или гдје није извршено потпуно уклањање претходне вегетације или у случајевима да би постојећа вегетација помогла у опстанку и расту садница (Castro et al., 2002). Припрема јама се врши ручно и машински. Ручна припрема јама обухвата:

- припрему површинског дијела земљишта за прављење јама (уклањање органског слоја и конкурентске вегетације),
- копање јама дубине 30–40 cm и приближно исте ширине.



Слика 8-13.
Парцелице
„крпе”
припремљене
у издигнутом
облику са
садње (фото:
Ośrodek
Techniki Leśnej
w Jarocinie,
2023)

Припрема може бити ручна или машинска. За ручну припрему користе се алати као што су будак (слика 8-14), ашов, лопата (слика 8-15) и сл., док се за машинску припрему за садњу користе ручна сврдла (слика 8-16) и сврдла која су монтирана и прикључена на тракторе (слика 8-17).



Слика 8-14. Припрема за садњу у јаме будаком (извор: Цвјетковић, 2009)



Слика 8-15. Припрема за садњу у јаме лопатом (фото: Цвјетковић, 2019)

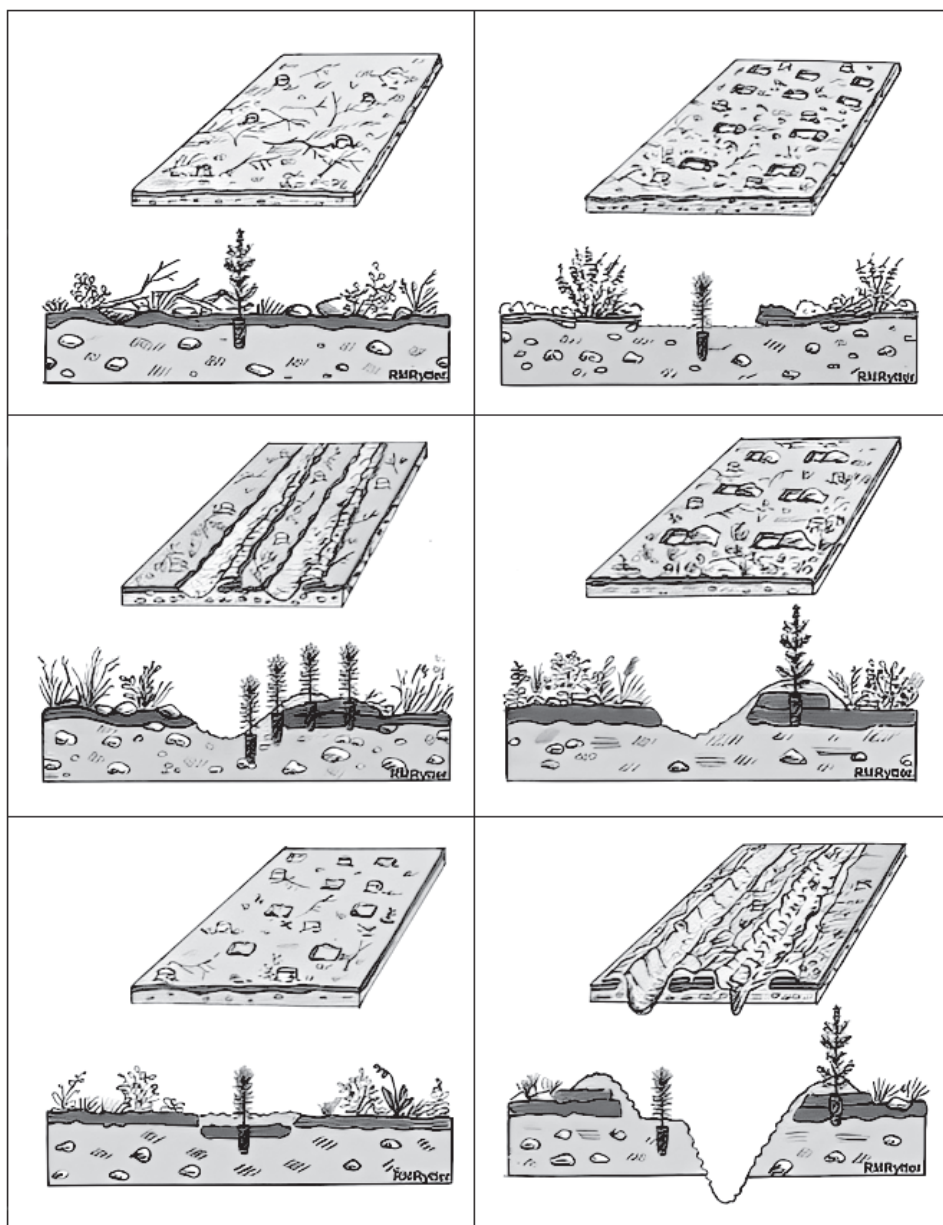


Слика 8-16. Моторно сврдло за отварање јама (фото: „Stihl” компанија, 2023)



Слика 8-17. Сврдло прикључено на трактор (фото: AGM, 2023)

Сикстрем и сарадници (Sikström et al., 2020) дају поједностављен и шематизован приказ дјелимичне обраде површина за оснивање нових шума (слика 8-18).



Слика 8-18. Шематска илустрација могућих метода припреме станишта.

Садња без припреме земљишта (горе лијево), припрема на парцелице „крпе“ (горе десно), примјена дискова (средина лијево), издизање терена (средина десно), превртање земљишта (доље лијево) и орање (доље десно) (извор: Sikström et al., 2020).

Сумарно, све операције, у зависности од степена припреме земљишта, могу се сврстати у 5 основних категорија, од минималне обраде која се своди на припрему појединачних мјеста за сјетву или садњу до потпуне обраде. Називи техника, употреба, предности и недостаци приказани су у табели 8-1.

Табела 8-1. Технике припреме станишта (модификовано према *Forest research*, 2023)

Техника	Употреба	Предности	Ограничења
Без припреме (копање јама за садњу)	Само тамо гдје нема збијеног земљишта. Механичко/ручно уклањање корова и примјена хербицида и/или ђубрива може бити неопходно да би се смањила конкуренција корова и обезбиједиле хранљиве материје.	Може се примијенити на стрмим падинама и другим подручјима гдје је приступ машинској припреми терена ограничен. Најбезбједнија је опција на стаништима гдје утицај припреме терена на животну средину може бити негативан.	Успјех зависи од квалитета коришћених садница и компетиторске вегетације. Генерално је најлошија опција за добар опстанак и рани раст садница.
Обрада површинског слоја	Укључује орање, тањирање и формирање плитких мјеста за садњу обрадом површинског слоја. Плитка култивација до 20 cm дубине. Није погодно тамо гдје постоји збијеност земљишта. Има за циљ припрему мјеста за садњу обрадом површинске зоне земљишта (често листинац) и вегетације.	Земљиште, хумус и листинац се мијешају. Може повећати температуру земљишта и смањити конкуренцију корова.	Стрме падине и друга ограничења приступа због топографије терена и других ограничења указују на потребу мануелног рада на скидању површинског слоја.

Техника	Употреба	Предности	Ограничења
Потповршински третмани	Укључује риперовање (подривање или поткопавање) и орање. Погодно за збијена земљишта, култивација има дубину до 100 cm. Има за циљ да обезбиједи растресито земљиште како би се омогућило дубоко продирање коријена и побољшала дренажа.	Може да обезбиједи рахли профил земљишта по релативно ниској цијени. Посебно је ефикасан за станишта гдје се налази вегетација са плићим коријеном, као што је трава или ниже растиње. Тамо гдје долази до дубоког збијања земљишта треба користити риперовање.	Стрме падине и друга ограничења приступа због топографије терена и других ограничења указују на потребу мануелног рада на подривању.
Издизање	Обезбјеђује одговарајуће распоређене гомиле земље на мјесту за садњу. Погодно за терене гдје долази до појаве вишка воде.	Формира издигнуту, добро дренирану позицију за садњу на хумку која има вишу температуру земљишта и мању конкуренцију корова.	На издигнутим дренираним позицијама, земљиште се може лакше смрзнати. Требало би се користити са опрезом на локацијама које су подложне лјетњој суши.
Потпуна обрада терена	Укључује употребу машина за уклањање површинског слоја и рахљење са мијешањем органске и минералне компоненте земљишта. Посебно је погодан за дубока збијена земљишта и често се користи на смеђим земљиштима.	Може да достигне препоручене дубине за развој коријена дрвета (1 m). Уједначенија је обрада профила земљишта и смањен је ризик од поновног збијања након обраде у поређењу са техникама риперовања.	Скупља и радно интензивнија метода од других метода припреме станишта. Стрме падине могу ограничити употребу машина.

8.4. Дубина обраде земљишта

Дубина обраде земљишта зависи од више фактора, од којих су следећа два најважнија:

Надморска висина на којој се врши обрада. Дубина обраде земљишта опада са порастом надморске висине. Циљ обраде на вишим надморским висинама јесте да се површински слој земљишта разбије, помијешају минерална и органска компонента земљишта те да се убрза распад нагомилане органске материје. Постоји више разлога за постојање разлике у дубини припреме земљишта, али доминира проблем дужег периода ниских температура и могуће појаве голомразице. Голомразица је појава издизања земљишта под дејством мраза. Голомразица узрокује да посађене саднице буду избачене из профила јаме за садњу услед физичке особине воде да повећава и смањује запремину при промјени агрегатног стања (чврсто – течност). При тој појави се дешава да тампон (земљиште) који облаже садницу повећава своју запремину при смрзавању и издиже се услед недостатка простора у профили јаме. Повећањем температура долази до „раскрављивања” земљишта у тампону, смањења запремине и враћања земљишта у јаму. Међутим, садница нема могућност да прати осцилације у профили и након неколико узастопних смрзавања и раскрављивања тампона долази до „избацивања” саднице из профила јаме на површину.

У нижим и топлијим подручјима, дубина обраде земљишта може да иде до дубине од 1 m (када се користе рипери), до дубине 20–30 cm (обрада плуговима). Припрема станишта на оваквим теренима има много више предности у погледу повећања растреситости земљишта, кидања непропусног слоја, мијешања органске и минералне компоненте земљишта и значајне редукције конкурентске вегетације.

Дубина профила земљишта, односно положај матичног супстрата дефинише могућност продирања прикључних машина и алата у земљиште.

8.5. Вријеме обраде земљишта

Вријеме обраде земљишта се прилагођава времену садње (у нашим условима доминирају јесења и прољетна садња). Степен закоровљености терена, клима, особине земљишта, досадашњи начин коришћења, могућност употребе механизације и обим радова дефинишу вријеме обраде. Такође, вријеме обраде земљишта зависи од љетњег

минимума земљишне влаге. Квалитетно обрађено земљиште ублажава ову појаву кроз дужину њеног трајања и сам квантитет појаве.

На сушним теренима препоручује се ранија јесења обрада земљишта како би се акумулирало довољно влаге током јесени и зиме. Обично се у овим случајевима комбинује јесење орање уз прољетну фину обраду земљишта. На веома закоровљеним теренима може се препоручити прољетно плиће орање, а затим, послије појаве корова у касно лето и почетком јесени, дубоко орање. Генерално, јаче закоровљено земљиште се мора обрадити у јесен да би коров иструлио и разложио се до сјетве или садње. Овако припремљено земљиште спремно је за садњу у прољеће послије fine обраде земљишта.

Растресита, нарочито пјесковита земљишта могу се обрадити у прољеће, што раније, док глиновита и збијена земљишта треба обрадити током јесени.

У зони храстова треба обраду земљишта обавити у јесен, и то на већој дубини, како би задржало више влаге и било спремно за прољетну садњу. У планинском појасу букве и четинара више одговара плитка прољетна обрада. Некада чак и дјелимична површинска обрада даје одличне резултате.

Све напријед наведено указује да вријеме обраде не може да се примјењује шаблонски и копира из једног подручја у друго. Зато га треба детаљно анализирати у зависности од типа земљишта, климе, временских прилика у години када се изводи, станишних услова, типа садног материјала (голи или обложен коријенов систем), економских момената, расположиве механизације, обучености радне снаге и сл.

9. ОСНИВАЊЕ ШУМА СЈЕТВОМ

Губитак великих површина под шумама, који се мјери милиони-ма хектара на глобалном нивоу, указује на потребу њихове брзе и ефикасне обнове. Зато се постављају врло амбициозни циљеви оснивања нових шума. Обнова често није могућа садњом због величине површине, еколошких услова и потребног обима радова уколико би се садиле саднице, те се као могуће рјешење препоручује сјетва сјемена.

Многа станишта се налазе на теренима на којима није лако вршити припрему за садњу, па таква станишта долазе у обзир у случају да се на њима оснивају нове шуме сјетвом сјемена. Такође, сјетва је оправдана на добрим, квалитетним стаништима уколико се желе остварити неки посебни циљеви подизања нових шума (углавном еколошки). Овакав начин обнове би се могао сврстати у праксу „природи блиског газдовања”, при чему се сјетвом симулира природна обнова шума. Директна сјетва погодна је за еколошку рестаурацију са више различитих врста јер је лакше створити смјешу мијешањем сјемена него што би се то постигло примјеном садње садница (Schmidt, 2008).

Основни фактори који се морају узети у обзир при сјетви сјемена су:

- 1) карактеристике врсте дрвећа и квалитет сјемена,
- 2) вријеме сјетве,
- 3) дубина сјетве,
- 4) услови земљишта,
- 5) конкурентска вегетација,
- 6) предатори.

Оснивање нових шума сјетвом може се обавити у условима који морају бити врло погодни. Сјетва претпоставља да је земљиште у одређеној мјери припремљено за сјетву, да је површински, органски слој помијешан са минералном компонентом земљишта, да је количина

влаге у земљишту задовољавајућа, те да је температура земљишта таква да омогућава клијање сјемена. Клијанци, поник и подмладак су у раној фази осјетљиви на: засјењивање, десикацију, аноксију (недостатак кисеоника због веће количине воде у зони коријена), спирање, предаторе, оштећења од дивљих и домаћих животиња, механичка оштећења и пожар.

Шмит (2008) наводи да се добри резултати сјетвом постижу углавном са врстама које би се могле окарактерисати као „инвазивни” пионири. То су пионирске врсте које се врло добро обнављају из сјемена и прилагођене су на лоше услове животне средине (нпр. бреза, јасика, јоха и др.). Поред пионирских врста, сјетвом сјемена се могу успјешно оснивати шуме неких племенитих лишћара као што су јаворови и јасенови (Willoughby et al., 2004). Неке четинарске врсте се могу добро обнављати, али су за обнову потребне велика количина сјемена и добра припрема станишта, при чему сјеме бољег квалитета, из сјеменских плантажа, постиже боље резултате него сјеме нижег генетичког квалитета (Wennstrom et al., 2007). Сјетва сјемена четинарских врста се може спровести на мјестима која су добро снабђена водом и гдје су температурни екстрими мање изражени.

Сјетва се често препоручује и спроводи код врста које имају рекалцитрантно⁷ сјеме. Сјеме врста које имају рекалцитрантно сјеме тешко је чувати дужи временски период, због чега се често препоручује сјетва сјемена уколико га има довољно, умјесто производње садница и садње. Сјетва сјемена је врло честа активност која се примјењује у лужњаковим шумама, у процесу потпомогнуте природе обнове. Добри резултати оснивања шума сјетвом постижу се код већине врста из рода *Quercus*, али и из родова *Fagus*, *Castanea*, итд. Сјеме се сакупља у регистрованим сјеменским објектима и после дораде сије на површинама које су претходно третиране против конкурентске вегетације (слика 9-1). Директна сјетва се користи код врста топлијих и сувљих подручја које брзо развијају јак коријенов систем. Такав примјер су нпр. врсте из рода *Junglans*, које развијају јак коријенов систем и брзо се закорјењују, а трансфер садница из расадника на терен обавезно узрокује јаку редукцију жиле срчанице и спор пораст садница након пресадње.

Оснивање шума сјетвом сјемена захтијева озбиљан приступ планирању процеса сјетве. Прво, планирајући примјену директне сјетве, треба узети у обзир припремљеност станишта, која је једнако важна

⁷ Рекалцитрантно сјеме – сјеме које има кратак животни вијек, релативно висок садржај влаге те је осјетљиво на исушивање (нпр. сјеме храстова, букве, кестена, неких врста из рода јаворова, јасенова итд.).



Слика 9-1.
Младе
индивидуе
храста
лужњака
настале
сјетвом
сјемена у
обнови шума
у Срему (фото:
Цвјетковић,
2018)

као и количина посијаног сјемена. Друго, потребно је узети у обзир низ параметара као што су: квалитет сјемена, вријеме и начин сјетве, контрола предатора, побољшање услова животне средине на микролокацијама и управљање конкурентском вегетацијом. Чак и контрола свих наведених шумскоузгојних пракси не гарантује успјешност оснивања нових шума, али примјеном најбољих пракси повећавају се шансе за бољи успјех директне сјетве на терену (Grossnickle & Ivetić, 2017).

Сјетва сјемена се практикује код врста као што су храстови. Углавном се користе сијачице, а потрошња сјемена варира $500\text{--}1000\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Остали облици сјетве и количине сјемена које се користе су:

- сјетва омашке: $500\text{--}1.000$ килограма сјемена храстова (Vyskot, 1958),
- сјетва у пруге: препоручује се сјетва $400\text{--}500$ килограма сјемена,
- сјетва у гнијезда: $60\text{--}100$ килограма сјемена (1.500 гнијезда по хектару са $30\text{--}60$ жирева по гнијезду,
- сјетва под мотику: $120\text{--}320$ килограма сјемена при размаку $1\text{--}1,2$ метра.

Други аутори препоручују нешто већу количину сјемена за сјетву. Матић (1996) препоручује сјетву $700\text{--}1.000$ килограма по хектару, док Хрен (1983) препоручује $500\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Сјетва сјемена се, по Ивкову (1971), врши на парцели површине 30×30 cm, при чему се сјетва врши на 3.333 парцелице и сије се по 5 жирева, тј. око 400 килограма жира по хектару.

Код букве сјетва сјемена има мањи успјех, па се рјеђе користи. Сије се у парцелице $15\text{--}25$ килограма или браздице од 60 до 100 кило-

грама по хектару. Бољи успјех сјетве се уочава при прољећној сјетви. Величина парцелица варира од 30 x 30 cm до 1 x 1 m (Krstić, 2006).

Сјетва сјемена смрче генерално се не препоручује због потребне велике количине сјемена, која износи 20–30 kg, док се за јелу препоручује сјетва 20–30 kg·ha⁻¹ па чак до 80 kg·ha⁻¹, колико наводи Крстић (2006) позивајући се на норме из земаља Европе.

Матић (1994) даје преглед количина сјемена неопходних за квалитетно оснивање и обнову шума сјетвом сјемена при чему указује на потребне количине сјемена за храстове, букву, јасен и јелу (табела 9-1).

Табела 9-1. Количине врста сјемена за оснивање шума сјетвом (Матић, 1994)

Врста дрвећа	Начин сјетве	Сјеме [kg·ha ⁻¹]
Храст лужњак	Сјетва омашке	700–1.000
	Сјетва под мотику	400–600
Храст китњак	Сјетва омашке	600–800
	Сјетва под мотику	300–500
Храст медунац	Сјетва омашке	500–700
	Сјетва под мотику	250–450
Храст црника	Сјетва омашке	400–600
	Сјетва под мотику	250–450
Јасенови	Сјетва под мотику	7–10
Буква	Сјетва омашке	80–100
	Сјетва под мотику	40–60
Јела	Сјетва омашке	60–80
	Сјетва под мотику	8–12

Периодичност уroda и ризици везани за директну сјетву на терену често су разлог да се умјесто сјетве користе саднице из расадника јер се сјеме користи на бољи начин, а саднице на терену конкурентније су у односу на компетиторску вегетацију.

9.1. Облици сјетве

Сјетва сјемена може да се врши на цијелој површини или на дијелу површине. Сјетва на цијелој површини је често сјетва омашке, при чему се сјеме сије ручно или пнеуматским сијачицама. Потрошња сјемена је велика и, имајући у обзир цијену сјемена, овакав тип сјетве није практичан.

Сјетва сјемена на дијелу површине врши се на следећи начин:

- сјетва у бразде,
- сјетва у парцелице,
- сјетва у гнијезда (кућице),
- сјетва у засјек,
- сјетва на насипе.

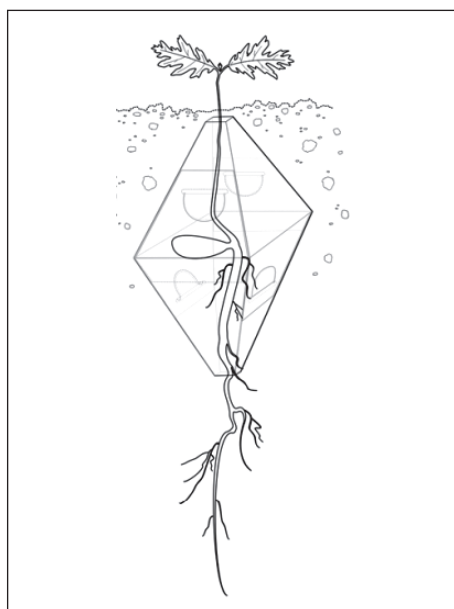
Наведене методе сјетве су се користиле раније у пошумљавању, сада се ријетко користе, најчешће као допуна природној обнови шума.

Да би се сјеме сачувало од предатора, праве се тзв. склоништа за сјеме чији је циљ спријечити предаторе да униште сјеме након сјетве. Сјеме заштићено у склоништима има добру клијавост и висок проценат опсталих садница, што потврђују бројне студије (Grossnickle & Ivetić, 2017).

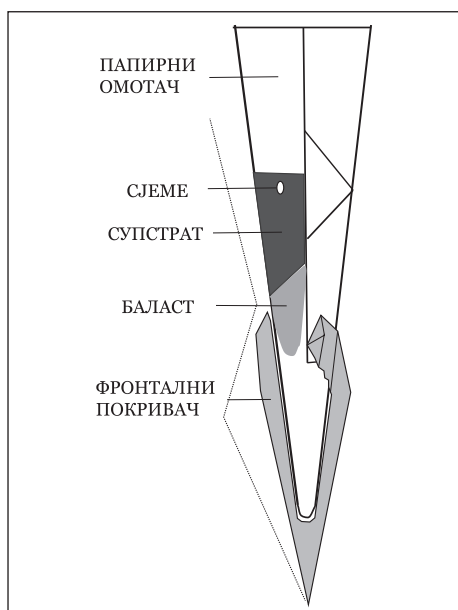
Неки од примјера склоништа су нпр. у облику октаедра са отворима на врху и дну кроз које се формира надземни и подземни дио саднице (слике 9-2 и 9-3), као и друга рјешења за заштиту сјемена (слике 9-4 и 9-5) која треба да сачувају сјеме од предатора. Интензивно се истражује могућност заштите сјемена и директна сјетва на терену као метод за оснивање нових шума, првенствено храстова, при чему се користе различита рјешења (Grossnickle & Ivetić, 2017; Leverkus et al., 2021).



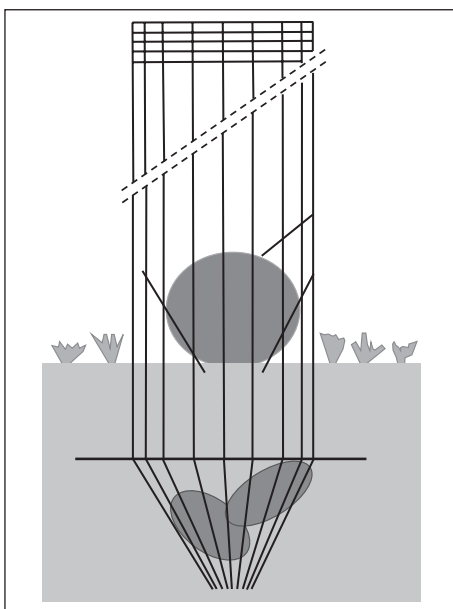
Слика 9-2. Сјетва сјемена у склоништима (фото: Цвјетковић, 2021)



Слика 9-3. Развој нове индивидуе из склоништа (извор: Castro et al., 2015)



Слика 9-4. Сјеме у заштити при директној сјетви (извор: Wood, 1984)

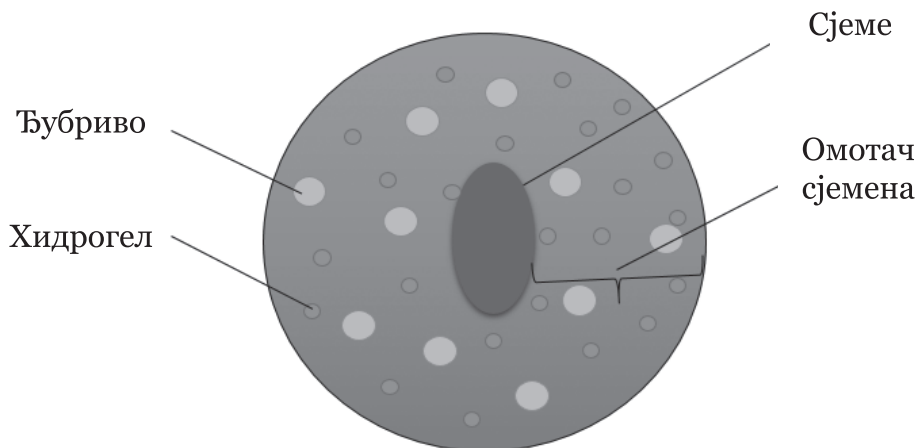


Слика 9-5. Сјеме у заштитном кавезу (извор: Reque & Martin, 2015)

У посљедње вријеме технологија сјетве додатно је напредовала кроз употребу авиона, а посебно дронова. Дронови, као мале компактне аутономне летјелице, све више се користе у пољопривреди и шумарству са различитим задацима. Користе се за операције припреме станишта кроз контролисану, локализовану апликацију хербицида, за сјетву сјемена, третирања након сјетве, за операције осматрања и надзирања засијаних површина, до утврђивања успјеха сјетве. Дронови имају велике маневарске способности и могу да понесу значајну масу сјемена и да изврше сјетву испуштајући сјеме са одговарајуће висине. Сјеме се претходно припрема за сјетву.

Данас се све више користе различита средства којима се облаже сјеме прије сјетве (слика 9-6). То могу бити различите врсте спороотпуштајућих (често се користи псеудоним „паметна”) ђубрива, хидрогелова, пестицида, репелената и везивне материје (нпр. глина). Сам садржај омотача сјемена може да варира према условима станишта и карактеристикама сјемена, а све у циљу да сјеме клија и да се развије нова, јака и стабилна индивидуа. Такво припремљено сјеме које се сије из летјелица има модеран назив „сјеменска бомба”, или на енглеском језику *seed bomb*. Сјеме у сјеменским бомбама има могућност да се боље носи са бројним неповољним условима на станишту, да успје-

шније клија и продукује нову јединку. Овакав вид сјетве штеди вријеме, новац и ресурсе и сматра се будућношћу у оснивању нових шума које се планирају оснивати сјетвом, а то су тешко приступачна мјеста или мјеста која су удаљена те је трошак транспорта радника, опреме и садница висок.



Слика 9-6. Поједностављен шематски приказ обложеног сјемеа за сјетву (Ortolani et al., 2015)

9.2. Вријеме сјетве

Вријеме сјетве је углавном у јесен и прољеће. Сјетва у јесен често рјешава проблем дормантности неких врста и потребе за складиштењем сјемеа, али истовремено постоји могућност да сјеме током зиме буде уништено дејством бројних биотичких и абиотичких фактора. Као рјешење може се препоручити прољећна сјетва сјемеа које се зими може чувати на одговарајућим мјестима. При избору времена сјетве треба посебно водити рачуна о појави касних прољећних мразева, који могу да начине значајну штету клијанцима.

9.3. Предности и недостаци сјетве као начина оснивања шума

При доношењу одлуке да ли вршити сјетву или садњу, треба сагледати еколошке услове средине, доступност сјемеа и исплативост. Стога се даје предност производњи садног материјала и пошумљавања прије сјетве.

Сјетва има своје предности. Према Стилиновићу (1991) то су:

- сакупљање и набавка сјемена су једине активности,
- биљке развијају коријен сличан коријену из природног подмлатка,
- директна сјетва је лакше изводљива на теренима гдје је конфигурација за садњу неповољна,
- обезбјеђује се већа густина него код садње,
- нема ризика од уношења болести из расадника,
- постоји могућност ширег оквира сјетве сјемена у односу на садњу.

Недостаци сјетве као метода оснивања нових шума су:

- сјеме је изложено глодарима и другим предаторима,
- негативни утицаји фактора спољашње средине редукују могућност клијања сјемена и развијања младих индивидуа,
- при развоју већег броја биљака морају се раније и чешће спроводити мјере чишћења и прореда,
- опходња, бар теоријски, може да се смањи за број година старости садница које би биле посађене умјесто посијаног сјемена,
- неравномјерна појава поника по површини,
- сјеме које се користи за сјетву је скупо.

10. ОСНИВАЊЕ ШУМА САДЊОМ

10.1. Значај квалитета и типа садног материјала у успјеху садње

Поред сјетве, много чешћи начин оснивања нових шума јесте оснивање шума садњом садница. Да би се могло говорити о оснивању шума садњом, неопходно је упознати се са карактеристикама садног материјала.

Интензивирањем активности на подизању нових шума почетком XX вијека шумарски стручњаци препознали су значај садње садница са пожељним атрибутима. Од тада су проведена бројна истраживања о томе како најбоље узгајати квалитетне саднице и који атрибути утичу на опстанак и раст садница након садње. Прије него што могу бити засађене на терену, саднице морају посједовати одговарајући ниво квалитета. Без квалитетних садница нема успјешног оснивања нових шума, као што је безвриједно пошумљавање добрим садницама без адекватне припреме станишта, правилне технике садње, благовремене његе посађених биљака, итд. Уз јасно дефинисан тип садног материјала, још једном треба нагласити да употреба генетички инфериорног, физиолошки ослабљеног и морфолошки деформисаног садног материјала има трајан негативан утицај на пораст и стабилност нових засада.

Саднице које се пресађују из контролисаних услова расадника преносе се на терен, гдје се суочавају са новим, за њих до тада непознатим условима животне средине, те саднице трпе тзв. шок пресађивања. То је термин који се користи за опис свих негативних ефеката на опстанак, раст и развој садница и може да траје годинама (Pernot et al., 2019). Изражен је кроз широк спектар симптома који обухватају: успорен раст и развој након пресађивања, појаву опадања лишћа или чети-

на, сушење појединих дијелова садница и, у крајњем случају, сушење читаве саднице. Шок пресадње директно је везан за аклиматизацију садница на нове станишне услове, а посебно је везан за регенерацију коријеновог система (Grossnickle, 2016). Што је шок пресадње мањи, аклиматизација је бржа и посађена садница брже напредује. Могуће је ублажити шок пресадње одговарајућом технологијом производње садног материјала и адекватним одабиром начина и времена садње.

Обично се садња обавља непосредно после кише и у доба године када су кише веома вјероватне, да би се обезбиједило што више доступне воде за саднице. Када се саднице посаде, њихов опстанак зависи од способности да преживе „шок пресадње” тј. од способности њиховог коријена да започне усвајање воде и хранљивих материја из земљишта. Њихова брзина раста ће након почетка усвајања воде и хранљивих материја зависити од интензитета фотосинтезе која ће се одвијати у четинама или лишћу. Иницијални недостатак контакта између коријена и земљишта новозасађених садница ограничава њихову способност да усвајају воду, и то више него било које оштећење коријеновог система који саднице претрпе у току садње. Када је коријенов систем садница развијен у довољној мјери да задовољи захтјеве саднице за водом, њихова способност обезбјеђивања неопходне количине хранљивих састојака може да буде сљедећи фактор који ограничава њихов раст.

10.1.1. Дефинисање појма „квалитетна садница”

Већ у старту се јавља проблем са којим се суочавају произвођачи садница и њихови корисници: недовољно прецизно дефинисање појма „квалитет садног материјала”. Први своју оцјену заснивају на морфолошким особинама садница у расаднику, а други на успјеху постигнутом са њима на терену. Несугласице се повећавају чињеницом да се саднице од расадника до садње на терену (транспорт) излажу низу радњи које могу бити неповољне по њихово квалитативно стање. Најквалитетније саднице се могу оштетити током вађења, складиштења и транспорта до самог мјеста садње. У једном су сви сагласни: сви напори око оснивања нових шума беспредметни су ако се оно изводи са садницама недовољног квалитета.

Требало је проћи много времена од субјективне оцјене квалитета садница до увођења класификационих система и стандарда или минималних услова које саднице треба да задовоље да би се сврстале у одређену класу. У једном од првих америчких приручника за расаднике (Tillotson, 1917) разматрани су стандарди оцјењивања садница,

да би били усвојени крајем тридесетих година прошлог вијека. Већа висина надземног дијела и већи пречник коријеновог врата садница, као и дужина коријена показали су се као добар индикатор квалитета садница у првом периоду. Први показатељ квалитета садница, висина, замијењена је средином прошлог вијека, када се долази до закључка да је пречник коријеновог врата садница бољи и практичнији параметар који може да служи као основа за оцјењивање квалитета садница лишћарских врста. Али, врло брзо су истраживачи препознали да појединачни морфолошки атрибути не могу предвидјети успјех и опстанак садница после садње.

Такође, у почетку акценат је стављан на морфолошка својства садница, док су средином прошлог вијека многи истраживачи препознали значај физиолошких карактеристика садница за успјех на терену. У то вријеме, селекција врста и локално прилагођени генетски извори такође су постали дио дискусије о квалитету садница (Tinus, 1974). Тек крајем XX вијека квалитет садног материјала се оцјењује комбинацијом више атрибута. Данас, готово ниједан појединачни атрибут не може са сигурношћу предвидјети успјех после садње, при чему одмах треба истаћи да широка лепеза тестова и атрибута као показатеља квалитета може бити непрактична. Константно се предлажу нови морфолошки и физиолошки атрибути или нове технике мјерења. Тако данас можемо пронаћи резултате истраживања индикатора квалитета као што су: аутофлуоресценција, мировање пупољака, статус угљених хидрата, избјегавање суше, хидрауличка проводљивост коријена, испарљиве емисије изазване стресом, те генетски тестови. Велики хронолошки преглед еволуције кроз историју процјене квалитета садница од самог почетка до данас разматрају Гросникл (2012) и Гросникл и Мекдоналд (2018).

Први симпозијум о квалитету садног материјала одржан је на Новом Зеланду 1979. године, гдје је предложена једна од најсажетијих дефиниција квалитета садница, као „прикладност (прилагођеност) намјени” (енгл. *fitness for purpose*) (Ritchie, 1984). На овај начин квалитет садница је дефинисан као способност садница да преживе и расту након пресађивања у специфичном окружењу. Након овог приједлога, настао је нови концепт производње садница, „концепт намјенске производње садног материјала”. Развијен је да дефинише специфичне морфолошке и физиолошке атрибуте садница „који се могу квантитативно повезати са успјехом пошумљавања” (Rose et al., 1990). Ова идеја да се квалитет биљака дефинише на мјесту садње, а не у расаднику, један је од стубова циљне производње саднице.

10.1.2. Показатељи (атрибути) квалитета садног материјала

Бројни текстови расправљају о квалитету садница. Осмишљене су и примијењене различите процедуре за процјену квалитета садница које мјере морфолошке и физиолошке атрибуте биљака (Grossnickle & Macdonald, 2018). До касних деведесетих, опсежан низ од преко 30 потенцијалних тестова квалитета садница био је доступан практичарима, у распону од генетичких, морфолошких, преко физиологије цијеле биљке, до биохемијских или молекуларних. Међутим, само ограничен број ових атрибута се сада користи у оперативним програмима, и то неколико оних који су брзи, једноставни, јефтини, поуздани, неструктурни и квантитативни.

Иако садња садница са пожељним биљним атрибутима не гарантује високу стопу преживљавања, садња садница са пожељним биљним атрибутима повећава шансе за опстанак након садње на терену. Сви показатељи квалитета се данас могу категорисати у три категорије: генетички, морфолошки и физиолошки показатељи квалитета.

Генетички показатељи квалитета базирају на поријеклу сјеме-на (или репроматеријала) за производњу садног материјала. Ови параметри су данас готово обавезујући и једини који се примјењују у свим европским државама (Mataruga et al., 2023). Они дефинишу начин и мјесто сакупљања, те пуштање у промет сјемена из кога се производе саднице. Сјеме мора бити сакупљено у регистрованим (или познатим) сјеменским објектима, на основу чега се гарантује његов генетички квалитет. Из тих разлога усвојена је Директива Савјета Европске уније (1999/105/ЕС од 22. децембра 1999) о промету шумског репродуктивног материјала. Овдје је наглашено да „шумски репродуктивни материјал врста дрвећа и вјештачких хибрида који су важни за потребе шумарства треба да буде генетски прилагођен различитим условима локације и високог квалитета. Очување и унапређење биодиверзитета шума, укључујући генетски диверзитет дрвећа, од суштинског је значаја за одрживо управљање шумама”. Према овој директиви, која наглашава квалитет шумског репродуктивног материјала према његовом поријеклу, шумски репродуктивни материјал је подијељен у четири категорије: познат (региони провенијенција), селекционисан (сјеменске састојине), квалификован (сјеменске плантаже) и тестиран (доказана супериорност у тестовима).

Морфометријски параметри могу бити квалитативни, при чему се уочавају сљедећи недостаци: повреде (осим оних насталих током намјерног резивања), недостатак терминалних пупољака, више изданака из једног коријена (главно стабло раздвојено), деформисан

коријенов систем, увело или хлоротично лишће или присуство трулежи, присуство болести или штеточине, неуравнотежен однос надземног и подземног дијела, прекомјерна закривљеност надземног дијела саднице, активни растући изданци и неочврсле биљке, недостатак грана и сл., те највише коришћени квантитативни показатељи: пречник коријеновог врата, висина надземног дијела саднице, маса надземног и/или подземног дијела саднице, број бочних коријена првог реда, запремина коријена и сл. Из ових мјера развијено је неколико индекса. Најчешћи су: однос висине и пречника коријеновог врата (тј. виткост) и однос маса надземног/подземног дијела те Диксонов индекс.

Досадашња истраживања показују да су морфолошки атрибути најчешће мјере које се односе на квалитет садница. Лакоћа мјерења морфолошких својстава обезбјеђује њихову употребу како у малим расадницима у земљама у развоју тако и великим комерцијалним расадницима у развијеним земљама.

Физиолошки показатељи квалитета обухватају: отпорност на ниске температуре, потенцијал регенерације коријеновог система, вријеме мировања пупољака, концентрацију хранљивих материја у листовима, влагу у биљци, стрес, варијабилну флуоресценцију хлорофила, стресом изазване испарљиве емисије, митотички индекс, проводљивост електролита, отпорност на ниске температуре и др. Најчешће се ови атрибути квалитета сматрају допуном морфолошким атрибутима, а не алтернативом. Свакако треба имати у виду да коришћење физиолошких показатеља квалитета значајно повећава цијену производње, али такође може много да уштеди новац ако се спријечи коришћење садница лошег квалитета. Параметри и показатељи квалитета садница нису увијек исти у свим земљама.

Упркос напретку у тестирању квалитета садница и предвиђању перформанси на терену, ниједан тест се није показао прикладним за мноштво тестираних врста и станишних услова. Штавише, квалитет садница се не може одредити појединачним физиолошким атрибутима изоловано од других физиолошких и морфолошких атрибута. Дакле, програм оцјене квалитета садница треба да комбинује морфолошке и физиолошке атрибуте како би се обезбиједиле информације неопходне за доношење правилних одлука.

Данас се предлажу нове технике мјерења на биохемијском, биофизичком и молекуларном нивоу за оцјењивање квалитета садница и за праћење процеса током њихове производње. На ову тему се много опширније и детаљније дискутује кроз курс производње шумског сјемена и садног материјала. При крају, још једном треба истаћи да се

способност покретања регулаторних механизма у биљци као реакције на неповољне станишне услове тешко може препознати према спољашњим обиљежјима, и на тој основи предвидјети да ли ће ти утицаји остати у границама стреса или ће проузроковати слабљење, неповратна оштећења и пропадање саднице послије садње. Оно што је извјесно јесте да се за већи успјех оснивања шума садњом садница морају производити саднице са добрим насљедним својствима. Ова насљедна својства снажно одређују физиолошке особине од којих зависи отпорност биљака. Такође, производња садница прописном технологијом у условима правилно одмјереног режима исхране и снабдијевања водом важан је фактор у постизању адекватног нивоа физиолошког квалитета садног материјала.

10.1.3. Типови садног материјала у оснивању нових шума

Упоредо са познавањем квалитета садног материјала, важно је знати који тип садног материјала може да се користи у оснивању нових шума. Израз „тип садног материјала” се користи да би се саднице разврстале у препознатљиве категорије, засноване на њиховој старости, величини и технологији производње. Онај ко оснива шуму или плантажу треба да одреди које потребне карактеристике садница из расадника треба обезбиједити како би шансе за опстанак и брз раст на терену биле највеће. Ове карактеристике ће се знатно разликовати у зависности од врсте дрвета и специфичности локације гдје се сади. То ће бити задатак расадничара: да произведе саднице у расаднику неопходних спецификација за то станиште. Неки од начина на који се то може постићи наводе се овдје, мада се ова проблематика детаљније може студирати у публикацијама расадничке производње.

Опште је познато да се саднице могу произвести генеративним и вегетативним начином размножавања, при чему је:

- генеративни садни материјал поријеклом искључиво из сјемена које потиче из признатих сјеменских објеката: сјеменских састојина, појединачних стабала, групе стабала, сјеменских култура и сјеменских плантажа. Садни материјал може да потиче и из региона провенијенција, при чему се посебно класификује и враћа у исти регион провенијенције. У генеративни садни материјал спадају: саднице и пресађенице (школоване саднице), као и саднице произведене из сјемена у нисула ролнама и контејнерима;
- вегетативни садни материјал поријеклом од вегетативних дијелова биљака: стабла, коријена, листова, пупољака, изданака и

избојака. Садни материјал се производи различитим методама и техникама којим се у потпуности „копира” генетски материјал матичне индивидуе. Углавном се користи у плантажном шумарству или, како се то у последње вријеме назива, „клонском” шумарству. У вегетативни садни материјал спадају: резнице, мотке, саднице (са потпуно формираним надземним дијелом и коријеновим системом, али добијене вегетативним размножавањем из дијела матичне биљке), прутеви, итд.

За потребе оснивања нових шума доминантно се користи садни материјал произведен генеративним путем размножавања из више разлога, међу којима су најважнији:

- а) сјеме се образује спајањем мушког и женског гамета, што значи да у генетичком смислу представља комбинацију и рекомбинацију наследне информације (ДНК) оца и мајке. На тај начин свака садница представља генотип за себе, чиме се одржава и подстиче значај биодиверзитета приликом вјештачког оснивања шума;
- б) много је лакше манипулисати сјеменом (сакупљање, транспорт, складиштење на дужи временски период), што олакшава производњу садница;
- в) обично су саднице произведене из сјемена јефтиније.

Имајући у виду да се генеративно произведен садни материјал више користи у оснивању шума, то ће овдје више ријечи бити о овим типовима садница. У оснивању плантажа користи се углавном вегетативно произведен садни материјал, о томе ће бити више ријечи у плантажном шумарству. У погледу технологије производње разликују се:

Саднице голог коријеновог система (енгл. *bare stock seedlings*). Узгајају се у лејама расадника, углавном на отвореном простору. Представља технолошки најстарију методу производње садног материјала, али истовремено и најраспрострањенију. Када се саднице голог коријена саде на терену, морају бити извађене из леје расадника, при чему долази до мањег или већег оштећења коријеновог система. Карактеристика дрвенастих врста јесте да су у стању да ревитализују своје оштећене дијелове захваљујући меристемским ткивима, која омогућавају садницама да након вађења и садње надокнаде оштећене дијелове коријена. Најзаступљенији облик садница голог коријеновог система су саднице и пресађенице („школоване” саднице).

Саднице се на терен испоручују из сјеменишта у којем проводе 1–3 године, зависно од врсте и мјера које се примјењују током производње садница. Ове саднице, које се директно из сјеменишта пресађују на терен, носе ознаку Х+0, гдје Х представља број година (старост)

које је садница провела у сјеменишту (број вегетационих периода од сјетве до вађења садница). Обично су старе од једне до три године. Користе се код врста које имају бржи раст у јувенилној фази узраста и није их потребно пресађивати (често се користио термин „школова-ти“). Да би се стрес пресађења садница минимизирао, уобичајено је да се спријечи раст коријена садница у дубину у расаднику путем подсијецања коријена садница с времена на вријеме. Подсијецање укључује повлачење хоризонталне и вертикалне оштрице, сјечива, кроз леђу у расаднику на дубини 10–15 cm испод нивоа земље, да би се одстранили дубљи дијелови коријена. При томе се орезује и бочни дио коријеновог система на неколико центиметара од саднице. Ове пракса може да унаприједи отпорност садница на сушу приликом садње на сувим стаништима кроз стварање богатијег и разгранатијег коријеновог система са већим удјелом финог, апсорпцијалног дијела коријена. Стога се као посебна категорија садница издвајају саднице са подсјеченим коријеновим системом.

Школоване саднице (пресађенице) као тип садног материјала подразумевају коришћење техника пресађења садница у расаднику из сјеменишта у растилиште, што садницама даје бољу „кондициону“ припремљеност на стрес приликом пресађења на терену. Саднице се ваде из леђа у сјеменишту, при чему се користе прикључне машине чија је сврха да саднице изваде из земље уз што мање оштећење коријеновог система. Са коријена садница се одстрањује земља. Посебно се води брига о чувању садница од момента вађења до момента садње, при чему саднице не треба да буду изложене директном сунчевом утицају. Након тога се саднице поново саде („пикирају“) на веће размаке у односу на размаке које су имале у сјеменишту, при чему добијају више простора за свој раст и развој. Ове саднице носе ознаку $X+Y$, гдје X представља број година (старост) које је садница провела у сјеменишту (број вегетационих периода од сјетве до вађења садница), а Y број година у растилишту (од момента пресађења до испоруке). Обично се једногодишње или двогодишње саднице из сјеменишта пресађују у растилиште, гдје проводе једну до три године, образујући снажан коријенов систем.

Предности садница голог коријеновог система, садница и пресађеница, су њихова нижа цијена и једноставнија технологија производње. Уколико се поштују препоруке о начину вађења, чувања, транспорта и садње, дају добре резултате у процесу оснивања нових шума.

Саднице обложеног коријеновог система (контејнерске саднице). Ово су саднице индивидуално гајене у посудама или у кон-

тејнерима, који у суштини представљају „саксије” различите врсте, величине и облика. Док је код садница голог коријеновог система много теже контролисати услове у којима се саднице производе, овдје се структура супстрата и климатско окружење могу контролисати далеко више него на отвореном. У ту сврху се подижу стакленици или пластеници. Контејнерске саднице могу до мјеста садње да се транспортују у посудама, односно контејнерима, или упаковане одговарајућом технологијом у картонске кутије. У првом случају саднице се ваде из хелија контејнера непосредно прије садње. Многобројни су примјери гдје је садња контејнерских садница, у смислу опстанка или пораста након садње, показала значајно боље резултате него код садње садница голог коријеновог система. Важна компонента производње садница у контејнерима и контролисаним условима јесте процес прилагођавања садница из контролисаних (оптималних) услова пластеника на отворен простор и станишне услове гдје се саде. Код овог начина производње садница, међу најважнијим питањима јесте тип контејнера који има највећи утицај на развој коријена. Паралелно са величином, обликом и карактеристикама контејнера као важним питањима у производњи контејнерских садница јесте сам супстрат који се користи. Предност коришћења контејнерских садница је у томе што не трпе шок пресадње као саднице голог коријеновог система и немају оштећења коријеновог система при пресадњи, бржи је процес производње у расаднику јер је процес од сјетве до садње на терену скоро потпуно аутоматизован и контролисан. Раније присутна проблематика у вези са деформацијом коријеновог система као посљедицом производње садница у посудама данас је углавном *ad acta* уз употребу нових контејнера са тзв. ваздушном десикацијом. Зато се ове саднице снажно промовишу и препоручују код оснивања шума на деградираним стаништима.

Саднице у нисула ролни. Представљају посебан тип садног материјала на прелазу између садног материјала голог коријеновог система и контејнерског садног материјала. Саднице се прво произведу у лејама на отвореном, а затим ваде и умотавају у фолију на коју је претходно положен супстрат дебљине 2–3 cm, после чега се опет покривају истим слојем супстрата. Предност оваквог садног материјала је та што има обложен коријенов систем, те је стрес пресадње мањи. Као главни проблем наводи се оријентисаност коријеновог система у једној равни због ограничења развоја коријена у свим правцима које диктира сам облик нисула ролне. Овај начин производње био је веома заступљен код нас у претходном периоду, али претпоставка је да ће класичне контејнерске саднице у будућности потпуно потиснути овај тип садног материјала.

Дивљаке. Овај тип садног материјала у оснивању нових шума наводи се више информативно, јер је ријетко у употреби. Нове технологије укључују више аутоматизације и контролисаних услова у производњи садница, а употребу дивљака своди на минимум. Суштина употребе ових садница своди се на могућност вађења садница директно у шуми и њихову пресадњу. Дивљаке се могу користити на малим површинама, за брзо пошумљавање прогала, мањих површина као што су нпр. тракторске влаке. Процес вађења садница и пресадња изискују много рада уз непознанице око квалитета, старости садница и успјеха по пресадњи. Често се коријен ових садница знатно оштети јер се биљке ваде из збијеног земљишта, што се одражава на успјех по пресадњи.

Након прегледа типова садног материјала, напоменућемо неке основне чињенице о трошковима садње. Трошкови производње садница у расаднику расту са старошћу и величином биљака. Веће, снажније саднице, са добро избалансираним односом подземног и надземног дијела, могу опстати у већем проценту по пресадњи и имати бољи развој. Дебља кора и већа крошња могу представљати бољу заштиту од високих температура током љетњих периода, као и мање шансе да саднице буду затрпане лишћем и сл. Због веће дубине на којој је потребно лоцирати њихов коријенов систем, често се захтијева припрема дубљих рупа за садњу. У исто вријеме, ово обезбјеђује мање штете од голомразице. Чињеница је да ће коришћење већих садница повећати трошкове оснивања нових шума, што захтијева посебну бригу и разматрање. Ипак, ови трошкови далеко су мањи у поређењу са трошковима припреме станишта и одржавања засада и посебно могућих штета, из чега слиједи препорука да се на квалитету садног материјала не смије штедити. Већи проблем може представљати потреба ангажовања већег броја радника у кратком временском периоду код садње већих садница. Технике производње садница које подразумевају подсијецање коријеновог система током производње у расаднику или производња контејнерских садница са више аутоматизације штеде новац и смањују потребу ангажовања већег броја радника у садњи садница.

10.1.4. Фактори који утичу на опстанак и раст садница после садње

Односи преживљавања и раста после садње са квантитативним морфолошким атрибутима често су контрадикторни. Наравно, резултати преживљавања садница не зависе само од карактеристика садница, већ и од услова станишта на којем су посађене (нпр. сува или

влажнија земљишта). Вађење садница из расадника и садња у новим условима излаже их сасвим новим условима окружења. При томе саднице трпе наглу промјену животних услова што се назива шок пресадање. Потребно је неко вријеме да се саднице прилагоде новим условима средине. У досадашњој пракси код нас је потврђено искуство да за пошумљавање повољних станишта на изразито дубоким, хумусним и закоровљеним земљиштима треба користити одраслије, веће саднице са боље развијеним коријеновим системом. На неповољним теренима – сувим, каменитим, са плитким земљиштем – препоручује се млађи садни материјал, али опет са добро развијеним коријеновим системом.

Постоје многи примјери из цијелог свијета који илуструју раст и опстанак садница током првих неколико година после садње у односу на њихове карактеристике. Понекад ове карактеристике имају интеракције на више сложених начина, тако да је тешко тачно предвидјети како ће се саднице „понашати” после садње. Генерално, карактеристике садница које улазе у групу најважнијих у одређивању опстанка и прираста садница током прве године или након садње су:

- величина – мјери се обично као висина саднице (изнад коријена), њихов пречник коријеновог врата (пречник саднице на мјесту гдје се спајају надземни и подземни дио саднице) или суве биомасе надземног и подземног дијела тј. њиховог коријеновог система. Веће саднице садрже веће залихе минералних материја, тако да могу интензивније развијати лишће, а са више листова су у стању брже расти, што је посљедица већег процеса фотосинтезе;
- релативне величине њиховог коријена и надземног дијела – ово се још зове однос подземног и надземног дијела, који се мјери као однос суве биомасе коријена садница подијељен са сувом биомасом надземног дијела (саднице сушене на температури 60 °C). Саднице са вишим односом подземни/надземни дио имају тенденцију бољег преживљавања, јер имају релативно велики коријенов систем за снабдијевање водом за потребе релативно малог надземног дијела;
- капацитет раста коријена (енгл. *Root Growth Capacity*) – мјери се узимањем садница из расадника и стављањем под идеалне услове (са доста воде, свјетлости и хранљивих материја и на повољну температуру) на неколико недјеља, те се врши мјерење повећања у величини њиховог коријеновог система. Већи капацитет раста коријена значи да се брже може развити коријенов систем за снабдијевање водом и хранљивим материјама растућих садница;

- количина или садржај различитих хранљивих елемената у садницама – мјери се хемијском анализом садржаја појединих микроелемената и макроелемената у коријену и надземном дијелу биомасе. Што више хранљивих састојака садрже саднице, више времена на располагању има за коријенов систем да се успостави и постане способан да узме довољно воде и хранљивих материја из земљишта.

Пречник коријеновог врата и маса саднице имају тенденцију да предвиђају боље перформансе после садње од саме висине саднице. Тако, 33 експеримента о квалитету садница које су Наваро и сарадници (2006) објавили са медитеранским врстама не подржавају тврдњу да мале саднице са нижим односом надземног и подземног дијела показују бољи опстанак и раст од већих садница и са већим односом. Међутим, неколико аутора тврди да морфологија коријена (дужина, запремина и маса коријена, број и дужина бочног коријења првог реда, индекс површине коријена и сл.) може да пружи ефикасније индикаторе квалитета садница (Davis & Jacobs, 2005). Имајући у виду да су ова мјерења деструктивна, напорна и дуготрајна, то може ограничити њихову практичну примјену у шумарству.

Још једна важна пракса у расаднику јесте ђубрење садница. Примјер за то долази из Шпаније, гдје Виљар-Салвадор и сарадници (2004) доводе у везу опстанак и развој садница црнике (*Quercus ilex*) које су добијале различите количине азотних ђубрива у расаднику. Двије године по пресадњи, 19% садница које су ђубрене у расаднику и 41% неђубрених садница биле су осушене. Ђубрене саднице су постигле веће висине, просјечна запремина њихове стабљике је $4,7 \text{ cm}^3$, док је код неђубрених садница износила $2,2 \text{ cm}^3$. Дакле, веће величине садница и више садржаја азота ђубрених садница довели су до знатног добитка у њиховом опстанку и расту након садње на терену.

Вријеме и количине примијењеног ђубрива могу битно утицати на величину садница и њихов каснији опстанак и раст након садње на терену. Већи опстанак садница и њихов бољи раст се такође може постићи примјењујући ђубрење саднице након пресадње, чиме се повећава количина расположивих хранљивих састојака одмах по пресадњи у земљишту. Као алтернативна метода у исхрани садница након садње на терену, врши се инокулација микоризних гљива док су саднице још у расаднику. Микоризне гљиве побољшавају усвајање воде и хранљивих материја код садница у периоду након садње.

Разни други третмани се могу користити у расадницима да се унаприједи особине саднице и да дају бољи успјех на терену и прије него

што се саднице пресаде. На примјер, излагање садница краткотрајној суши у расаднику показало се као користан третман у обезбјеђивању толерантности на релативно малу доступност воде после садње. У хладним поднебљима, гдје се саднице гаје у контејнерима у пластеницима, саднице могу да се премјесте на отворено и да се прилагоде на ниске температуре прије него што се саде на терену. Саднице произведене у расадницима на нижим надморским висинама могу бити премјештене у области на већим висинама, да се прилагоде на хладне временске услове како би се избјегле штете од мраза када се сади на вишим надморским висинама. Одузимање хранљивих елемената садницама, као што је азот у расаднику, може да их учини мање атрактивним за поједине штеточине које се могу појавити након садње. Низак ниво азота може учинити мање штете на њиховим листовима, који се могу јавити у сунчаним, али и у условима измрзавања након садње. Наравно, биљке са мањом количином азота не могу да расту добро, као и оне које су добро снабђевене, али им управо ово може омогућити да преживе под овим посебним околностима.

Практична ограничења величине садница до које се оне узгајају углавном су дефинисана националним стандардима, који се разликују зависно од географског положаја, еколошких услова станишта и технологије производње садног материјала. Настоје се произвести и садити саднице којима се може лакше руковати од стране оног ко их сади на терену. Постоје неформални приједлози да се коријенов систем ограничи на максимално 25 cm, јер ако је коријен већи од тога, потребно би било копати велике рупе за садњу само да би се избјегле деформације коријеновог система.

Упоредо сагледавајући својства садница као важан фактор у избору типа садница за оснивање нових засада, треба узети у обзир станишне услове као лимитирајући фактор у избору типа садница. Тако нпр. утицај мањка приступачне влаге вјероватно представља најважнији чинилац у избору типа садног материјала. Ово проистиче из чињенице да вода учествује у свим животним процесима. Обављена су многа истраживања о реаговању разних типова садног материјала на ксеротермним стаништима, али мало њих је дало објашњења о физиолошким узроцима разлика које се појављују у преживљавању и растењу. Детаљним проучавањем многобројне литературе утврђено је да нема јасне сагласности која би ишла у прилог предности специфичног типа садног материјала. Разлоге треба тражити, прије свега, у значајним разликама станишних услова на којима су истраживања проведена, као и разликама у дефинисању и самом квалитету садног

материјала. На све ово треба додати да начин припреме садница за транспорт, сам транспорт и припрема садница за садњу представљају важне чиниоце од којих зависе физиолошка снага и понашање садница после садње. На основу свих расположивих литературних извора може се закључити да се саднице са добром регенерацијом коријеновог система, разгранатим коријеновим системом, бројним коријеновим завршецима и вишим односом подземног и надземног дијела могу препоручити уз претпоставку већег успјеха на стаништима са мање приступачне воде.

На стаништима која карактеришу високе или ниске просјечне или екстремне температуре могу се препоручити саднице са већим пречником коријеновог врата. Ово отвара нова питања и истраживања о отпорности контејнерских садница. На стаништима која карактерише „зимска десикација”, разгранат коријенов систем и правилан однос подземни–надземни дио, као и употреба нешто већих садница, могу помоћи у превазилажењу овог проблема.

Закоровљена станишта, нарочито приликом оснивања засада после чисте сјече изданаčkih и деградираних шума, као и пашњака, захтијева што већу висину садница уз одговарајући пречник коријеновог врата. Крупније саднице са бржим растом у првим годинама после садње успјешније се супротстављају потискивању од избојака и изданака са осталих пањева и жила.

10.1.5. Намјенска производња садница за унапријед познато станиште

У претходном дијелу није било могуће приказати детаље свих активности које су могуће у расадницима са циљем производње квалитетних садница које ће дати најбоље резултате на терену. Најподесније карактеристике садница се мијењају зависећи од врсте до врсте и од локације до локације на којима се саде. Такође, треба јасно истаћи да се значајан истраживачки рад усмјерава на идентификацију карактеристика садница које највише одговарају одређеном окружењу.

Имајући у виду ранија, углавном негативна искуства у подизању нових шума, током осамдесетих година XX вијека у западној Америци је замишљен концепт „станишту прилагођене производње” или „намјенске производње садног материјала” (енгл. *Target seedling production*) (Landis, 2011). Концепт „намјенске производње садног материјала” значи производњу садница са циљаним, специфичним физиолошким и морфолошким карактеристикама садница које се могу квантитатив-

но повезати са успјехом пошумљавања. То значи да се концепт „једна величина и особина за све” мијења концептом „особина прилагођена намјени” (слика 10-1).



Слика 10-1. Шематски приказ „намјенске производње садног материјала” (извор: Landis, 2011)

Овим концептом, до крајњег циља, који се мјери успјехом пошумљавања, дефинисано је осам активности или специфичних циљева о којима треба водити рачуна: 1) циљеви оснивања шума; 2) процјена станишних услова (земљиште, клима, биљне заједнице...); 3) ограничавајући фактори станишта; 4) мјере за ублажавање; 5) генетичка предиспозиција врсте и поријекло; 6) тип садног материјала; 7) алати и технике садње на терену и 8) вријеме садње.

1. Циљеви оснивања шума. У до сада углавном традиционалном пошумљавању углавном су се користиле врсте које дају брзи раст са крајњим циљем производње трупаца. Чињеница да пројекти рестаурације користе различите биљне врсте радикално је промијенила концепт циљне производње. Обнављање озбиљно деградираног станишта ствара нову листу циљева пројеката, укључујући превенцију ерозије земљишта и слично.

2. Процјена станишних услова. Било да се ради о оснивању нових засада или рестаурацији, опис станишних услова треба свеобухватно урадити већ у раној фази. Углавном се полази од доступних карти геолошке подлоге, земљишта и вегетације. Климатске информације се могу добити од локалних метеоролошких станица или климатских мапа доступних на интернету. Ботаничар или фитоценолог треба да

спроведе детаљна истраживања о томе које биљке се тренутно налазе на локацијама оснивања новог засада јер постојећа флора може да укаже на стање површине са више аспеката: абиотичких (климатских и едафских) и биотичких.

3. Ограничавајући фактори станишта. Након што се сакупе и процијене све информације о локацији, слједећи корак је да се утврди који фактори животне средине на локацији пројекта највише ограничавају успостављање и раст биљака. Неријетко су локалитети који се пошумљавају озбиљно деградирани, те представљају тешка станишта за ревегетацију због губитка или оштећења земљишта. Читав низ атмосферских и едафских фактора може бити ограничавајући, али влажност земљишта и температура су најчешћи фактори које треба узети у обзир. Обично постоји више од једног ограничавајућег фактора и они би требало да буду ранжирани по значају. Ограничавајући фактори су кумулативни и секвенцијални, то јест, када се један фактор превазиђе, други ће обично постати ограничавајући. Раст и развој садница дефинисани су управо лимитирајућим фактором.

4. Мјере за ублажавање. Када се идентификују и рангирају ограничавајући фактори, мора се одредити најбољи и најисплативији начин за ублажавање њихових ефеката. Многе мјере ублажавања ће утицати на више од једног ограничавајућег фактора, а њихова ефикасност зависиће од карактеристика станишта и циљева пројекта. На примјер, малчирање органском материјом се често користи за спречавање површинске ерозије земљишта, као и за успоравање губитка влаге у земљишту.

5. Генетичка предиспозиција врсте и поријекло. Аутохтоне врсте су локално прилагођене и уобичајене, имају широку еколошку амплитуду и релативно се лако размножавају. Једном када је врста одабрана, питање постаје само поријекло. Локални извори су пожељнији како би се осигурало да су биљке прилагођене окружењу на локацији пројекта. Производња намјенског садног материјала треба да буде таква да се генетичким, физиолошким и морфолошким квалитетом амортизују различити стресови на стаништима на којима се врши пошумљавање. Саднице се „програмирају” кроз одабир одговарајућих генетички квалитетних полазних популација и одговарајућих технологија производње да буду отпорне на екстреме станишта гдје се пресађују.

6. Тип садног материјала. Овај концепт укључује све могуће типове садног материјала у смислу начина производње и „кондиционирања” за успјех послије садње.

7. Алати и технике садње на терену. Нажалост, често се о алатима које треба користити у садњи садница не размишља на вријеме. Недовољно припремљен алат у свом квалитету и обиму прави проблем у продуктивности и квалитетној реализацији садње садница. Често, шумари или стручњаци за рестаурацију преферирају одређену опрему јер је у прошлости добро функционисала. Професионални радници ће изабрати ону опрему која обезбјеђује бржу и квалитетнију садњу садница или сјетву сјемена. Пројекти гдје је производња дрвета примарни циљ засађују максималан број стабала по површини у правилном распореду. Међутим, тамо гдје је еколошка обнова циљ, постављање биљака насумично или у насумичне групе репрезентативније је за обрасце природне вегетације.

8. Вријеме садње. Вријеме садње садница је коначни аспект концепта циљне производње који треба узети у обзир и треба га размотрити током фазе планирања. Вријеме садње је временски период током којег су услови животне средине на мјесту садње садница најповољнији за њихов опстанак и раст. Главна идеја је да се то уради када су нормално ограничавајућа влажност и температура земљишта на идеалним нивоима. Најчешће се преферирају јесења и прољећња садња. Љетња и јесења садња примјеном контејнерских садница постаје све чешћа пракса на вишим надморским висинама или географским ширинама. Прије садње саднице морају проћи посебно кондиционирање како би се осигурао успјех садње.

10.2. Рад са садним материјалом од вађења до садње

Вађење садница, њихово бројање, класирање, паковање, чување у расаднику, транспорт, чување прије садње на терену и изношење на терен све до момента садње представљају основне операције руковања садним материјалом.

Саднице се ваде и чувају на хладном и влажном мјесту. При томе коријен садница не смије бити изложен директном сунчевом зрачењу и вишим температурама дуже вријеме. Након вађења садница, оне се класирају, броје, пакују и складиште и/или испоручују на терен. Чување се врши у хладњачама, док би транспорт такође требало да се врши у хладњачама, на температурама око 4–5 °C или у хладнијим дијеловима дана (рано ујутро или увече). Додаци земљишту који се састоје од компоненти као што су хидрогелови и микоризе могу да помогну садницама које су изложене утицају ваздуха у периоду до 6 сати да имају већи проценат опстанка након пресадње (Beniwal et al., 2011). Након доласка на мјесто садње, саднице се могу привремено складиштити на хладним и тамним мјестима.

Саднице морају бити посађене у што краћем року након изношења на терен. Стога је потребно имати јасан план садње направљен унапријед. На терен треба изнијети само онолико садница колико се реално може засадити. Кашњења због временских услова, удаљености, распореда радника, лоше комуникације и других логистичких проблема треба унапријед узети у обзир и планирати. Саднице на терену, уколико се правилно чувају на хладном и влажном мјесту, могу да проведу пар дана на мјесту садње. Могу да се чувају у трапу или одговарајућим подрумима. Трап се припрема тако што се ископа јарак са једном косом и једном равном страном. Коријен садница се полаже у јаркове који се затим загрну земљом (слике 10-2 и 10-3). У подрумима, у којима је температура ниска, са малим осцилацијама, саднице могу да се чувају неколико дана (слика 10-4). Потребно је да земља којим се загрне коријење садница има одговарајући ниво влажности. Свако ко сади треба да узме онај број садница који може да посади за један до два сата. Такође, може да се користи посебна радна снага да разноси саднице до радника који саде.



Слика 10-2. Утрапљене саднице смрче (фото: Цвјетковић, 2019)



Слика 10-3. Утрапљене саднице храста лужњака (фото: Цвјетковић, 2017)

Радници који саде треба правилно и опрезно да рукују садницама. Чак и најквалитетније саднице неће опстати на мјесту садње уколико нису адекватно засађене. Стога је прије садње потребно радити са људима који први пут саде, при чему се упутства могу разликовати на различитим теренима и код садње различитих врста и типова садног материјала (Hasse et al., 2014).



Слика 10-4.
Чување
садница у
подруму на
хладном и
тамном мјесту
(фото:
Цвјетковић,
2022)

10.3. Методе и технике садње

У зависности од интензитета употребе алата и машина, садња може бити ручна и механизована. Садња садница је операција постављања садница на погодно мјесто у земљишту и прекривање коријеновог система земљом обезбјеђујући услове правилног положаја, стабилности саднице и контакта коријеновог система саднице са земљиштем.

10.3.1. Ручна садња

Развојем технологије производње садног материјала, припреме станишта и садње развиле су се бројне методе и технике садње. Оне се разликују у погледу коришћења алата за садњу, степена улагања мануелног рада, карактеристика садног материјала, карактеристика станишта, итд.

Обично се саднице са голим коријеновим системом саде ручно, док се саднице са обложеним коријеновим системом саде ручно и машински. Процес садње је једна од активности која има најмању могућност аутоматизације и удео мануелног рада је прилично висок (Löf et al., 2012).

Саднице голог коријеновог система могу да се саде:

- у отворе које праве рипери,
- у бразде, при чему се садња обавља на бразду, на коси засјек бразде или у бразду,
- у засјеке начињене различитим алатима (мачеви за садњу, лопате, ашови, будаци, мотике, итд.),
- у јаме.

Током процеса садње са садницама се треба опходити са максималном пажњом. Оне морају бити све вријеме заштићене од десикације, температурних екстрема и физичког оштећења. Мјере чувања и заштите садница које се предузимају при вађењу и транспорту садница остају на снази све док се оне не посаде. Саднице се морају чувати током садње како би се избјегло несмотрено одлагање, бацање и испуштање. Резултати бројних истраживања указују да је опстанак садница након садње знатно мањи уколико се са њима није радило правилно (нпр. непажљиво и грубо спуштање садница на земљу док се преносе са једног мјеста на друго). Добар контакт између коријеновог система и садница мора се успоставити у процесу садње да би саднице биле у могућности што прије почети са усвајањем воде и минералних материја. Да би се то омогућило, потребно је припремити јаму довољне дубине и ширине. Величина јаме зависи углавном од величине саднице, односно њеног коријеновог система.

Постоје двије основне технике садње садница голог коријеновог система:

- садња у засјек,
- садња у јаме.

Садња у засјек подразумијева прављење отвора утискивањем оштрог алата у земљиште на дубину 20–30 cm, чиме се формира мјесто за садњу саднице. Након постављања коријеновог система у отвор врши се затварање отвора притиском на земљиште око отвора. Предност садње у засјек јесте то што је једноставан и брз метод садње садница, чија ефикасност долази до изражаја на земљиштима са већим удјелом фракције пијеска и праха. Поред тога, учинци садњом у засјек знатно су већи у односу на учинке садње у јаме. Као негативна страна садње у засјек наводи се да при формирању засјека не долази до измјене распореда земљишта у вертикалном профилу и распоред коријенских жила код засјека је у једној равни, док су код садње у јаму жиле слободно распоређене по профилу јаме. Уједно, кретање алата код засјека врши збијање земље са двије стране, што има за посљедицу мању могућност продора коријеновог система у земљиште. То је посебно велики проблем код земљишта која имају висок садржај глине.

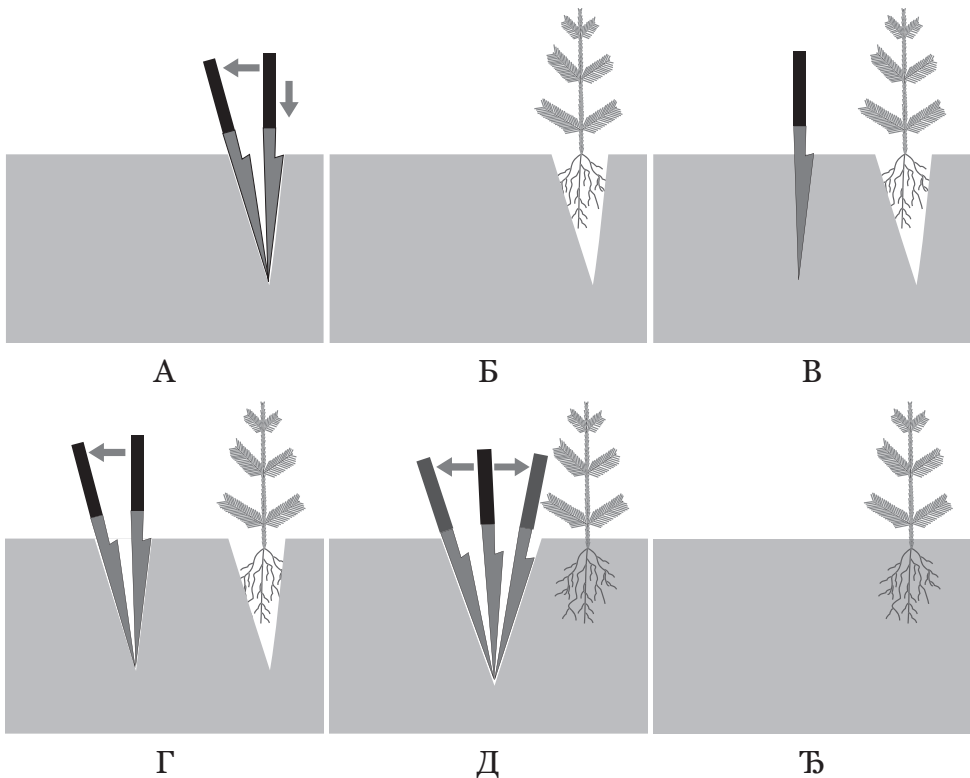
Садња у засјек може бити:

- садња под мач,
- садња лопатом,
- садња под крамп (или будак).

Садња под мач представља једну од најчешћих техника садње у засјеке. Релативно се лако и једноставно изводи, а радници врло јед-

ноставно и брзо саде саднице. Стилиновић (1991) наводи да су учинци садње у интервалу од 1.000 до 3.000 садница на дан. Садња се изводи на сљедећи начин:

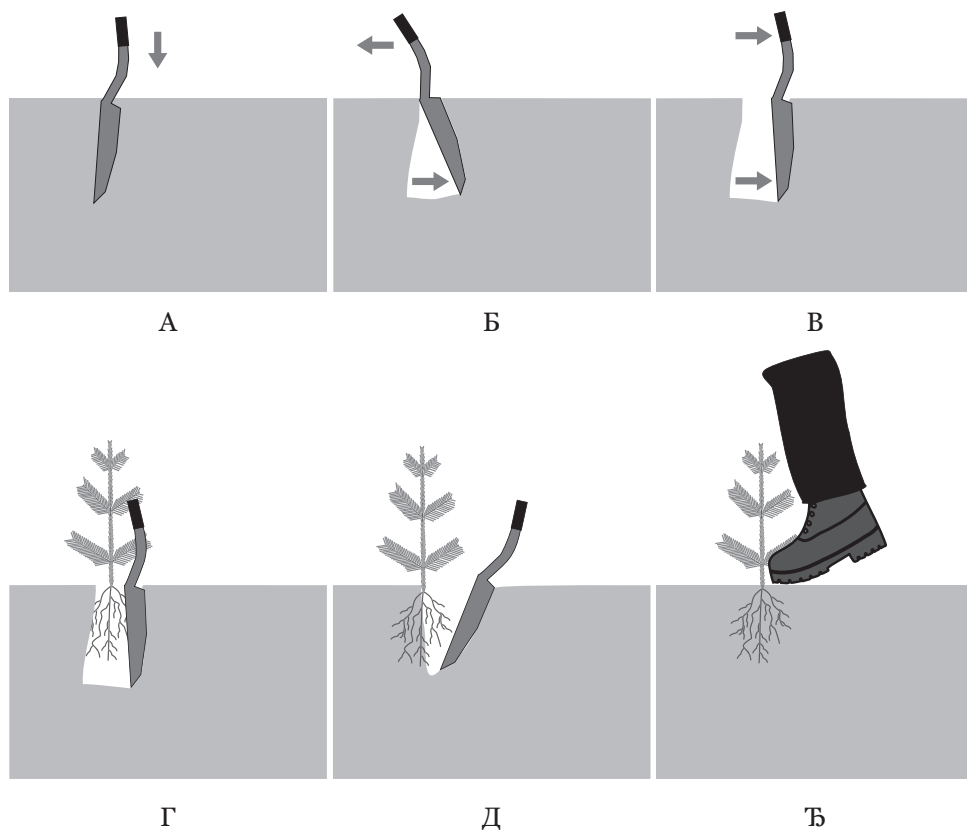
- радник побада мач у земљиште тако што врши притисак ногом на мач, помјерањем мача ка себи и од себе прави засјек, тј. мјесто за садњу саднице (слика 10-5А),
- радник узима садницу у руку и ставља је у засјек (слика 10-5Б),
- на 7–10 cm радник поново побија мач у земљу (слика 10-5В),
- притиском на мач радник затвара нови засјек (слика 10-5Г),
- врши помјерање мача ка садници, чиме збија земљиште око саднице (слика 10-5Д),
- ногом притисне мјесто око саднице да би учврстио позицију саднице и затвори засјек који је начинио на 7–10 cm од саднице (слика 10-5Ђ).



Слика 10-5. Шематски приказ радова садњом под мач

Садња лопатом или прилагођеним ашовом такође је једна од техника садње у засјек. Може да се примени на добро припремљеним, аерисаним земљиштима, тј. земљиштима са већим удјелом пијеска или праха. Процес садње се састоји од сљедећих радних операција:

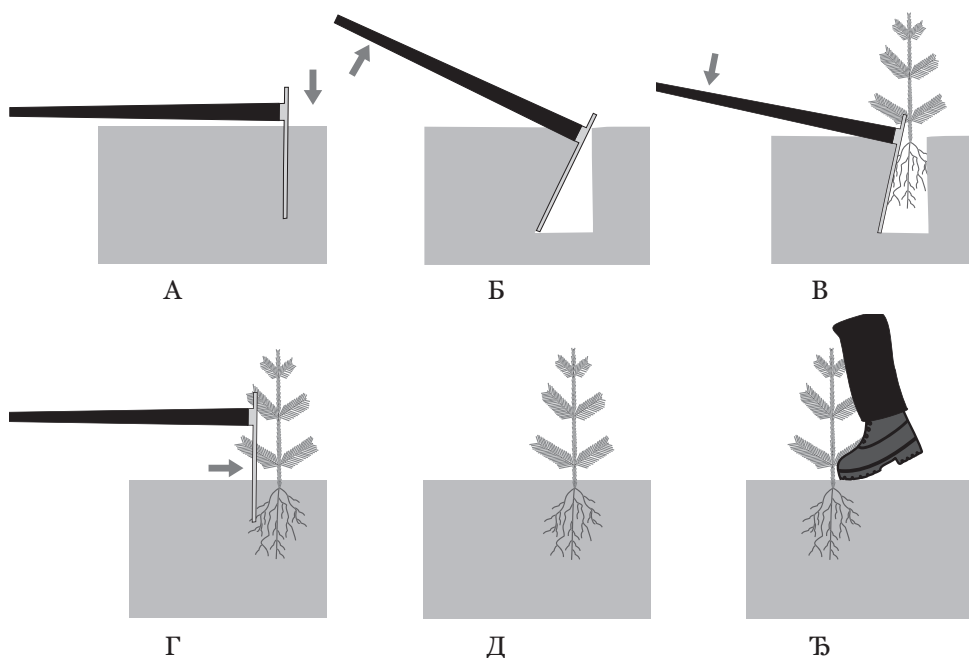
- лопата или ашов се побија у земљиште (слика 10-6А),
- користећи се системом полуге, држалица алата се повлачи на једну страну, а дио алата пободен у земљиште креће се супротно и тиме формира отвор у земљишту (слика 10-6Б),
- исправљањем држалице, односно лопате или ашова, формира се мјесто за садњу (слика 10-6В),
- садница се поставља у отвор у земљи (слика 10-6Г),
- лопата или ашов се полако извлаче, а земља, која је повучена алатом исправљањем држалице, враћа се у првобитан положај и затрпава коријен саднице (слика 10-6Д),
- површински слој земљишта се ногом притисне да би се елиминисали ваздушни џепови и стабилизovala садница (слика 10-6Ђ).



Слика 10-6. Садња саднице лопатом или ашовом

Садња будаком, крампом или мотиком се примјењује на тежим и каменитим земљиштима. Процес рада састоји се у сљедећим радним операцијама:

- радник побада будак у земљиште (слика 10-7А),
- држало алата се повлачи нагоре те се принципом полуге отвара простор у земљишту (слика 10-7Б),
- повлачењем алата ка себи радник формира профил за садњу саднице и поставља садницу у земљиште (слика 10-7В),
- будак се полако извлачи, а земља се враћа у првобитни положај, при чему се будаком врши притисак земље према садници (слика 10-7Г),
- садница је посађена, а земља је враћена у првобитни положај (слика 10-7Д),
- око саднице се земљиште притисне ногом да би садница била адекватно засађена и стабилизована (слика 10-7Ђ).



Слика 10-7. Садња саднице будаком

Поред наведених метода, постоје бројне модификације алата и техника, али принцип садње је у суштини исти.

Садња у јаму представља најчешћи вид садње садница, било да се ради о садницама голог коријеновог система или садницама обложеног коријеновог система, односно контејнерским садницама. Код

садње у јаме земља се ископава и оставља са стране, да би се након постављања саднице у јаму земља вратила у јаму. Метод садње садница у јаме је најстарији, а предности у односу на садњу у засјек јесу:

- може се примијенити на скоро свим земљиштима (осим на јако влажним земљиштима када се формирају хумке или гребени па се опет на њима могу правити јаме),
- све врсте се могу садити у јаме,
- могу се садити саднице већих димензија,
- могуће је контролисати састав земљишног профила током садње садница, тј. могуће је дефинисати распоред враћања земљишта у јаму, при чему се нпр. најфинија и најситнија земља ставља на дно око најфинијег дијела коријена, док се крупни комади, агрегати земљишта, могу стављати у површинске слојеве. Бусен се поставља на сам врх, окренут травом наниже ради бржег сушења и одумирања конкурентске вегетације.

Недостаци су знатно мањи учинци у поређењу са учинцима садње у засјек.

Копање јаме се изводи различитим алатима: будаком, ашовом, лопатом, мотиком, на тежим теренима и пијуком. Процес копања јаме је физички напорна и скупа активност, посебно ако је терен тежак, а саднице велике, при чему је потребно копати јаму већих димензија. У посљедње вријеме се користе ручна моторна сврдла или моторна сврдла прикључена на тракторе. Ипак, у већини случајева због услова терена, јаме се копају ручно.

Прије копања јаме неопходно је очистити површину око будућег мјеста за јаму. Уклања се конкурентска вегетација, камење, листинац на површини од најмање $0,5 \times 0,5$ m. Димензија јаме варира и најчешће је условљена величином саднице. Стандардне јаме су најчешће кружног облика, око 30 cm у промјеру и у дубини. Ископана земља се ставља са једне стране формирање јаме.

Процес садње се обавља тако што се садница поставља у јаму, коријенов систем се правилно распореди те се почиње са загртањем прво фином, ситном земљом, а затим и остатком ископане земље. На врх се стављају бусенови, а може и ископано камење ако је свјетлије боје, при чему оно не смије да додирује садницу. Камење служи да дуже чува влагу и рефлектује сунчево зрачење.

Норме за садњу зависе од већег броја фактора, али се сматра да један радник може да посади (у зависности од услова терена) 50–150 садница на дан.

Саднице, у зависности од положаја, у јами могу да се саде:

- на средину јаме (слика 10-8),
- уз вертикални зид јаме (слика 10-9),
- у јаму у облику слова „W” (слика 10-10),
- на хумке у јаме (слика 10-11).

Поред ових техника, постоје још неке технике као што су Коже-шњиков начин садње, Бирманов начин садње, садња у јамице и сл.

Као најбољи и најчешћи метод препоручује се садња на средину јаме. Садница је централно постављена, коријен се распореди правилно и засипа земљом. Садња у средину јаме се састоји из следећих операција:

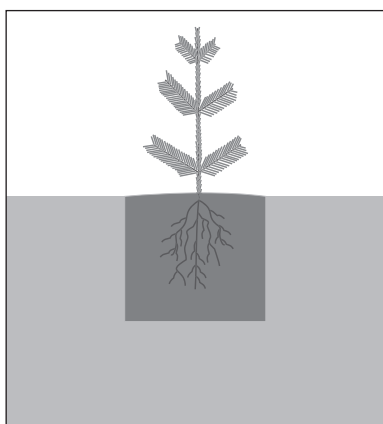
- налази се мјесто гдје ће се вршити садња саднице,
- уклањају се приземна вегетација и покривач,
- врши се копање јаме дубине 30 см и приближно истог пречника,
- садница коју радник држи мало изнад коријеновог врата спушта се у јаму тако да коријенов врат буде тек 1–2 см испод нивоа терена,
- распоређује се коријенов систем у јами,
- узима се ситнија и финија земља те се ставља у јаму око коријена,
- врши се благи притисак да би се земља слегла око доњег дијела, најфинијег дијела коријена,
- ставља се преостала земља у профил јаме,
- држећи садницу за врх, ногама се гази око саднице да би се додатно стабилизovala и учврстила у земљи,
- повлачењем нагоре врха саднице, који се налази између кажипрста и средњег прста, провјерава се да ли је садница добро засађена (не смије се помјерити при повлачењу нагоре).

Једноставнији метод је садња уз вертикални зид јаме, при чему се садница поставља уз једну страну јаме која је равна и глатка. Загртање се изводи по истом принципу као и код садње садница у средину јаме. Недостатак овакве садње је тај што је коријенов систем распоређен уз једну равну страну јаме, што може имати за посљедицу деформацију коријеновог система.

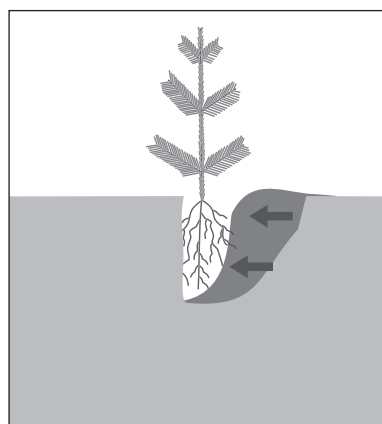
Садња садница у облику слова „W” врши се тако што се основа коријеновог система, тј. почетак коријена од надземног дијела надоле, постави на централни, узвишени дио јаме, а жиле се распореде на двије стране те се загрћу по истом принципу као и код садње у јаму – прво ситнијом и финијом земљом, а последије тога преосталим дијелом

ископане земље. Оваква садња је погодна за врсте тањирастог корије-
новог система као што је смрча и на земљиштима која су без скелета и
пјесковита.

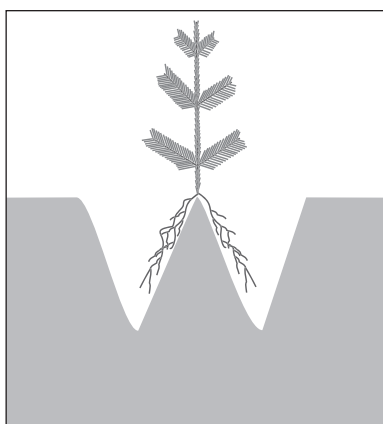
Садња на хумке представља модификацију у припреми земљи-
шта за садњу, гдје се позиције за садњу издижу изнад нивоа земљишта
да би се елиминисао негативан утицај високе подземне воде или воде
која се може наћи на површини, а неповољно утиче на раст и развој
садница. Тада се праве хумке или греде, које су узвишене, и на њима
се копају јаме. Сам процес садње садница сличан је као и код садње на
средину јаме.



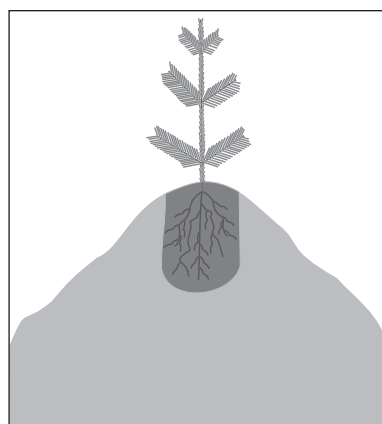
Слика 10-8. Садња у средину јаме



Слика 10-9. Садња уз
вертикални зид јаме



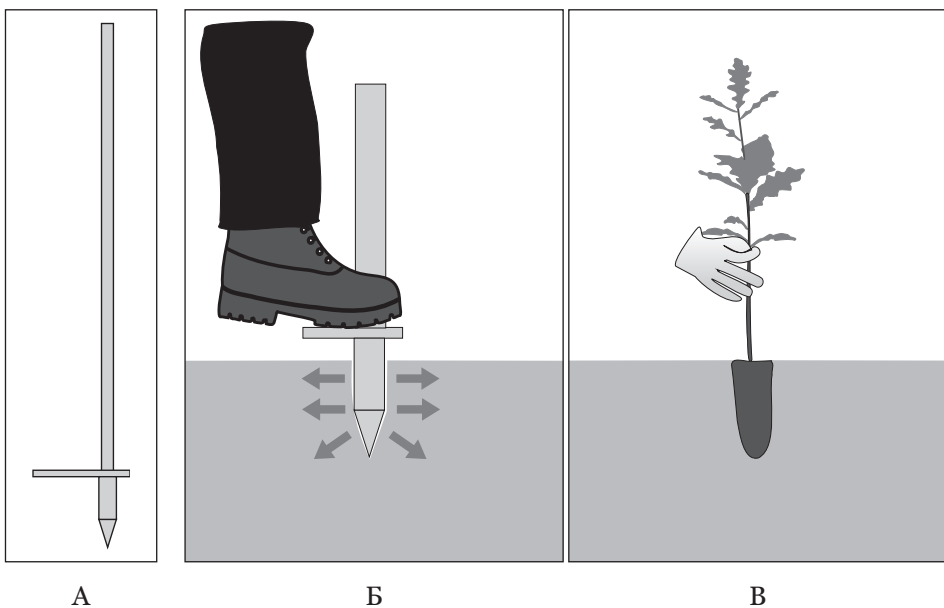
Слика 10-10. Садња у јаме са
хумком – „W”



Слика 10-11. Садња на хумке

Контејнерске саднице углавном могу да се саде примјеном скоро свих метода и техника садње садница голог коријеновог система (искључујући нпр. садњу у јаме облика „W”). Контејнерске саднице се саде примјеном садилица које се утискују у земљу и праве позицију за садњу садница (слике 10-12). Предности ове технике садње јесу једноставност, брзина и добри резултати на растреситијим земљиштима. Негативне стране садње садилицама огледају се у збијању зидова профила јаме, што је поготово велики проблем на земљиштима са средњим и високим садржајима глине.

Поред раније описаног алата (мач, лопата, будак), постоје садилице које на дну имају цилиндрични и/или купаст облик (облик контејнера у којем је произведена садница) који се побада у земљиште (слика 10-13, садилице 1, 2 и 3) и тиме се отвара мјесто за садњу. Постоје садилице које се састоје од два дијела, који преко система полуге отварају јаму у земљишту и припремају мјесто за садњу (слика 10-13, садилица 4). Напредни систем садилица представља *Pottiputki* (Потипутка) садилице (слика 10-13, садилица 5), о којима ће више ријечи бити у даљем тексту. Постоје разне модификације садилица у облику различито модификованих ашова и лопата које се користе за садњу (слика 10-13, садилице 6 и 7).



Слика 10-12. Примјер садилице и метода садње



Слика 10-13. Садилнице: 1, 2 и 3 са збијањем земљишта; 4 и 5 са отварањем позиције у земљишту за садњу; 6 и 7 са отварањем специфичних засјека у земљишту прилагођених облику контејнера

Садња специјализованим садилницама које су обликоване тако да се радник при садњи не мора сагињати да би посадио садницу осмишљене су раних седамдесетих година прошлог вијека. Употребом таквих садилница убрзан је и оптимизован процес садње. Најпознатија садилница тог типа јесте Потипутка (слика 10-14), пројектована и произведена у шведској компанији „ВСС”. Овом садилницом саде се искључиво контејнерске саднице. Садилница је цјевастог облика. Дужине и пречник њене цијеви варирају и зависе од димензија садница, односно контејнера из којих су саднице извађене и крећу се 95,2 до 97 cm и пречника од 36 до 73 mm. На ове садилнице могу да се монтирају мали контејнери који садрже биостимулаторе или ђубрива која се ослобађају при садњи садница (слика 10-15). Најновије садилнице овог типа посједују уређаје за глобално позиционирање (GPS) те се позиција сваке од садница може јасно референцирати у простору.



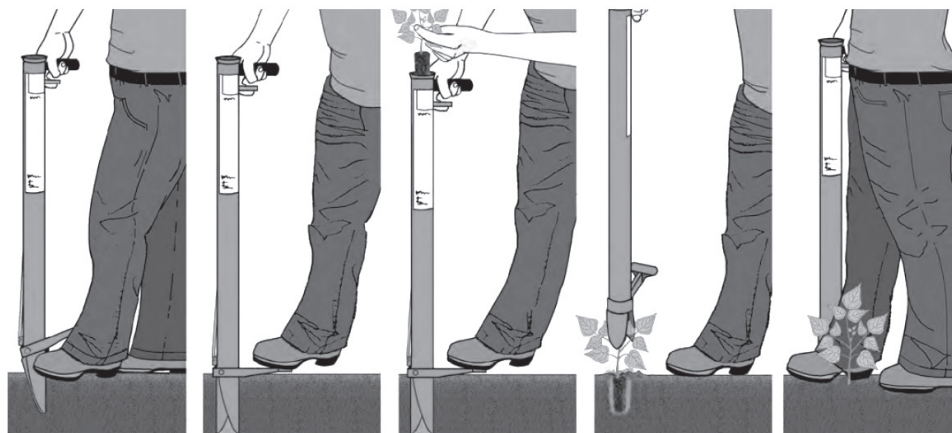
Слика 10-14. Потипутка – садилица (извор: <http://pottiputki.com>)



Слика 10-15. Потипутка са биостимулатором (Извор: Цвјетковић, 2023)

Садња Потипутка садилицом је једноставна и обухвата неколико поступака (слика 10-16):

- радник побада кљунасти врх садилице у земљу,
- притиском ногом на полугу отварају се два кљунаста дијела садилице у земљи, те се тиме отвара мјесто гдје ће се садница усадити,
- радник узима садницу из корпе за ношење садница и ставља је у цијев садилице,
- садница пролази кроз цијев, ношена гравитационом силом до мјеста предвиђеног за садњу у земљи,
- садилица се вади повлачењем нагоре,
- земља око саднице се угази да би се садница стабилизovala и елиминисали ваздушни џепови.



Слика 10-16. Садња садница садилицом Потипутка
(извор: Hasse et al., 2014)

Садња садница Потипутка садилицама је добра опција за припремљено станиште за пошумљавање и показује одличан учинак тамо гдје нема веће каменитости и гдје је мањи садржај глине у земљишту, а самим тим и повољније структуре земљишта. На неприпремљеним, збијеним земљиштима, као и на земљиштима гдје се јавља већи степен каменитости, садња овим садилицама је отежана или се уопште не може изводити.

10.3.2. Механизована садња

Садња садница представља операцију која није значајније механизована у прошлости и још увијек се углавном користи садња садница ручно (како је описано у претходном дијелу). Разлоге треба тражити у комплексности терена који се пошумљавају и који се често налазе на нагибима; јављају се стјеновитост и каменитост, остаци претходне вегетације, неодговарајућа логистика, обученост радне снаге, сезоналност послова на пошумљавању и сл. (Ramantswana et al., 2020). Ипак, недостатак радне снаге у руралним крајевима је доминантан фактор који захтијева значајнију аутоматизацију и олакшање рада радницима који раде на садњи.

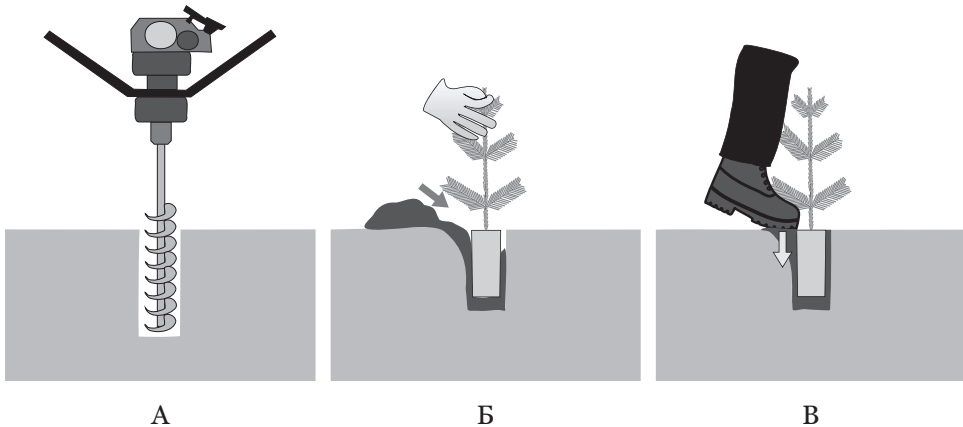
Садња садница примјеном моторног сврдла убрзава процес садње, смањује оптерећење радника и повећава ефикасност пошумљавања. Употребом моторног сврдла норме се могу подићи на 600–1.200 садница по радном дану. Примјена моторног сврдла условљена је припремом терена, присуством камена и остатака коријења раније вегета-

ције и његовим стањем у смислу одређених орографских карактеристика терена, нпр. непримјенивости на великим нагибима (Heitzman & Grell, 2003).

Садња моторним сврдлом се изводи кроз следеће активности:

- припрему мјеста за рад моторног сврдла,
- прављење јаме бушењем сврдла у земљу (слика 10-17А),
- постављање саднице у јаму и враћање земље у јаму (слика 10-17Б),
- притисак ногом да би се садница стабилизовала и елиминисали ваздушни џепови (слика 10-17В).

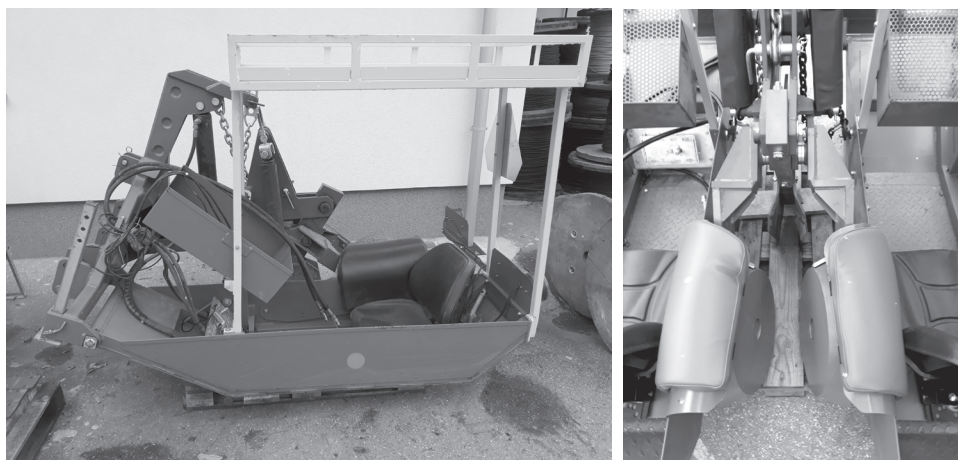
На овај начин могу да се саде саднице голог коријеновог система и саднице обложеног коријеновог система.



Слика 10-17. Садња моторним сврдлом

Истраживања указују на веће учинке при садњи садница моторним сврдлом, што се рефлектује на: ергономске параметре радника, већу ефикасност у смислу посађеног броја садница и бољи пријем садног материјала на терену, поготово уколико се користе сврдла већих промјера, нпр. сврдла пречника 30 cm (Воја et al., 2018). Коришћење моторних сврдла за садњу садница вишедеценијска је пракса која је показала да може олакшати и убрзати рад те показати боље резултате у смислу преживљавања садница у њиховој јувенилној фази живота, што потврђују резултати истраживања из средине прошлог вијека (Hobbs, 1982). Технологија пошумљавања коришћењем моторних сврдла код нас се користи на повољним теренима, без стјеновитости, без или са мало каменитости и без већих остатака раније шумске вегетације.

Саднице голог коријеновог система могу се садити примјеном прикључних машина које имају диск и рипер који отвара земљу и ствара простор за садњу садница (слика 10-18А). Такве прикључне машине се користе широм Европе, а највише у Пољској, Чешкој и балтичким земљама. Садња садница може да се обавља посебно дизајнираним прикључним машинама у којима се налазе садиоци. Прикључна машина се састоји од малог плуга или подривача који пролази кроз земљу, сијече земљиште до дубине за садњу и благо га шири да би се отворило мјесто за постављање садница. Један или два садиоца постављају саднице у отвор који формира плуг или подривач. Након постављања саднице у земљиште, два метална диска притиском затварају отвор у земљишту и стабилизују садницу (слика 10-18Б).



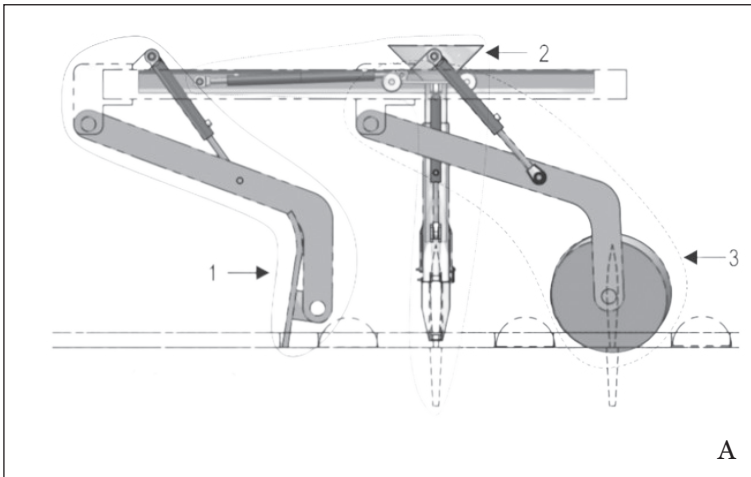
А

Б

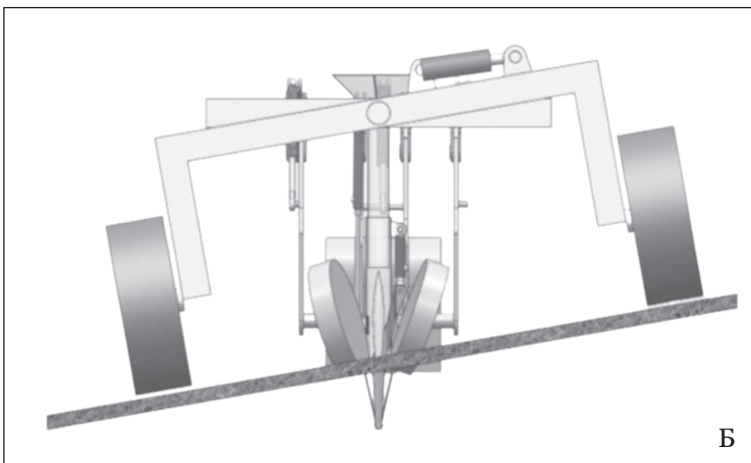
Слика 10-18. Садница у облику прикључне машине за трактор

Чак и у најразвијенијим државама у погледу производње садног материјала и пошумљавању, као што су Шведска и Финска, у којима терени нису превише захтјевни, постоји евидентан недостатак у технологијама механизованог пошумљавања, узрокован неефикасном логистиком доставе садница и руковањем садницама на терену те недостатка обучене радне снаге усљед сезоналности послова. Настоји се у машинску садњу што више укључити вјештачка интелигенција, која кроз систем сензора треба да препозна мјеста за садњу и на таквим мјестима изврши садњу садница. Често су то заједно машине за површинску припрему земљишта и саднице (Manner & Ersson, 2021).

Настојање да се смањи удио људског рада у процесу оснивања нових шума доводи бројне истраживаче, конструкторе и стручњаке за област роботике и вјештачке интелигенције на исти задатак – како што једноставније и ефикасније садити саднице уз минималан удио људског рада. Системи за механизовану садњу се развијају широм Европе, а доминирају државе Сјеверне и Централне Европе. У Пољској су развијени системи који врше аутоматизовану садњу прилагођавајући се различитим нагибима терена (слика 10-19 А и Б) (Tylek et al., 2023).



Слика 10-19.
Садилице
патентиране
у Пољској са
аутоматским
прихватањем
садница
и садњом
(извор:
Adamczyk et
al., 2019; Tylek
et al., 2023)



Механизовани системи су оптимизовани за прихват и садњу контејнерских садница различитих димензија. Садилице су прилагођене за коришћење на багерима и дизајниране су у виду посебних прикључних уређаја на класичне радне машине (слике 10-20 до 10-23).

Најчешће се користе у скандинавским државама, на теренима који немају велики нагиб нити веће препреке за кретање машина. Радни дио машине, тј. садилице истовремено могу да врше припремање мјеста за садњу преврћући слој земљишта на мјесту гдје се врши садња, при чему могу да формирају и хумке по потреби.



Слика 10-20.
Аутоматизовани
систем за садњу
компаније
„Risutec” (извор:
компанија
„Risutec”)



Слика 10-21.
Аутоматизовани
систем за садњу
компаније
„Risutec”
прикључен на
багер (извор:
компанија
„Risutec”)

Развојем науке све више се настоје користити интелигентни системи за садњу. Од почетка XXI вијека, технологија у области оснивања нових шума напредује и ниво коришћења робота за садњу се повећао (Wei-Rin et al., 2023). Тако је Универзитет Пен Стејт (енгл. *Penn State*)



Слика 10-22.
Аутоматизовани
систем за садњу
компаније
„Bracke forests”
(извор: Bracke
forests, 2023)



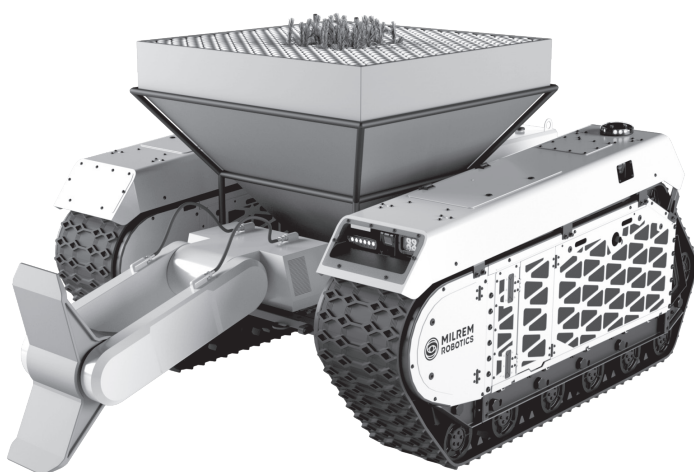
Слика 10-23.
Систем рада
аутоматизованог
система за
садњу компаније
„Bracke forests”
(извор: Bracke
forests, 2023)

током 2009. године развио првог робота за садњу дрвећа „Treemote”, који је тежак око 14 kg и може копати рупе у земљишту, сијати сјеме и покривати земљом. У 2013. години, холандска роботичка компанија „EPC Engineering & Projects Company” развила је робота за садњу садница дрвећа који може да сади саднице у сушним областима као што су пустиње и аутоматски чисти површину за садњу. Јапанска роботичка компанија „MU-Robotiks” развила је 2020. године робота који може да сади саднице на неравном планинском терену, чинећи га флексибилнијим и ефикаснијим од претходних робота.

Роботи се дизајнирају тако да имају врло ниско тежиште да би се могли кретати врло стрмим теренима без опасности од превртања (слика 10-24), а да истовремено успјешно врше задатке садње. Такође, дизајнирају се роботи који имају могућност преласка преко препрека на стаништима које мањи роботи не могу да савладају.

У Кини, која представља мјесто „мегасадње” и оснивања нових шума, постоје бројни примјери развоја самосталних роботских система за садњу садница, али и за друге операције. Тако Чен и сарадници

(Chen et al., 2023) наводе да се за роботске системе за садњу дрвећа остварује интеграција функција аутономног кретања, копања мјеста за садњу, садњу садница, малчирање, притисак око саднице ради њене стабилизације и елиминисања ваздушних џепова, уз кохерентан радни ток, што у великој мјери побољшава ефикасност садње дрвећа. Очекује се да ће такви роботи у неко догледно вријеме замијенити традиционалну ручну садњу дрвећа, значајно побољшати стопу преживљавања садње садница и смањити трошкове рада. Акценат се ставља на мобилност робота за савлађивање препрека на различитим теренима и ефикасну садњу (слика 10-25).



Слика 10-24.

Робот за садњу садница (извор: Milrem Robotics <https://milremrobotics.com/product/robotic-forester-planter/>)



Слика 10-25.

Робот за садњу садница – будући концепти (извор: Husqvarna group, 2015 (online) <http://www.husqvarnagroup.com/en>; дизајн: Ана-Карин Бергквист)

10.4. Густина и распоред садње

Дефинисање густине садње представља питање које се у прошлости рјешавало тако што се, у недостатку научних сазнања, опонашала природа. Зато је често густина садње била изнад 10.000 садница по хектару, односно најмање једна садница по квадратном метру. Истовремено, знања о квалитету садног материјала била су нешто мања него што су данас, када технологија омогућава да се прати велики број параметара, а уз модерне генетичке анализе могуће је дефинисати генетски код скоро сваке саднице. То је, уз коришћење модерне технологије припреме станишта за оснивање нових шума, примјене нових технологија производње садног материјала и борбе против конкурентских врста и других негативних биотичких и абиотичких фактора на посађене саднице, довело до смањене густине садње.

Ипак, оно што је чињеница јесте да густина садње није униформна за све врсте. Различита је по врстама и тренутна пракса која се примјењује код нас, да се свака врста сади истом густином садње од 2.500 садница по хектару, није адекватна. Иста густина се примјењује без обзира на врсту, било да се сади у зонама шума лужњака са јасеном, у зони храста китњака, букве или смрче, а у обзир се не узима ни раније стање терена нити неко будуће стање терена, па се истом густином сади на закоровљеним теренима, пожариштима, голетима, деградираним површинама. При томе се занемарује чињеница да густина садње никако не може бити константа и да се за сваки појединачан случај тражи другачије дефинисана густина садње.

За вјештачки основане шуме важи крилатица „у младости ријетка, у старости густа”. Зато се, у односу на почетну густину садње, кроз развој вјештачки основаних шума спроводе прореде, чиме се коригује број стабала и прираст се акумулира на преосталим стаблима. За разлику од природне обнове, код пошумљавања садњом можемо у потпуности контролисати густину и број садница на датој површини, а чињеница је да је број садница далеко мањи код вјештачки осниваних шума него код природне обнове, гдје се број биљака креће од неколико милиона по хектару до 200–300 стабала у моменту пуне зрелости. Зато се у ранијем периоду садило значајно гушће, управо у жељи да се „симулирају” услови природне обнове. Тако су забиљежени примјери садње до 50.000, чак и до 100.000 садница по хектару, да би се касније (почетком XX вијека) усталио број од 10.000 садница по хектару ($1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$) као најчешће коришћен број садница у пошумљавању.

Иако густине садње имају тенденцију смањења, те густине у развијеним државама Европе знатно су више него што је то случај у нашем шумарству. Хелиофитне врсте, као што су храстови и борови, имају знатно веће густине. Тако је густина садње храстова ријетко испод 6.700 садница по хектару, као што је то случај у већини држава, укључујући и околне државе као што је Хрватска. Такође, буква је врста која се све чешће сади код нас. Највеће густине садње за ову врсту се реализују у Чешкој и Словачкој са више од 5.000 садница по хектару. Густине се дефинишу на бази два параметра: карактеристике станишта и типа коришћеног садног материјала. На олиготрофним и сувим стаништима густине садње су највеће, и то су максималне вриједности густине садње приказане у табели 10-1. Када је у питању дефинисање густине садње на основу технологије производње, примјена контејнерских садница омогућава мање густине садње, око 20%. У Словачкој је ситуација слична, али је могућност смањења густине примјеном контејнерских садница већа – до 33% мање садница се сади у односу на број садница голог коријеновог система.

Табела 10-1. Густине садње по државама [садница·ha⁻¹]

Врста Држава	Храстови Буква Јаворови Јасенови Смрча Јела Борови Дуглазија								
Њемачка	6.700– 8.900	6.700– 8.000	3.300– 4.000	3.300– 4.000	2.000– 3.000	1.000– 2.000	5.000– 6.700	1.000– 2.000	
Пољска	3.333– 6.777	3.333– 6.777	2.222; 2.500; 3.333	2.222; 2.500; 3.333	1.600– 2.500	1.600– 2.500	3.333; 4.444; 5.000;	800– 1.600	
Аустрија	3.333– 6.777	3.333– 6.777	2.222; 2.500; 3.333	2.222; 2.500; 3.333	1.600– 2.500	1.600– 2.500	3.333; 4.444; 5.000;	800– 1.600	
Словачка	Г. к. с.*	7.000– 9.000	5.000– 8.000	5.000	5.000	2.000– 2.500	3.500	4.500– 8.000	2.000– 2.500
	Конт.**	4.600– 6.000	3.300– 5.300	3.300	3.300	1.300– 1.600	2.300	3.000– 5.300	1.300– 1.600
Чешка	Г. к. с.	9.000– 14.000	8.000– 12.000	6.000– 10.000	6.000– 10.000	4.000– 5.000	5.000– 7.000	7.000– 8.000	3.000– 3.500
	Конт.	8.000– 10.000	6.000– 7.000	4.000– 5.000	4.000– 5.000	3.500– 4.000	4.000– 5.000	8.000– 10.000	2.500– 3.000
Румунија	5.000– 6.700	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.000	2.500	

* Г. к. с. – голи коријенов систем; **Конт. – контејнерске саднице

Гирт и Веласкез (Gürth & Welasquez, 1991) наводе густине садње храста китњака и лужњака у вјештачкој обнови од 5.000 садница по хектару. У питању је садни материјал голог коријеновог система при размаку садње 2 x 1. Стилиновић (1991) наводи густине садње 6.000–13.333 сад·ha⁻¹, при чему се опонаша природна обнова шума храстова. Размак садње је 1,3 x 1,3 m до 1,5 x 1,5 m. Код садница букве густина садње још је већа са 10.000–20.000 садница по хектару са размацама садње 0,5 x 1,0 m и 1 x 1 m.

Практична упутства која даје FAO (2018b) за садњу садница на подручју Црне Горе указују на густине за храстова 7.000–10.000 сад·ha⁻¹, букву 5.000–14.000 сад·ha⁻¹, смрчу 2.000–4.000 сад·ha⁻¹ и за борове 3.000–10.000 сад·ha⁻¹. У Црној Гори се при подизању шума савјетује да размак између садница буде 1,5–2 метра, што наводи на густине садње 2.500–4.000 садница по хектару. У неким државама густина садње се не дефинише на самом почетку оснивања нове шуме, него се постављају стандарди које вјештачки основана шума по бројности и стању мора да задовољи. У Данској годину дана од садње треба да буде 4.000 сад·ha⁻¹ висине 1 m. У Естонији густина садње бијелог бора не може да буде испод 3.000 сад·ha⁻¹, при чему мора на површини опстати најмање 1.500 сад·ha⁻¹, а толико мора да опстане јеле и брезе. Смрча може да се сади са густином од 1.500 сад·ha⁻¹, а опстанак мора да буде 1.000 сад·ha⁻¹. Густине садње у Финској су релативно ниске: 1.800–2.200 сад·ha⁻¹. Степен оплемењивања полазног материјала, технологија производње садница, припрема станишта, садња и одржавање новооснованих шума на високом су нивоу код садње бијелог бора, смрче и брезе у овим државама. У Француској су густине садње такође врло мале, углавном до 2.500 сад·ha⁻¹, али уз обавезну примјену генетички унапријеђеног и технолошки супериорног садног материјала. Поред наведених разлога ријетке садње, често се наводи проблем недостатка радне снаге и потребе да се оснивање нових шума механизује колико је више могуће. У Сједињеним Америчким Државама густине садње су често врло мале и ријетко прелазе 1.000 сад·ha⁻¹. Придаје се велика пажња квалитету припреме станишта уз дозвољену употребу хербицида, употреби квалитетног садног материјала и радовима на одржавању засада. Успјешност оснивања нове шуме валоризује се оног тренутка када саднице дођу у фазу енгл. *free to grow* или у преводу „слободне за раст”. То је фаза када се крошње почињу преклапати и тиме елеминишу утицај конкурентске вегетације. Када је склоп потпун, потврђује се успјешност оснивања нове шуме.

Вријеме формирања склопа зависи од много фактора, а истраживања на ову тему на нашим просторима релативно су ријетка. Истраживање које су спровели Оцвирек и сар. (2002) указују да смрча има врло различиту динамику раста у зависности од типа садног материјала те је тиме директно и условљена густина садње. За потпуно формирање склопа потребно је између 7 и 11 година, зависно од типа садног материјала, уз напомену да квалитетније саднице прије стварају склоп.

Пратећи чињенице везане за густину садње може се примијетити да и густа и ријетка садња имају своје предности и недостатке. Тако се као предности густе садње наводе (Стојановић и Крстић, 2000):

- имитира се густ природни подмладак који себи ствара одговарајуће микроклиматске услове,
- вјештачки основана шума брже формира први склоп и тиме елиминира појаву конкурентске вегетације,
- обично не постоји потреба за попуњавањем засада која ствара додатне трошкове,
- поспјешује се природно чишћење од грана,
- квалитет дебла је већи јер се формира чистије дебло са мањим падом пречника и већом техничком вриједношћу,
- ограничава се стварање прешироке крошње са дебелим и јаким гранама као и број ураслих чворова који умањују техничку вриједност дрвета,
- дјелимично се поспјешује висински прираст стабала,
- интензивира се заштитна функција шума – од оштећења, исушивања и закоровљавања.

У исто вријеме, као предности ријетке садње истичу се:

- трошкови оснивања шума су мањи,
- брже се врши оснивање нових шума на већој површини,
- стабла имају више животног простора и смањена је могућност раслојавања и сушења стабала заосталих у порасту,
- интензивира се дебљински прираст и стабла раније достижу комерцијално жељене димензије,
- повећава се виталност стабала и састојине, а тиме и отпорност на абнотичке и биотичке штетне утицаје,
- олакшано је кретање кроз новоосновану шуму,
- смањује се потреба за раним и честим интервенцијама.

С обзиром на различитост врста, станишта, технологије производње садног материјала, јасно је да густина садње не може бити

униформна, него да се у обзир мора узети више фактора који утичу на густину садње. Тако је предложен нови метод одређивања густине садње (Цвјетковић и Матаруга, 2019; Cvjetković et al., 2022) који у обзир узима више различитих фактора. Све њих, за потребе свеобухватног прорачуна потребног броја садница за садњу по јединици површине, можемо подијелити у пет група:

1. Производни циљ

- а. Очекивана густина – број стабала на крају опходње
- б. Број прореда и селекциони критеријум

2. Врста дрвећа

- а. Очекивани пријем садница по пресадњи
- б. Брзина раста у јувенилној фази
- в. Ширина крошње
- г. Чистоћа од грана

3. Станишни услови

- а. Закоровљеност
- б. Влажност земљишта
- в. Надморска висина
- г. Експозиција
- д. Дубина педолошког профила
- ђ. Климатски услови

4. Квалитет садног материјала

- а. Поријекло сјемена за производњу садница
- б. Однос масе надземног и подземног дијела
- в. Голи или обложен коријенов систем
- г. Садница или пресађеница (подсјечен коријенов систем)

5. Мјере његе и прореде

- а. Припрема станишта за садњу
- б. Транспорт садног материјала и чување до момента садње
- в. Вријеме садње
- г. Мјере његе послије садње

Узимајући у обзир наведене параметре, предложен је модел који се може користити за одређивање густине садње који, на основу улазних параметара, може за сваку површину да дефинише адекватну густину садње. Сваки од наведених 20 фактора путем коефицијента утиче на потребну густину садње, чиме се дефинитивна густина садње рачуна за конкретно станиште (табела 10-2).

Табела 10-2. Објашњење фактора који се користе код одређивања густине садње

ФАКТОРИ – шира кат.	Р. б.	Фактори – ужа категорија	Објашњење фактора
ПРОИЗВОДНИ ЦИЉ	1	Очекивана густина – број стаб. на крају опходње	Број стабала који би требало да остане на крају опходње вјештачки основане шуме
	2	Број прореда и селекциони критеријум	Број интервенција које би било потребно спровести да би се достигао оптималан број стабала на крају опходње
ВРСТА ДРЕВЕЋА	3	Очекивани пријем садница по пресадњи	Пријем садног материјала на терену у односу на протеклих 10 година – подаци из записника о техничком пријему: 90–100% – 1; 80–90% – 1,05; 70–80% – 1,1; 60–70% – 1,15; испод 60% – 1,20
	4	Брзина раста у јувенилној фази	Брзина раста врсте: брзо (топола, врба, јоха, багрем), средње брзо (дуглазија, боровац, јавор, јасен), средња брзина раста (бијели бор, ариш, јавор, јасен, липа), средње споро (питоми кестен, смрча, црвени храст, јела) спорорастуће врсте (храст лужњак, храст китњак). Брзо – 1; средње брзо – 1,025; средње – 1,05; средње споро – 1,075; споро – 1,1.
	5	Ширина крошње	Ширина крошње код врста: широка – 1; наилоидна – 1,2; вретенаста – 1,4 (1,1 и 1,3 прелазни облици)
	6	Чишћење од грана	Брзо – 1; средње брзо – 1,1; средње – 1,2; средње споро – 1,3; споро – 1,4
	7	Закоровљеност	1 – голет; 5 – изразито закоровљено земљиште у издавачким шумама
СТАНИШНИ УСЛОВИ	8	Влажност земљишта	Влажно – 1; умјерено влажно – 1,1; средње – 1,2; умјерено суво – 1,3; суво – 1,4
	9	Надморска висина	100 m – 1,2; 400 m – 1,15; 700 m – 1,1; 1000 m – 1,05; 1300 m – 1
	10	Експозиција	сјевер – 1; исток, запад – 1,04; југ – 1,08 (1,02 – ЈИ, ЈЗ; 1,06 – СЗ; СИ)
	11	Дубина педолошког профила	Дубина земљишта: 20–30 cm – 1,2; 30–40 cm – 1,15; 40–50 cm – 1,1; 50–70 cm – 1,05; преко 60 cm – 1
	12	Климатски услови	Повољни – 1; средње повољни 1,1; неповољни – 1,2

ФАКТОРИ – шира кат.	Р. б.	Фактори – ужа категорија	Објашњење фактора
КВАЛИТЕТ САДНОГ МАТ.	13	Поријекло сјемена за производњу садница	садни материјал из категорија: квалификован и тестиран – 1; селекционисан – 1,05; садни материјал из категорије „познато поријекло” – 1,1
	14	Однос надз./ подзем.	1/1 – 1; 1/1,5 – 1; 1/2 – 1,1; 1/3 – 1,15; 1/4 – 1,2
	15	Голи/обложени коријенов систем	Контејнерски садни материјал – 1; Голи коријенов систем – 1,1
	16	Саднице или пресађенице (подсјечен кор. систем)	Пресађенице (школовани садни материјал или материјал подсјеченог коријеновог система код врста код којих се то врши) – 1; саднице – 1,1 (уколико се користи контејнерски садни материјал, вриједност је 1)
МЈЕРЕ ЊЕГЕ	17	Припрема стани- шта за садњу	Потпуна – 1 (читава површина уређена – пољопривредна површина); потпуна/дјелимична – 1,05 (шумска површина потпуно припремљена за садњу, на читавој површини спроведене агротехничке мјере; дјелимична – 1,1 (шумско станиште са припремом у крпе или бразде); дјелимична/без обраде – 1,15 (припремљено ста- ниште дјелимично, са остављањем проредног материјала и без вађења пањева); без припреме станишта – 1,2
	18	Транспорт садног материјала и чување до момента садње	1 – Материјал чуван и транспортован у хладњачи, без трапљења прије пошумљавања; 1,1 – материјал транспортован на камиону са церадом, без контроле климе
	19	Вријеме садње	На вријеме – 1; рано/касно – 1,1; прерано/прекасно (односи се на саднице голог коријеновог система и нисуле). Рана јесења садња – август, септембар, прва половина октобра; касна прољећна садња – друга половина априла, мај, јун, јул
	20	Мјере његе послије садње	Одржавање: 4 пута након садње – 1; 3 пута након садње – 1,05; 2 пута након садње – 1,1; једанпут након садње; неодржавање – 1,2 (одржавање подразумијева уклањање конкурентске вегетације и борбу против осталих неповољних биотичких и абиотичких фактора)

Резултат густине садње се добија множењем почетне густине (број стабала на крају опходње који се уноси у пуној вриједности у про-
рачун густине садње; то је уједно и најмањи број потребних садница
који се увећава додајући утицај других фактора) са производним ци-
љем, 4 параметра који се односе на врсту дрвећа, 6 параметара који
се односе на станиште, 4 параметра који се односе на квалитет садног
материјала и 4 параметра који се односе на мјере његе – припрему за
садњу.

У табели 10-3 је приказано 5 различитих случајева, 5 примјера
станишта на којима се пројектује густина садње. У првом примјеру
(редни број 1), у скоро идеалним условима, гдје се подразумијева да ће
очекивани пријем бити 100% са брзорастућом врстом, на одлично при-
премљеном станишту високог квалитета, уз најквалитетније саднице,
правилно руковање садницама и примјену свих мјера одржавања нове
културе, густина садње може да буде тек 800 садница. Обрнуто, на ло-
шем станишту, без припреме терена, при коришћењу слабог садног
материјала и изостанком одговарајућег руковања садницама и без мје-
ра његе, садња мора бити врло густа (чак 20.000 садница). Просјечне
вриједности се крећу од 1.800 до 9.600 садница. Просјечни услови у
примјеру су са густином садње од 4.500 садница по хектару.

Након одређивања густине садње, тј. броја потребних садница за
садњу на једном хектару, потребно је дефинисати распоред садње. Ра-
според садње представља позиционирање садница у:

- а) правилне распореде:
 - квадратни распоред,
 - правоугаони распоред,
 - троугаони распоред и
- б) случајне распореде:
 - појединачни случајни распоред,
 - групимични случајни распоред.

Правилни распореди се могу примијенити на добро припремље-
ним површинама на којима не постоје физичке препреке. Квадратни
распоред је најпростији распоред садње и најједноставнији за извође-
ње (слика 10-26). Радници, који најчешће раде у пару (један радник
копа јаме, а други сади), треба да држе одстојање пратећи раднике са
своје лијеве или десне стране док дистанцу у реду, између садница,
најчешће одређују приручним шаблоном који може да буде и дршка
алата или приручно направљен шаблон.

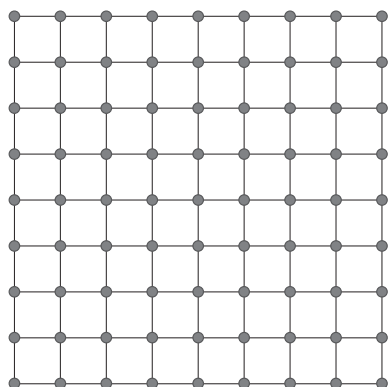
Табела 10-3. Модел за одређивање густине садње

Р. бр.	1. Произв. циљ		2. Врста дрвећа				3. Станиште						4. Квалитет садног материјала				5. Мјере неге				Густина садње	ГУСТИНА САДЊЕ – ПРОЈЕКТОВАНА
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Мјере неге					
																	17	18	19	20		
	Број стаб. на крају опход.	Број пореда и сел. кр.	Очек. пријем	Брз. раста	Ширина крош.	Чист. од грана	Закоровљеност	Влажност земљишта	Надморска висина	Експозиција	Дуб. пед. профила	Клим. услови	Поријекло	Однос масе н/п	Облож./толи к.с.	Садница/ пресађ.	Припрема за садњу	Транспорт с.м. и чување	Вријеме садње	Мјере неге после садње		
1	250	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	750	800
2	250	3	1,05	1,025	1,1	1,1	1,2	1,1	1,05	1,02	1,05	1,05	1	1,05	1	1	1,05	1,025	1,02	1,05	1755	1800
3	250	3	1,1	1,05	1,2	1,2	1,4	1,2	1,1	1,04	1,1	1,1	1,05	1,1	1	1,1	1,1	1,05	1,04	1,1	4427	4500
4	250	3	1,15	1,075	1,3	1,3	1,6	1,3	1,15	1,06	1,15	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,15	1,075	1,06	1,15	9581	9600
5	250	3	1,2	1,1	1,4	1,4	1,8	1,4	1,2	1,08	1,2	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1	1,2	1,1	1,08	1,2	18890	18900

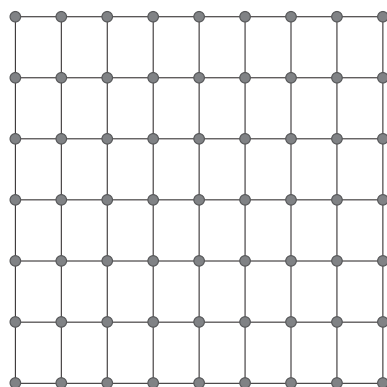
Подаци о густини садње се добијају множењем свих 20 параметара међусобно у зависности од квалитета и квантитета фактора, за које су детаљна објашњења дата у табели 12.

Правоугаони распоред садње, као и квадратни, подразумијева припремљено станиште за пошумљавање. Дистанце између садница су различите у односу на правоугаони облик садње (слика 10-27). Организација садње је једноставна као и код квадратне. Оваква шема садње се често примјењује код комбинације двије врсте при чему се врсте разликују у брзини развоја и димензијама крошњи.

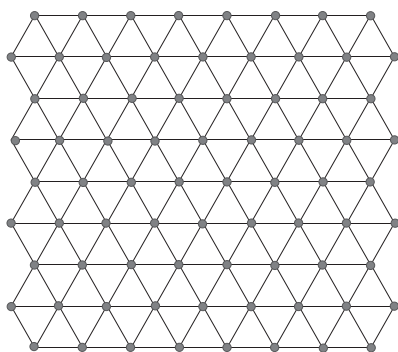
Троугаони распоред садње подразумијева садњу у облику једнакостраничног троугла, при чему је удаљеност између садница константна (слика 10-28). Овакав распоред омогућава већу густину садње и комбиновање врста са широком и уском крошњом, односно најчешће комбинацију лишћара и четинара.



Слика 10-26. Квадратни
распоред садње

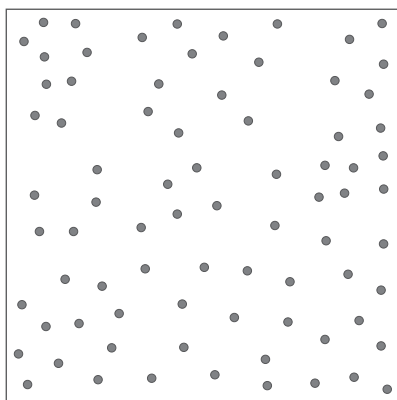


Слика 10-27. Правоугаони
распоред садње

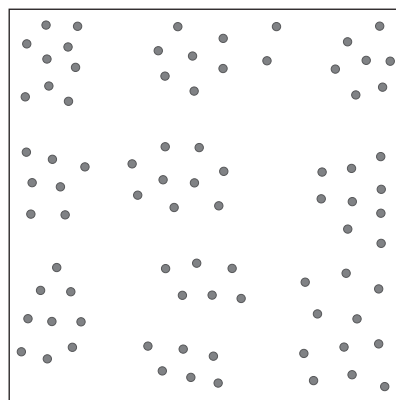


Слика 10-28. Троугаони
распоред садње

Случајни распоред (слика 10-29) се користи на стаништима на којима постоје физичке баријере (стјеновитост, каменитост, забарено и замочварено земљиште) или станиште није у потпуности припремљено, тј. нису уклоњени остаци раније вегетације, те се распоред садње мора прилагодити условима на терену. Постоји и групимични распоред (слика 10-30) гдје се саднице саде у групама, тамо гдје постоје одговарајући услови за садњу. Случајни и групимични распоред се често сусреће код помоћи природној обнови високих, деградираних и конверзији изданаčkih шума. На површинама које се категоришу као погодне за пошумљавање, овакви распореди су често резултат парцијалне припреме терена за пошумљавање.



Слика 10-29.
Случајни распоред садње



Слика 10-30.
Групимични распоред садње

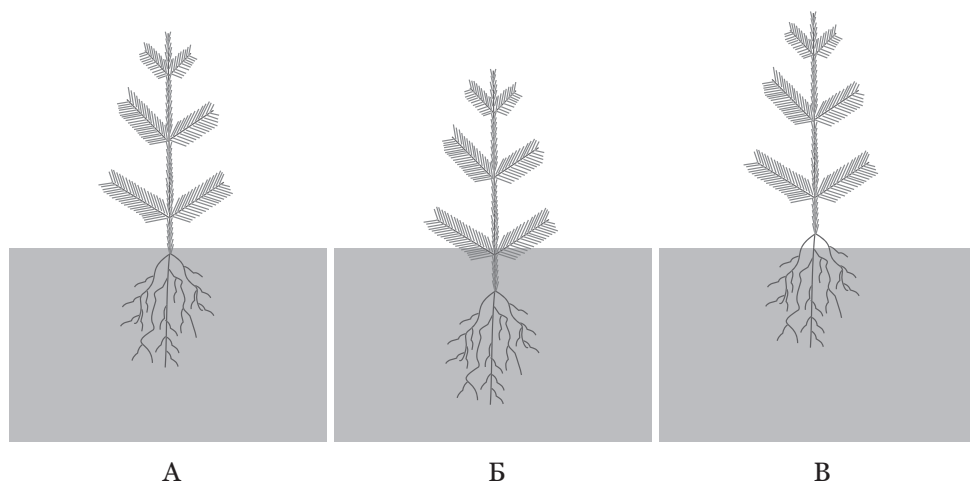
10.5. Дубина садње

Садњу садница на терену треба обавити на исту дубину на којој су саднице биле у расаднику прије вађења из земље (слика 10-31А). То често није једноставан задатак када су у питању саднице голог коријеновог система, док је код контејнерских садница задатак позиционирања коријеновог врата много лакши.

Разликују се плитка и дубока садња, које одступају од „нормалне” или регуларне садње садница. Дубока садња подразумева да се садница сади дубље него што је била у расаднику. Плитка садња подразумева да се садница сади тако да се коријенов врат налази непосредно изнад нивоа земљишта. Оба начина треба избјежавати и настојати да се саднице саде правилно, на дубину на којој су биле у расаднику. Изузетак се може правити када се узме у обзир да ће доћи до слијегања земљишта па се садња врши тако да:

- коријенов врат буде 1–2 cm испод нивоа терена код садница голог коријеновог система,
- коријенов врат буде 0,5–1 cm испод нивоа терена код контејнерских садница.

Често садњу врше недовољно обучени радници који не могу процијенити гдје се тачно налази коријенов врат саднице те саднице саде предубоко (слика 10-31Б) или превише плитко те дио коријеновог система остаје изнад земље (слика 10-31В). Тада треба примијенити правило да се лишћарске саднице саде тако да се најнижи пуп налази изнад земље, док код четинара треба водити рачуна да најнижа зелена грана на садници не буде загрнута у земљу (Stilinović, 1991).



Слика 10-31. А, Б и В. Правилно, дубоко и плитко посађена садница (извор: Rosse & Hasse, 2006)

Грешке садње не треба мијешати са терминима дубока и плитка садња код оснивања нових шума. Дубока садња подразумијева да се комплетан профил јаме (земљишни тампон око саднице) спусти испод нивоа земљишта да би се омогућио доток воде гравитационим путем и да би се вода задржала око саднице. Таква садња је карактеристична за поднебља гдје постоји опасност од суше (Oliet et al., 2012). Термин плитка садња односи се на садњу са коријеновим вратом у нивоу земљишта или нешто мало изнад, а користи се тамо гдје постоји могућност појаве веће количине воде него што је садници потребна. Плитка садња одговара неким врстама борова које не подносе велике количине воде (Hainds, 2002) и скоро да се не примјењује у нашим условима.

Истовремено, наведене термине треба разликовати у односу на нормалну и дубоку садњу о којима се говори при оснивању плантажа

топола. У плантажном шумарству, гдје се користе саднице и мотке, ови термини имају другачије значење и о томе ће бити дискутовано у поглављу „Плантажно шумарство”.

10.6. Вријеме садње

Под термином вријеме садње подразумијева се временски оквир у току којег су услови средине најповољнији за опстанак, раст и развој садног материјала који се сади, тј. период у којем саднице трпе најмањи шок пресадање. Примарни услови средине који омогућавају успјех садње јесу влажност и температура земљишта, али и други биолошки фактори које садница генетички наслеђује или се формира самом технологијом производње (Hasse et al., 2014).

Производња садног материјала кроз различите расадничарске праксе може да продужи временски оквир за пресадању садница из расадника на терен, при чему је најбитнији резултат да саднице на најједноставнији начин преживе шок пресадање и наставе да врше животне функције. Вријеме садње зависи од неколико фактора, а два су најважнија: (а) временски и станишни услови и (б) технологија производње садног материјала.

Вријеме садње је најважније приликом садње садница у аридним подручјима јер садница има мање времена да се аклиматизује на станишне услове, „припреми” на кратак временски период када има довољно воде, односно дужи сушни временски период. У аридним условима било би потребно садити што је прије могуће и у вријеме када има довољно влаге у земљишту, а то је углавном у касну јесен, зиму (гдје нема смрзавања земљишта и ризика од екстремно ниских температура) или у рано прољеће. Зато све активности у расаднику, укључујући транспорт садница до мјеста садње, као и организацију саме садње, треба пажљиво планирати унапријед, како би се у кратком погодном временском периоду извршила садња. На стаништима гдје су падавине током године добро распоређене, гдје се не јављају дуги сушни периоди, саднице се саде током мировања вегетације, под условом да земља није измрзла. Тада су саднице у дормантној фази и њихов транспорт до мјеста садње и сама садња много су једноставнији. Ако је неопходно вријеме садње продужити, онда се морају предузимати активности на продужавању стања дормантности садница на начин да ће се саднице у расаднику пред крај вегетационе сезоне раније престати заливати и тако раније припремити за садњу, или једноставно задржавањем садница у хладњачи у прољеће. Свакако је краће вријеме садње садница на вишим надморским висинама у којима се дуже задржава снијег.

Уколико се саде саднице голог коријеновог система, онда се вријеме садње сужава на вријеме мировања вегетације. Код контејнерских садница тај период је много шири и може да обухвати цијело прољеће и јесен, као и дио лjeta уколико је земљиште обезбијеђено довољном количином влаге. Прољећна и јесења садња имају своје предности које се огледају у следећем: већем проценту опстанка садница; оштећења на коријену настала вађењем и транспортом брже зацјељују; коријенов систем лакше успоставља везу са земљиштем и успоставља се микориза која је карактеристична за шумске дрвенасте врсте.

Генерално, садња четинара се препоручује у топлијем дијелу године, углавном у прољеће, док се садња лишћара препоручује у јесен и у прољеће. Прољећна и јесења садња имају предност прије свега јер се у тим периодима године може очекивати најбољи баланс влаге присутне у земљишту и температуре земљишта. Истовремено, саднице су најчешће у фази дормантности те нису започеле интензивније физиолошке процесе који могу да наруше или потпуно прекину шок пресадање, што је нарочито изражено код садница голог коријеновог система.

Прољећна садња има своје предности, поготово у нижим појасевима, до горње границе појаса храста китњака. Наиме, уколико је земљиште адекватно обрађено у јесен, до прољећа има довољно времена да се земљиште уситни, постигне одговарајућу температуру и да се поре испуне неопходном влажношћу. Садњу је пожељно обавити у ранијем дијелу прољећа, да не би дошло до појаве отварања пупољака на садницама уколико се оне не складиште у хладњачама или на одговарајућим хладним мјестима. Данашња технологија складиштења и транспорт садница у хладњачама постаје стандард за чување садница и руковање садним материјалом. Иако се саднице могу чувати дуже вријеме, пожељно је радове на садњи провести у првом дијелу прољећа и тиме бити сигурнији у успјех оснивања нове шуме. Прољећна садња на нижим надморским висинама обавља се углавном од друге половине фебруара до краја априла, док се на вишим надморским висинама садња врши након што се отопи снијег и одмрзне земљиште. Најчешће је то током априла и маја.

Јесења садња има предност у погледу остваривања бољег контакта између саднице и земљишта током зиме. У том периоду може доћи до стабилизације земљишта око саднице уколико то није урађено на адекватан начин приликом садње. Истовремено, коријен садница лишћара показује одређену физиолошку активност током зиме тако да јесења садња пружа лишћарским врстама стартну предност у односу на прољећну садњу у смислу аклиматизације на терену.

Зимска садња је могућа уколико земљиште није замрзнуто и уколико не постоји опасност од појаве голомразице. Углавном се таква садња препоручује за топлија станишта на југу која припадају медитеранској и субмедитеранској области.

Љетња садња се може вршити примјеном садница обложеног коријеновог система, тј. контејнерских садница. Садњу треба избјегавати у периоду када нема довољно влаге у земљишту, када су високе температуре и постоји струјање ваздуха које може да изазове физиолошку сушу.

10.7. Правила садње

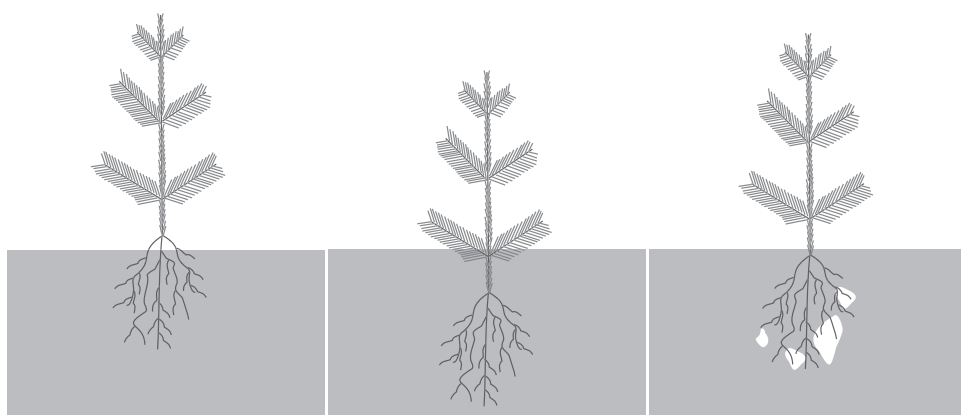
Стилиновић (1991) даје преглед основних правила садње која важе и данас:

1. саднице треба садити тако да се врхови коријеновог система налазе на већој дубини од дубине до које се земљиште драстичније суши у току најсушнијег периода године,
2. коријенов врат треба да буде на отприлике истој дубини као у расаднику или евентуално 1–2 cm ниже (примјер дубоке садње гдје је коријен испод нивоа земљишта),
3. садница мора да заузме вертикалан положај,
4. код садње четинара, садницу треба држати тако да се при садњи не затрпавају четине,
5. коријенов систем треба да заузме што природнији положај у земљишту те се не треба савијати, сабијати у једну раван и преплитати,
6. у свим фазама руковања садницама коријенов систем треба да остане свјеж,
7. жиле коријеновог система треба засипати хумусним дијелом земљишта, а затим најситнијом и најсвјежијом земљом, а како се попуњава профил мјеста за садњу, тако се могу користити већи комади ископаног профила земљишта,
8. отвор у који се поставља коријен после садње мора бити у потпуности испуњен, без остатака ваздушних џепова јер они изазивају десикацију коријена,
9. предугачак коријенов систем се може поткратити, што је препоручљивије него га савијати и сабијати,
10. код лишћарских садница могуће је одсијецање бочних избојака, па чак и главног избојка,
11. на стаништима са превише влаге у земљишту, због високог нивоа подземне воде или честе појаве вишка воде на површини, праве се хумке или насипи на којима се саде саднице,

12. на стаништима са мањком влаге садницу треба посадити испод нивоа терена, у дно бразде, тј. најнижу тачку профила обрађене површине, да би садница могла да користи влагу из нижих слојева земљишта,
13. на стрмим нагибима се у процесу припреме станишта за пошумљавање ствара тзв. еколошка ниша, мали простор који треба да обезбиједи повољније услове средине за саднице. Саднице се дубоко саде, а ископана земља ставља на доњу страну ископа.

При садњи садница, било да се врши ручна или машинска садња, могу да се десе грешке које се одразе прије или касније на новоосновану шуму. Грешке се углавном дешавају непажњом онога ко сади, што може да остави трајне посљедице. Грешке при садњи су:

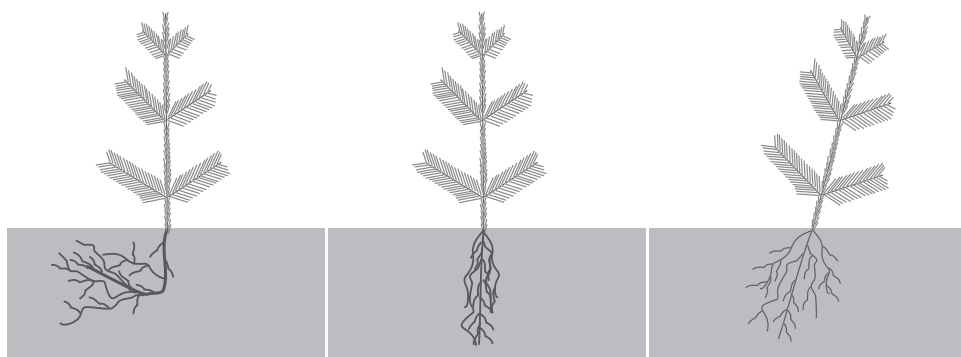
- плитка садња – дешава се када се ископа плитка јама за саднице (слика 10-32А),
- предубока садња – дешава се када радник неправилно држи садницу коју сади и не повлачи је нагоре током затрпавања (слика 10-32Б),
- остављање ваздушних џепова у земљи – дешава се услед неправилног засипања садница земљом и несабијања земље у процесу садње (слика 10-32В),
- савијен коријенов систем – најчешћи узрок јесте плитко ископана јама, због чега радник савије коријенов систем (слика 10-32Г),
- стиснут коријенов систем – дешава се јачим бочним притиском углавном крупнијих фракција земљишта на саднице или радник не распореди правилно коријенов систем (слика 10-32Д),
- косо усађена садница – дешава се услед непажње садиоца (слика 10-32Ђ),
- земљиште око посађене саднице је превише растресито – дешава се уколико се неправилно, гажењем, не сабије земља око саднице (слика 10-32Е),
- присуство камена, коријења и другог материјала у зони коријеновог врата – дешава се непажњом радника, а често и због недостатка земљишта којим би се попунила јама (10-32Ж).



А – Плитко посађена садница

Б – Предубоко посађена садница

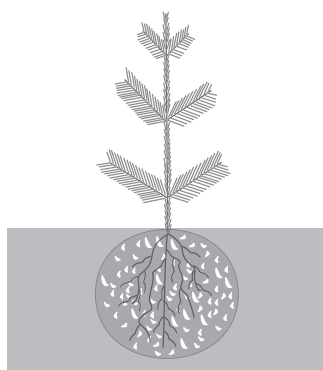
В – Заостали ваздушни цепови



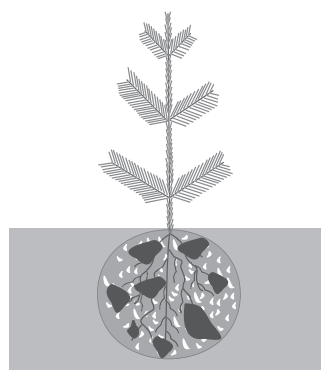
Г – Савијен коријенов систем

Д – Стиснут коријенов систем

Ћ – Накосо посађена садница



Е – Недовољно збијена земља око саднице



Ж – Присуство непожељног материјала у земљишту⁸

Слика 10-32. Грешке при садњи (извор: Hasse et al., 2014)

⁸ Камење, остаци грана, коријења и сл.



11. РАДОВИ НАКОН ОСНИВАЊА ШУМА

Прије него се приступи оснивању нових шума, веома је важно размотрити све аспекте мјера њега послје садње садница. На ово се питање у прошлости није обрађала довољна пажња, па се дешавало да уложена средства и труд буду „просути” по шумском земљишту. Зато је важно да се без комплексног рјешавања свих мјера њега (заштита од дивљачи, стоке, суше, болести и сл.), као и сагледавања потреба локалне заједнице, не планира и организује упоредо оснивање нових засада. Некада су све активности на оснивању нових шума лакше него њихово одржавање касније.

Након садње садница или сјетве сјемена, вјештачки основана шума тек је на свом почетку развоја. Саднице које су претрпјеле вађење из расадника, складиштење, паковање, транспорт до мјеста садње и шок пресадње, доспјеле су у нову средину, која је обично мање-више „негостољубива”. Уколико је у питању голет, саднице су јаче изложене утицају атмосферилија те трпе инсолацију, струјања ваздуха, повећану евапотранспирацију, притисак конкурентских врста, дивљачи и бројних других фактора.

Да би се остварили циљеви оснивања нових шума, младе биљке, саднице, морају се његовати. Под његовањем се подразумијевају све мјере које утичу на то да новооснована шума има одговарајући ток развоја обликован да се испуни циљ ради којег су предузете мјере оснивања. Изазови животне средине су константни те стручњаци из различитих области шумарства имају много посла док нову шуму не доведу до фазе у којој је она способна да се носи са конкурентском вегетацијом и касније, кроз процес прореда, да се носи са свим абиотичким (снијег, вјетар и др.) и биотичким факторима (првенствено дивљач).

Постоје двије основне фазе раста и развоја вјештачки основаних шума које се битно разликују по методама и техникама рада на њези.

То су:

1. фаза до формирања првог склопа,
2. фаза након формирања првог склопа.

Прва фаза, фаза до формирања првог склопа, период је када се на површини морају спроводити интензивни радови у борби са конкурентском вегетацијом, различитим штеточинама биотичког поријекла (инсекти, фитопатогене гљиве и дивљач), као и са штетама абиотичког поријекла (суша, вјетар, снијег, итд.). Вријеме од садње садница до формирања првог склопа зависи од много фактора: врсте која се сади, густине садње, типа садног материјала, мјера фертилизације и других стимулативних мјера које утичу на убрзани раст и развој садница. Вријеме појаве првог склопа или *free to grow*, како то стоји у литератури на енглеском језику, јесте фаза која се сматра преломном за успјешно основану нову шуму. Вријеме потребно за достизање наведене фазе у истраживањима на смрчи у Хрватској било је у интервалу од 7 до 12 година (Ocvirek et al., 2002). Фаза појаве првог склопа у легислативи многих држава јесте тренутак када власник или корисник оправдава добијена средства субвенције за оснивање нових шума. Међутим, и након тога је потребно наставити штитити нову шуму од дивљачи, болести и потребно је планирати прве прореде.

У оквиру прве фазе – фазе до формирања склопа – врши се побољшавање услова микроклиме и земљишта, а у оквиру фазе након формирања првог склопа врши се регулисање густине садње и међусобног односа индивидуа у новооснованој шуми (Stilinović, 1991). Исти аутор, кроз обе фазе, наводи четири мјере његе:

- побољшање станишних услова за раст и развој,
- попуњавање засада ради надокнаде губитака,
- заштита од болести, штеточина и абиотичких фактора,
- чишћење и прореде.

Уз чишћење и прореде треба додати још једну активност чији је циљ побољшање квалитета новоосноване шуме, а то је орезивање грана.

11.1. Побољшање станишних услова за раст и развој

У активности на побољшању услова за раст и развој спадају:

- борба са конкурентском вегетацијом,
- фертилизација (ђубрење),
- иригација (наводњавање),
- остале активности као што је нпр. прашење (разбијање покорице на земљишту), малчирање и засјењивање.

11.1.1. Борба са конкурентском вегетацијом

Непосредно након садње јављају се проблеми са конкурентском вегетацијом. Без обзира на квалитет припреме станишта, непосредно након садње почиње се, брже или спорије, јављати конкурентска вегетација као највећи и најзначајнији проблем опстанка садница након пресадње на нашим подручјима. Конкурентска вегетација, тј. коров утиче на саднице на различите начине: смањује простор за раст и развој, засјењује саднице, одузима воду и хранљиве материје, што доводи до слабења садница и немогућности раста и развоја (слике 11-1 и 11-2) (Balandier et al., 2006).

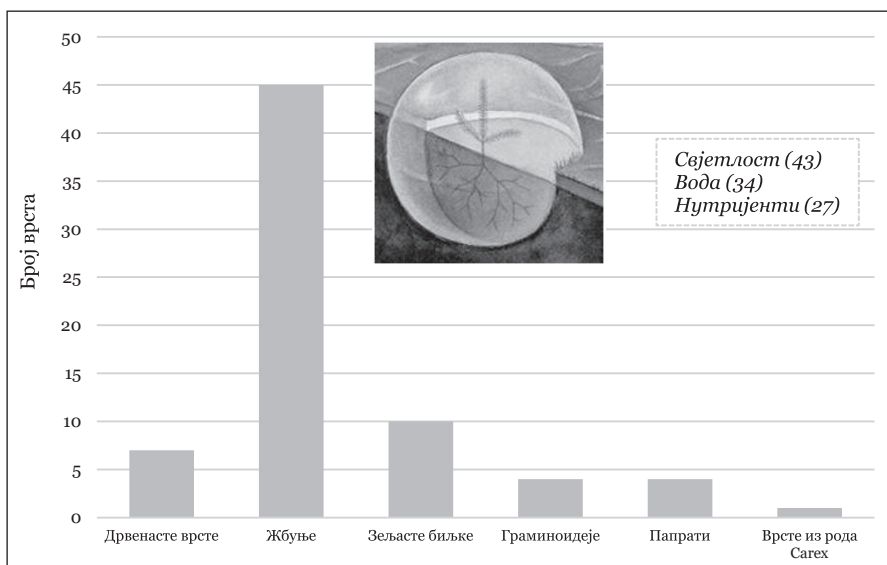


Слика 11-1. Коров након садње садница – више од 10 конкурентских врста на свега 1 m² (фото: Цвјетковић, 2010)



Слика 11-2. Поређење димензија засађених садница и корова (фото: Цвјетковић, 2010)

Колико је велики притисак конкурентске вегетације најбоље илуструје истраживање које су спровели Бел и сарадници (Bell et al., 2011) за подручје бореалних шума у Канади. Преко 80 врста конкурентских биљака јавља се на површинама на којима се врши оснивање нових шума. Посматрано по елементима за које конкуришу садницама, 43 врсте конкуришу за свјетлост, 34 врсте конкуришу за воду и 27 врста конкурише за нутријенте (слика 11-3).



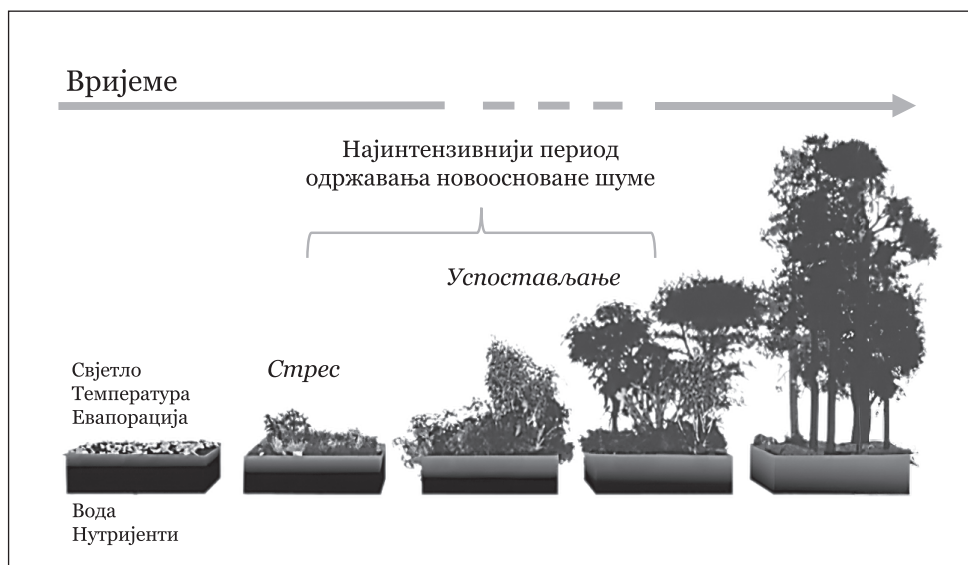
Слика 11-3. Број врста које конкуришу посађеним садницама на примјеру бореалних шума Канаде (извор: Bell et al., 2011)

Од подизања нове шума потребно је предузети активности на константном повећању отпорности новоосноване шума у временском распону у којем је садницама потребна помоћ у опстанку и правилном расту и развоју, а то је обично до формирања првог склопа (слика 11-4). Врста *Rubus idaeus* може да прекрије више од 90% површине већ у првим годинама након оснивања, при чему већ у првој години једна индивидуа може да произведе преко 25.000 сјаменки по једном квадратном метру површине (Jobidon, 1995). То је примјер само једне врсте која се често појављује као конкурентска врста, а поред ње се могу наћи десетине других које угрожавају посађене саднице. Компетиторска вегетација значајно утиче на саднице те може да изазове њихово одумирање, успоравање раста и неправилан раст.

Да би се спријечила појава конкурентске вегетације, неопходно је третирање, тј. њено уништавање. Борба са коровима се врши на два начина:

- хемијски и
- механички.

Хемијски начин борбе против корова подразумијева третирање корова хемијским препаратима.



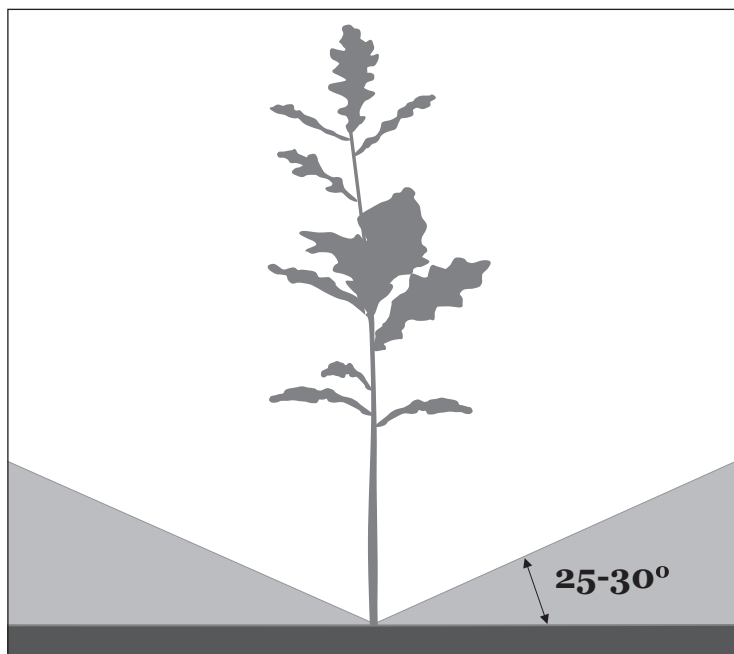
Слика 11-4. Вријеме у којем је потребан најинтензивнији рад на одржавању станишта (извор: Grossnickle, 2000)

Пракса борбе против корова хемијским путем није честа или је скоро искључена у пошумљавању на нашим просторима, иако хербициди могу да дају добре резултате у сузбијању коровских врста у нашим шумама. Методе хемијског третирања корова успјешно се примјењују у шумама храста лужњака у Војводини, гдје третман прије и након садње садница даје одличне резултате у борби против корова (Bobinas et al., 1991). Проблем третирања корова након садње често се веже за проблематику фитотоксичности, при чему се изналазе нови препарати који могу да редукују конкурентску вегетацију, а да немају негативан утицај на саднице нити на земљишне микроорганизме, уколико се користе у одговарајућим количинама (Vasić et al., 2011; Vasić et al., 2019). Иако постоје претпоставке за коришћење хербицида у шумарству на просторима БиХ, то се не ради јер законска регулатива то не допушта. Очекује се да напредком технологије селективности хербицидних препарата и локализацијом на мјестима употребе хербициди добију дозволу да се користе бар при подизању нових шума на мјестима гдје се некада обављала пољопривредна производња. С обзиром на недостатак радне снаге у шумарству и миграције људи из руралних подручја, те прихватљиве употребе алтернативних препарата као и препарата у дозвољеним количинама, те уколико се препарати покажу као потпуно нешкодљиви за све остале организме у шуми, очекује се да ће хер-

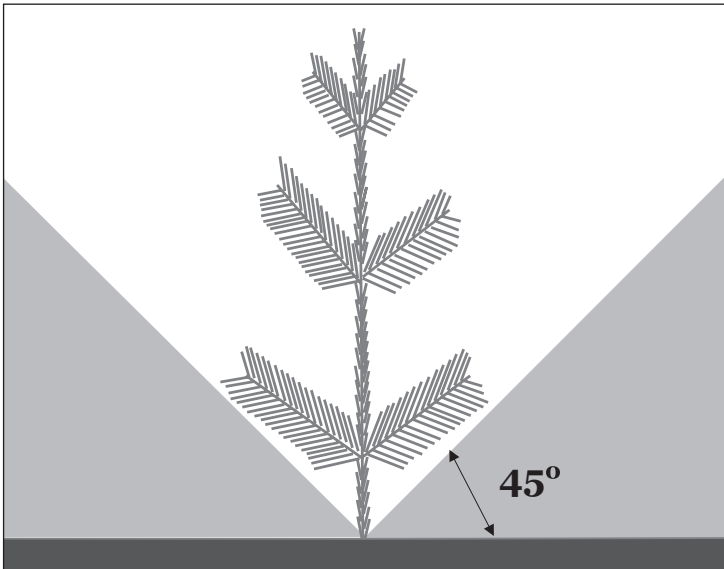
бициди у неком будућем времену бити дозвољени бар за ограничену употребу.

Механички начин борбе против корова подразумева уништавање корова механичким путем, коришћењем различитих алата и машина. Раније се највише користио метод окопавања више пута током вегетационог периода, а нормативи за окопавање су и данас у употреби. У нижим предјелима, окопавање се врши 3–4 пута у првој години, 2–3 пута у другој години и 1–2 пута у трећој години. У вишим подручјима окопавање почиње нешто касније (што је условљено климом тих подручја), те се изводе 2–3 пута у првој години, 1–2 пута у другој години и 1 у трећој години. Данас, у поступку борбе против корова, на теренима гдје је то могуће, користе се трактори на којима се прикључују уређаји за малчирање и тарупирање.

Према литератури, да би се садница успјешно развијала, потребно је да има чист простор, без конкурентске вегетације на површини од око 0,5–0,6 m², што опет највише зависи од врсте и њеног захтјева према свјетлости. Тако хелиофите подносе мању конкуренцију и захтијевају да коров буде мање висине или потпуно уништен у њиховој непосредној близини (11-5), док сциофите могу да поднесу и нешто виши коров у својој околини (слика 11-6).



Слика 11-5.
Потребан простор за развој хелиофитне врсте у погледу засјењености (извор: FAO, 2018b)



Слика 11-6.
Потребан
простор
за развој
сциофитне
врсте у погледу
засјењености
(извор: FAO,
2018b)

11.1.2. Фертилизација (ђубрење)

Коришћење ђубрива у оснивању нових шума није честа пракса. Чешће се користи код интензивних засада, односно код шумских плантажа. Резултати истраживања указују на бројне позитивне ефекте у смислу повољног утицаја на раст и развој садница. Разлози ријетког коришћења ђубрива најчешће се налазе у високој цијени ђубрива, мањем утицају на раст у каснијим фазама раста и развоја нове шуме, као и у еколошким ефектима који често повезују смањење разноврсности приземне флоре на површинама употребом вјештачког ђубрива.

Пракса ђубрења је позната на нашим просторима при оснивању шума на подручју „Инцела”, гдје је ђубрење вршено четири пута до фазе формирања првог склопа и дало је добре резултате у погледу опстанка садница и њиховог раста (Mudrenović, 1974). Ипак, таква пракса није наишла на ширу употребу у оснивању нових шума, него се примјењује углавном у плантажном шумарству. Углавном се у таквим вјештачки основаним шумама, које имају нешто дуже опходње (најчешће преко 50 година), сматра да ће количина органске материје коју дрвеће одбаци током периода бити довољна да обезбиједи органску масу која се односи са површине уклањањем вјештачки основане шуме.

Доказано је да примјена фосфорно-калијумових ђубрива помаже садницама да се лакше аклиматизују, тј. претрпе шок пресадње. Такође, развојем спороотпуштајућих и тзв. паметних ђубрива може се

продужити период њиховог дејства у земљишту, а тиме обезбиједити хранљиве материје садницама у дужем временском периоду у односу на класична ђубрива. Стога, треба употребљавати ђубрива у оснивању нових шума када год је то могуће.

11.1.3. Иригација (наводњавање)

Иригација, иако често потребна, али врло скупа и често непрактична активност, настоји се замијенити другим технологијама. Углавном је везана за ариднија станишта, гдје је количина падавина мала. Да би се избјегла иригација, код оснивања шума предност треба дати ксерофитним врстама. Уколико је реализацијом пошумљавања предвиђена врста која није ксерофитна, онда се настоји користити садница која потиче из провенијенција које су кроз истраживања показале добре резултате упркос стресу узрокованом недостатком воде. Од технологија које се користе да би се умањио ефекат стреса услед недостатка воде примјењују се: хидрогелови, посебни системи биоразградивих подземних spremника за воду који се укопавају и снабдијевају саднице водом, као и различити системи микориза.

У свијету, у топлим пустињским или полупустињским условима саднице се наводњавају. Тако, нпр. у Израелу заливање се врши до 10 пута у току прве четири године живота и то четири пута у првој, три пута у другој, два пута у трећој и једанпут у четвртој години. Након спроведених третмана, саднице постају довољно снажне да могу да се развијају без даљег наводњавања (слике 11-7 и 11-8).



Слика 11-7.
Садња у
аридним
условима у
Израелу (фото:
Цвјетковић,
2023)



Слика 11-8.
Систем обраде
прилагођен
заливању
у аридним
системима у
Израелу (фото:
Цвјетковић,
2023)

Иригација се не примјењује углавном због високе цијене система за заливање. Ипак, све чешћи и дужи периоди без падавина примораће шумарске стручњаке да у будућности при оснивању нових шума уводе системе иригације да би саднице могле да опстану на терену.

11.1.4. Остале активности на побољшању услова за растење и развој

У остале активности убрајамо: прашење, малчирање и засјењивање. Прашење је разбијање покорице која се формира на површинском слоју земљишта. Циљ прашења јесте да се задржи влага у земљишту и разбије карактеристична покорица која се јавља на површини земљишта.

Малчирање подразумијева употребу посебних прикључних машина – малчера, који служе да се површински слој земљишта разбије, уништи конкурентска вегетација и створе погоднији услови за живот садница.

Засјењивање је врло риједак поступак који се проводи. Подразумијева засјењивање садница примјеном вјештачких сјенила док садница не буде способна да издржи инсолацију и почне самосталан развој без помоћи у погледу регулације доступне свјетлости.

11.2. Попуњавање

Губици у садном материјалу су чести и неизбежни, без обзира на квалитет садног материјала и претходно припремљено станиште.

Губитком садница нарушавају се распоред и густина садње. Потребу за попуњавањем условљавају просторни распоред и проценат садница које нису опстале на терену. Потреба за попуњавањем је наглашенија што је густина садње мања.

Код садње у којима се примјењују веће густине спровођење попуњавања зависи од просторних распореда губитака. Уколико су губици мањи од 20% и равномјерно распоређени, попуњавање није нужно да се спроведе. Са друге стране, ако су губици мањи и од 10%, али су концентрисани на једном мјесту или на више мањих мјеста, потребно је вршити попуњавање.

Попуњавање се врши у другој години након оснивања нове шуме. Толико времена је потребно да се утврди опстанак садница из прве садње. Попуњавање се обично врши у прољеће са техникама садње у јаме које се сматрају погодније од техника садње у засјеке. Уколико се користи контејнерски садни материјал, могућност попуњавања има шири временски оквир с обзиром на могућност њихове пресадње и у топлијим периодима године.

Попуњавање се врши садницама исте старости као што су саднице на терену. На примјер, ако је садња у текућој години вршена садницама старости једну годину типа 1+0, онда се попуњавање наредне године врши садницама старости двије године, нпр. 2+0, или школованим садницама 1+1.

Учинци радника у попуњавању могу да буду знатно мањи него у садњи. Разлози су очигледни – радници треба да пређу веће дистанце између површина гдје није успјела садња и при томе саде саднице само на мјеста гдје нема садница. Тиме је утрошак времена на фазу рада кретања од и до мјеста садње повећана.

11.3. Заштита вјештачки основаних шума

Новоосноване шуме изложене су негативним утицајима животне средине. Дејство неповољних биотичких и абиотичких фактора може довести до потпуног пропадања новоосноване шуме. Док су саднице и стабла у природним шумама дио постојећег екосистема, засађене саднице представљају посебан предмет интереса за живи свијет у коме су се „преко ноћи” нашле. Многи инсекти и патогени нису присутни на датом терену у моменту када се саде саднице. Зато се често у засађеним шумама јављају штете (као посљедица дјеловања дивљих животиња, глодара, инсеката и патогена), некада и веће него у природним шумама. Ове штете могу бити веће јер засађене саднице представљају одлич-

ну храну за штеточине док, са друге стране, њихови предатори, који би редуковали њихову бројност, нису бројни и присутни као у природним шумама. Такође, управо засађене саднице пролазе кроз период стреса, који често траје и пар година, а у том периоду саднице су физиолошки ослабљене и представљају одличну храну за секундарне штеточине и патогене слабости. Неке од тих штета можемо предвидјети и очекивати (пепелница на садницама храста), док неке друге, опет, не можемо све док се не појаве и траже активности на заштити посађених садница, без одлагања. Штете ће бити мање и лакше ће се санирати ако је избор врсте и провенијенције адекватан.

Стрес, који изазива слабљење садница и потребу заштите садница, јавља се у случајевима појаве:

- екстремних температура,
- дефицита влаге,
- високог нивоа сунчевог директног зрачења,
- хемијског стреса као посљедице недостатка хранљивих материја или предимензионираног садржаја соли или токсичних гасова,
- негативног утицаја вјетра,
- напада болести и штеточина.

Неке врсте (или екотипови) имају већу могућност толеранције на стрес. Друге опет слабе свој физиолошки баланс, чиме губе одбрамбене механизме и постају погодне за болести и штеточине. Штете које се јављају у новооснованим засадама могу настати као биотичке – штете од болести и штеточина, корова, домаћих животиња, дивљачи и других предатора; те абиотичке штете, као посљедица пожара или других фактора (суша, лед, поплаве и сл.)

11.3.1. Заштита засада од болести и штеточина

Кључни елементи у заштити од болести и штеточина јесу рано откривање, брза дијагноза и процјена најефикаснијих мјера за сузбијање. Такође, као превентивна мјера подразумијева се коришћење садног материјала који посједује увјерења о квалитету и здравственој контроли, тј. употреба здравог садног материјала. Расадник у коме се на вријеме не проводе мјере заштите може представљати извор или у правом смислу ријечи расадник заразе која се шири на терену. Зато је у оснивању нових шума веома важно ангажовање експерта за заштиту који ће пратити стање и предлагати мјере.

Први степен у дијагнози јесте констатовање да проблем постоји и да је посљедица штетног дјеловања болести и штеточина. Ово подразумева да шумарски инжењер мора знати како изгледају здраве биљке под истим условима. Сигурно не треба очекивати да садница послје пресадање изгледа као у расаднику, али постоје параметри који указују да је у питању стрес или дејство другог фактора. Обично се почиње методом елиминисања могућих узрока, свдећи их на што мањи број. Посматрају се све саднице на читавој површини засада, а потом и појединачно, са којих се у циљу потпуне дијагнозе могу узимати узорци и анализирати у лабораторији. Зато је важно познавати и сва ранија дешавања током формирања засада кроз вођење уредне евиденције – како би се знало како су саднице изгледале током садње, ко и како је вршио садњу и када, какви су временски услови били током саме садње садница, да ли су коришћена нека хемијска средства, која и зашто.

Познавање симптома болести или дјеловања штеточина веома је битно за тачну дијагнозу и даље поступање. Некада су ови симптоми веома карактеристични, тако да се већ на први поглед може одредити узрок болести и лошег стања садница. У другим случајевима то није могуће и морају се примијенити друге методе, опет у зависности од тога да ли је у питању микоза, бактериоза, вироза, микоплазматично обољење и сл. (Karadžić & Anđelić, 2001). Штете на садницама које се јављају у концентричним круговима који се шире од центра према периферији указују да је врло могуће у питању неко гљивично обољење или оштећење од инсеката.

Ипак, најзначајнији дио за установљивање правилне дијагнозе јесте детаљна анализа сваке саднице: лишћа, стабла, а потом и коријена. Многе болести се уочавају већ кроз осипање четина код четинара или пјегавост лишћа код лишћара. На лишћу, односно на четинама јављају се мале, дискретне, обично сивкасте некротичне површине, а често се на њима уочавају и плодоносна тијела гљиве узрочника болести. На основу њих специјалисти лако могу одредити узрочника, а потом и предложити мјере дјеловања. Оштећења од инсеката на лишћу знатно су уочљивија јер се лако констатују изгризине или други вид оштећења. Ако на лишћу/четинама није уочен узрок, наставља се са прегледом стабаоца саднице. Инсекатски напад се лако препознаје по нагризајућим озледама на стабљикама. Појава гала на садницама четинара обично је посљедица неке паразитне гљиве, док су гале на лишћарским врстама најчешће узроковане неким инсектима.

Често су узрок сушења садница некротирани и прстеновани дио у зони коријеновог врата, гдје треба тражити узрочнике болести. Ов-

дје треба бити опрезан јер су управо у овом дијелу могуће штете као посљедица високих температура на самој површини земљишта које узрокују ожеготине и често страдање садница.

Послије јасно дефинисане и неспорне дијагнозе дефинишу се мјере борбе против болести и штеточина. У зависности од саме штеточине и његовог интензитета, предложиће се неке од механичких, биолошких или хемијских третмана. Све ово даље предмет је области заштите шума, гдје је много детаљније описана методологија борбе против штеточина и болести. Свакако да је важно нагласити да и овдје, као и код људи, важи: „Боље је спријечити него лијечити”. Треба предузети све превентивне мјере како до развоја болести или штетника не би дошло. Једном када се проблем са болести или штеточином појави, биће потребно много труда и рада, као и финансијских средстава да би се елиминисали, односно да их се онемогући да угрозе даљи раст и развој садница на новозасађеној површини.

11.3.2. Заштита од корова

Један од највећих непријатеља младих садница у нашим условима јесте коров. На богатим и свјежим земљиштима он је бујан и током вегетационог периода брже расте од засађених садница, због чега их засјењује и „гуши”. На мање повољним стаништима он црпи велику количину воде из земљишта, због чега се саднице суше. Својим присуством коров збија земљиште, због чега још више узрокује сушење земљишта. Стога, мјере борбе са конкурентском вегетацијом су обавезујуће. Које мјере ће бити примијењене у највећем дијелу зависи од самих станишних услова, као и припреме станишта за садњу садница. Потпуно крчење пањева, орање и ситњење земљишта на читавој површини значајно смањује потребу активности у борби са коровом и обрнуто.

Све мјере борбе против корова дијелимо на механичке и хемијске. Прве подразумевају окопавање, прашење, кошење и плијевљење у првих неколико година после садње. Ове активности се могу вршити ручно или механизовано, о чему је више ријечи било код побољшања станишних услова после садње.

Хемијске мјере су једноставније, лакше и са више ефекта. Међутим, међународна и домаћа регулатива оставља све мање простора на листама дозвољених хербицида, о чему треба посебно водити рачуна. Иако је примјена хербицида најефикасније средство у борби са коровима, њих треба примјењивати само у неопходним случајевима, када

друге мјере нису ефикасне. Такође, треба нагласити да се примјена хербицида мора вршити искључиво на начин и у вријеме како је то дефинисано самим упутством за хербициде и уз стручни надзор искусног познаваоца.

11.3.3. Заштита од дивљачи и домаћих животиња

Значајне штете од дивљачи настају у млађим засадима и обно-вљеним природним шумама, нарочито у ловиштима са великом кон-центрацијом крупне дивљачи. Највеће штете чине крупна дивљач, сто-ка и глодари, који брсте и уништавају терминалне пуполке, откидају велику количину листа са садница или потпуно пресијецају садницу. Штете од домаћих животиња настају у близини насеља и у условима неконтролисаног пашарења. Најефикаснију мјеру заштите од упада крупних домаћих и дивљих животиња представља оградаживање (слике 11-9 и 11-10). Постављање оgrade је скупо, али је дугорочно најефика-сније. Чести су примјери постављања оgrade у нама просторно бли-ским шумама храста лужњака у Славонији и Срему, док је то у запад-ним земљама много чешћи случај. Користе се различити материјали и начини оградаживања, данас најчешће комбинација дрвених стубова и плетене жице. Често се између стубова копа канал у који се поставља жичана ограда, која се потом загрне. На овај начин се спречава про-влачење животиња и дивљачи испод саме жице.

Осим оградаживања, као мјера заштите од домаћих животиња постоји и законска регулатива о забрани испаше и обавези власни-



Слика 11-9.
Ограђена
пошумљена
површина
(фото:
Цвјетковић,
2022)



Слика 11-10.
Вјештачки
основана
шума довољне
старости за
уклањање
ограде (фото:
Цвјетковић,
2022)

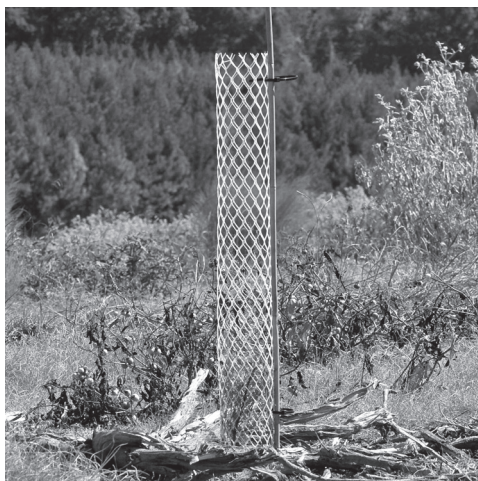
ка домаћих животиња да брине о засадима све док су саднице у зони могућих штета од животиња. Овим прописима се потпуно забрањује испаша на овим површинама или се ограничава на начин испаше и чувања. Ове забране, уз позитиван ефекат заштите садница, могу имати и негативне ефекте, јер стока испашом може држати коров у зони мање опасности за саднице.

Такође, мјера борбе против животиња и штета које узрокују може бити употреба репелената. То су хемијске материје које се наносе на саднице у току садње или непосредно након садње. Функционишу тако да својим мирисом или укусом одбијају животиње и тако штите посађене саднице од дивљачи (слика 11-11).

Поред репелената користи се механичка заштита садница од дивљачи (слика 11-12). Обично се праве од чврсте пластике или од метала и стављају око саднице. Постоји и механичка заштита која се ставља око врха саднице тако да дивљач не може допријети до терминалног пупољка и одгристи га (слика 11-13). То је посебно значајно код врста са моноподијалним растом, а то су најчешће четинарске врсте. На крају, веома ефикасна заштита јесу мреже и цијеви које се стављају око читаве саднице и које, упоредо са ефектом заштите од дивљачи и стоке, саднице чувају од корова, а чести су примјери гдје ове цијеви обезбјеђују повољнији микроклимат садници, што доводи до њиховог бржег раста (слика 11-14).



Слика 11-11. Репеленти на садницама као заштита од дивљачи (фото: Цвјетковић, 2022)



Слика 11-12. Механичка средства заштите садница од дивљачи – пластична (извор: <https://www.forestry-suppliers.com/p/17045/16201/rigid-seedling-protector-tubes>)



Слика 11-13. Механичка средства заштите садница од дивљачи – метална (извор: https://www.digitalmagazin.de/marken/pirsch/hauptheft/2021-17/jagdpraxis/022_mit-mechanik-und-chemie)



Слика 11-14. Механичка средства заштите садница од дивљачи – цијеви (извор: Tubex.org)

11.3.4. Заштита засада од пожара

Пожари представљају изузетно велику опасност за шуме и засаде. Ово посебно долази до изражаја у сувим, аридним условима са дугим временским периодом без падавина. Опасност од пожара расте са развојем приземне, најчешће травне вегетације, која управо у том периоду представља праву пријетњу. Ове чињенице треба имати у виду још код избора врста за оснивање шума на овим просторима. Зато предност треба дати прије свега лишћарским врстама, или зимзеленим врстама.

Заштита од пожара врши се изградом и редовним одржавањем противпожарних пруга. Ове пруге је потребно с времена на вријеме фрезирати по читавој површини ради уништавања травнате и коровске вегетације која се на њима јавља. Генерално, четинарске шуме су мање отпорне на пожар и пожар се кроз њих брже шири. Стога се могу комбиновати врсте лишћара и четинара како би се повећала отпорност вјештачки основаних шума на пожаре. Свакако, главна мјера заштите у пошумљавању оваквих и сличних терена, као и новооснованих шума на већим површинама јесу:

- изградња приступних путева који обезбјеђују брз прилаз возилима која могу транспортовати веће количине воде за гашење пожара,
- њега засада кроз благовремене прореди, санитарне сјече, кресање грана те уклањање сувог и лако запаљивог материјала,
- планирање, изградња и одржавање противпожарних пруга,
- мониторинг и благовремено дјеловање у случају појаве пожара,
- успостављање интегралног система заштите шума од пожара.

За гашење великих пожара данас се све више користе специјални авиони „канадери” или хеликоптери опремљени за ту намјену специјалним „ведром”. Проблематика заштите од пожара посебно се изучава у наставним предметима који се односе на интегралну заштиту шума.

11.3.5. Заштита засада од абиотичких штетних утицаја

Штете од абиотичких штетних фактора најчешће настају под утицајем високих или ниских температура, те елементарних непогода и могу представљати велики проблем послје садње садница. Дијагноза ових оштећења је некада тешка јер се симптоми мијешају са узрочницима биотичког поријекла. Ово посебно долази до изражаја при тражењу узрочника проблема, јер многе гљиве као сапрофити

колонизују већ мртва ткива, због чега се доноси закључак да су они примарни узрочник, а у ствари су секундарног карактера. Зато је важно да се редовно прати стање садница и да се тачно зна када су наступиле промјене.

Оштећења од мраза се јављају када дође до наглог захлађења и пада температуре у касно прољеће или рану јесен, док саднице још нису ушле у фазу мировања. Интензитет оштећења је у позитивној корелацији са падом температуре. Оштећења су занемарива све до 0°C , док при температурама нижим од -5°C може доћи до потпуног измрзавања и (касније) сушења садница. Свакако да је важна дужина трајања ниских температура и доба године, односно стање садница. Ова оштећења су углавном више изражена у депресијама. Као резултат оштећења од мраза долази до закржљалости саднице, касније формирања „грмоликог” облика саднице или потпуног сушења као посљедица измрзавања новоформираног љетораста. Најефикасније мјере борбе се ослањају на правилан избор врста и екотипова са генетички предиспонираним каснијим отварањем пупољака у прољеће, односно ранијом лигнификацијом у јесен (Свјетковић, 2018). Такође, треба избјежавати ђубрење и залијевање касно у љето јер то може продужити вегетацију код садница.

Зимске ожеготине настају када саднице транспиришу већу количину воде од оне коју могу усвојити из хладног земљишта. Ово посебно долази до изражаја ако се контејнерске саднице не посаде, већ остављају у контејнерима преко зиме. Лишће/четине постају свијетло-зелени, као опрљени ватром. Посебно је изражена код четинарских садница које су изложене сунцу у периоду топлог вјетровитог времена. Најбоља мјера борбе је правилна манипулација садницама, као и формирање вјетробраних појасева од нешто напреднијих садница и толерантнијих врста.

Голомразица је у ствари издизање земљишта под дејством мраза, тј. током зиме, када се више пута дешава замрзавање и открављивање површине земљишта. Младе саднице засађене у јесен бивају услед овог издизања избачене на површину. Спречавање посљедица голомразице могуће је прољетном садњом (избјегавање садње у јесен), нешто дубљом садњом, употребом одраслијих (већих) садница и, на крају, прекривањем земљишта малчом.

Високе температуре (топлота) се најчешће јављају на јужним експозицијама када температура површине земљишта прелази 46°C . Толеранција варира од врсте и старости биљке. Млађе биљке су осјетљивије. Садња адекватних врста, толерантнијих на високе температу-

ре, те старијих садница са дебљом кором представља добро рјешење. Такође, смањење температуре површине земље се може постићи формирањем засјене.

Суша настаје као посљедица недовољне количине воде у земљишту, због чега долази до сушења садница. Ово је посљедица чињенице да листови транспиришу више воде него што коријен има да усвоји. Младе саднице су посебно осјетљиве на недостатак воде у земљишту. Рјешење је у садњи врста толерантнијих на сушу или успостављањем система залијевања (наводњавања) који ће обезбиједити довољне количине воде у моментима када нема падавина. Такође, прекривање малчом спречава евапотранспирацију воде из земљишта, што може бити добра мјера у борби против суше.

Вјетар може директно и индиректно негативно дјеловати на развој садница. Константним присуством вјетар усмјерава развој садница деформишући изглед и касније квалитет дебла, док у исто вријеме вјетар значајно исушује земљиште, што за посљедицу има појаву зимских ожеготина или сушења као посљедица суше. Оснивање природних или подизање вјештачких вјетробраних појасева може умањити штете од вјетра.

Механичка оштећења као посљедица активности током транспорта или саме садње, као и послје садње, могу имати привремени карактер, али трајне посљедице. Обично се јасно уочавају, али су мјере сведене на евентуалну заштиту премазивања биљним препаратима или на бази воска, што се може на појединачним и вриједним садницама. Најбоље мјере заштите су правилно руковање садницама те садња и брига о садницама да касније (након садње) кретањем кроз нове засаде не долази до механичког оштећивања.

Данас се у литератури могу наћи и штете као посљедице аерозагађења, хемијског загађења земљишта, осиромашења или дисбаланса садржаја хумуса, оштећења као посљедица претјеране употребе пестицида и др.

11.3.6. Чишћење и прореде

Након формирања првог склопа активности на одржавању вјештачки основаних шума се не завршавају. Тада се почиње са активностима које имају за циљ да нову шуму одржавају стабилном, отпорном на негативне абиотичке и биотичке утицаје и учине је максимално продуктивном. Чишћење и прореде се проводе систематски, праћењем стања на терену и уочавањем момента у којем треба спровести актив-

ности уклањања одређених индивидуа да би се другима, које имају пожељне особине, дало више простора за раст и развој.

Основна разлика између чишћења и прореда јесте у старости и густини младих индивидуа. Међутим, та граница се све више губи и често се за вјештачки основане шуме користи само термин „прореда” (Stilinović, 1991). Под проредама се подразумева промјена густине у вјештачки основаним шумама намјерним уклањањем индивидуа у различитим периодима живота (West, 2014). Извођење правовремених прореда утиче позитивно на стабилност и повољнију сортиментну структуру.

Вријеме почетка чишћења и прореда зависи највише од густине садње садница (касније стабала) које се у датом моменту налазе на површини. Посао шумарског стручњака је да процијени интензитет захвата прореда у вјештачки основаним шумама. Уколико се мјере не спроведу на вријеме, стабла су висока, витка, редукване крошње и угрожена од сњеголома и вјетролома.

Уклањањем стабала проредом смањују се конкуренција за воду и хранљиве материје, те стабла која остају имају бржи раст.

Питања у вези са проредама која су битна за рад са вјештачки основаним шумама:

- У којој старости треба почети прореде?
- Колико често треба проводити прореде?
- Колико индивидуа треба уклонити проредама?
- Које индивидуе треба уклонити?

Одговори на наведена питања се разликују у зависности од врсте и еколошких услова средине. Најједноставнији одговор на ова питања би био: почети на вријеме, прорјеђивати што чешће умјереном јачином. Такође, прореде треба да имају карактер подршке развоју стабала будућности, а не само уклањања оних стабала која су „потштена” и која је већ сама природа „дозначила”.

Прореде се почињу проводити у старости када се почиње стварати склоп и када долази до појаве конкуренције између индивидуа. Већ у тој фази се могу препознати стабла будућности и фаворизовати у односу на остала стабла која их окружују. Прореде у првим фазама углавном су слабије јачине и материјал који се добија нема велику вриједност. Ефекат се манифестује у узгојном смислу на преосталим стаблима.

Прореде се проводе неколико пута у животу вјештачки основане шуме. Тачан број прореда није константан и зависи од стања на површини. За неке врсте и станишта довољне су и двије прореде, док је

за друге врсте и станишта потребно провести 5–6 захвата да би се вјештачки основана шума правилно развијала и достигла свој максимални потенцијал у економском смислу.

Број индивидуа које се уклањају проредама зависи од више фактора: густине садње, броја стабала која остају након раније прореде и развоја стабала након посљедње прореде.

11.3.7. Системи чишћења и прореда у вјештачки основаним шумама

Стилиновић (1991) наводи да постоји више различитих система чишћења и прореда у зависности од просторног распореда сјеча, поступака са добијеним материјалом и начина извођења прореда. Чишћење се ријетко користи у вјештачки основаним шумама јер су густине садње све мање те нема потребе за мјерама чишћења.

Према просторном распореду, прореде се дијеле на:

- геометријске (шематске),
- селективне,
- комбиноване.

Геометријске прореде подразумијевају прореде које се изводе правилним геометријским распоредом. Најчешће су то линије, односно тзв. коридори. Коридори представљају један или више редова или колона стабала која се уклањају проредом. Геометријске прореде су једноставније за извођење и јефтиније у односу на друге просторне распореде. Једна од негативних страна геометријских прореда јесте слабији запремински и дебљински прираст од селективних захвата, а резултати прореда су бољи што је величина коридора мања. Осјетљивост вјештачки основаних шума на притисак снијега и вјетра значајно је већа код геометријских прореда; са биолошког аспекта, геометријске прореде треба ограничити на густе и хомогене културе.

Селективне прореде подразумијевају прореде које се изводе тако да се врши селекција сваког појединачног стабла које ће бити уклоњено. Овакве прореде имају своје предности, поготово у свјетлу глобалних трендова смањења густине садње, при чему се на површинама сади мањи број садница, а тиме се тражи од шумарског стручњака да уочи која стабла треба уклонити. Стабла која остају треба да буду пожељних фенотипских карактеристика, доброг здравственог стања и адекватног раста и развоја. Овакав вид прореде компликује пројектовање путева за извлачење посјеченог проредног материјала, захтијевајући више времена и средстава. Комбиноване прореде представљају комбинацију два претходно наведена метода прореда.

У погледу коришћења проредног материјала, активности у про-редама се могу реализовати на следећи начин:

- извлачење проредног материјала,
- иверање посјечених стабала и
- остављање стабала на мјесту по прописаним правилима гајења и заштите шума.

С обзиром на све већу цијену дрвета, могућности прерађивачке индустрије да користи материјал мањих димензија и настојања да се све више користи „зелена” енергија, процес извлачења проредног материјала се сматра најбољим. То је уједно и најпогоднији начин у погледу заштите од појаве штетних инсеката или гљива.

Према степену употребе механизације у процесу чишћења и про-реда методе се дијеле на:

- ручне,
- употребом механизованих средстава рада.

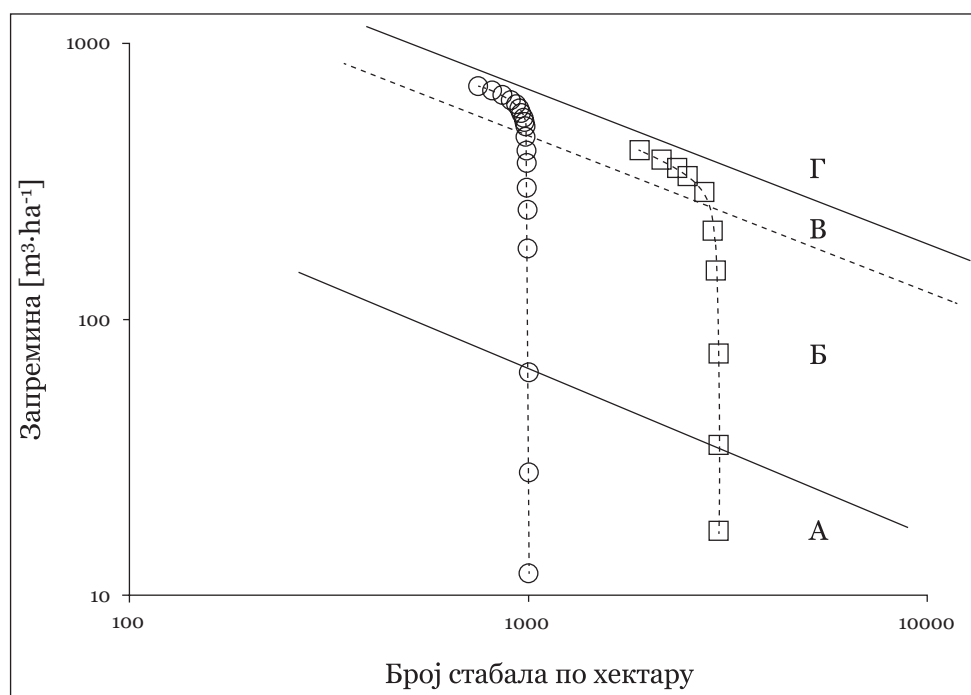
Степен селективности је у обрнуто пропорционалном односу са употребом механизованих средстава рада. Што је употреба механизације већа, обично је могућност селекције мања и обрнуто. Примјеном мануелног рада у вјештачки основаним шумама могуће је сагледати стање индивидуа на површини те означити и уклонити оне које не задовољавају критеријуме, али је такав вид радова скупљи за извођење.

Ефекти густе садње и потребе за проредама илустровани су кроз графикон 11-1. На наведеном графикону приказани су ефекти при садњи густином од 1.000 садница по хектару (ознака „О”) и густином од 3.000 садница по хектару (ознака „□”). На апсциси („Х” оса) дате су густине садње, а на ординати („У” оса) приказана је запремина вјештачки основане шуме, при чему су, посматрајући од доњег дијела графикана ка горњем, сваки наредни круг и квадрат у међусобном интервалу од двије године.

Зона „А” је иницијална фаза када саднице немају међусобну конкуренцију, али још увијек не користе потенцијал станишта у максималном обиму. У зони „Б” саднице су довољно развијене да у потпуности користе потенцијал станишта, али још увијек нема значајније компетиције и морталитета. У тој зони, без обзира на густину садње, количина биомасе је иста. Разлика је у распореду биомасе која се при гушћој садњи распоређује на већи број индивидуа, док се код рјеђе садње распоређује на мањи број индивидуа.

У зони „В” стабла у потпуности користе потенцијал станишта, али почињу значајно да одумиру услед конкуренције међу индивиду-

ама достижући максималну густину – линију „Г”. Брзина достизања максималне густине зависи од квалитета станишта и почетне густине садње. Што је станиште квалитетније, то ће се прије достићи максимална густина. Код вјештачки основаних шума са већом густином садње, количина произведене дрвне запремине се распоређује на велики број мањих стабала која су витка и са редукованом крошњом. У зони „В” почињу се јављати морталитет и редукција броја стабла.



Графикон 11-1. Ефекат прореда у односу на густину садње
(извор: West, 2014)

Са проредама треба кренути на вријеме. Највећи ризик за прореде представљају абиотички фактори, вјетар и снијег, који могу да начине штету након прореда. Према истраживањима, право вријеме за прореде јесте када вјештачки основана шума почиње да улази у зону „В”, што условљава да се не изгуби одређена количина дрвета услед морталитета. Такође, прореде не треба почињати прије него што вјештачки основана шума не уђе у зону „Б”. Максимална производња у таквим шумама ће се одржавати тако што се прореде врше по интензитету и јачини тако да се шума задржава у зони „Б”. Таквим приступом обезбјеђује се максималан број квалитетних стабала на крају опходње.

Такође, истраживачи користе индекс виткости стабала те се сматра да је ризик од настанка штета проредом најмањи када је индекс виткости стабала⁹ од 60 до 70, док је врло висок ризик уколико индекс виткости стабала прелази вриједност 90–100. Стога је потребно планирати прореде у старости, када се шума налази у мањем ризику од штета које би могле да настану проредама у шумама са вишим индексима виткости стабала.

Утицај прореда на новоосноване шуме приказан је на графичкој слици 11-2, уз појашњење и праћење резултата представљених у табели 11-1. На апсциси („X” оса) дате су густине садње, а на ординати („Y” оса) запремина новооснованих шума дуглазије. Овај принцип се може примијенити на већи број наших дрвенастих врста. Различитом бојом кругова означени су резултати огледа са двије различите површине.

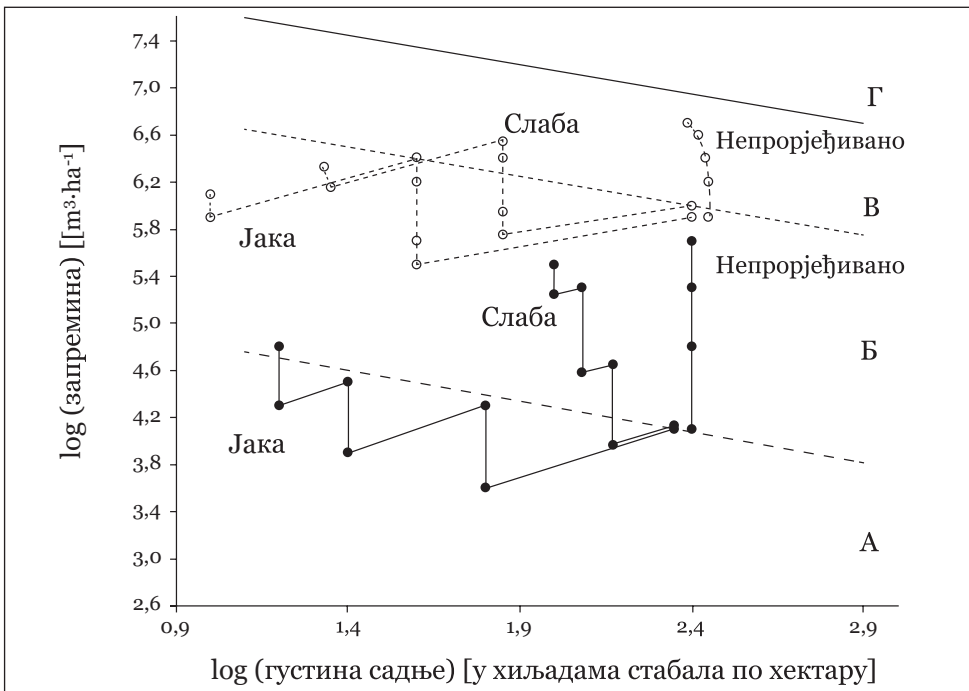
Уколико анализирамо резултате прореда на првој локацији (тамни кругови), посматрајући графикон здесна налијево може се пратити утицај јаких и слабих прореда. Јака прореда извођена је у краћим временским интервалима у вријеме када се вјештачки основана шума налази у зони „А”. Таква прореда значајно смањује број стабла, са око 3.000 на 1.200 стабала, при чему се прирасти акумулирају на преосталим стаблима. Овдје је важно напоменути да се прореде изводе релативно рано, одмах по достизању зоне „Б”. То редукује укупну посјечену запремину, али не повећава значајно запремину стабала у односу на слабе прореде, које имају за циљ одржавање новоосноване шуме у зони „Б”. Показује се да у вјештачки основаној шуми у којој није било прореда није достигнута линија „Г” јер је експеримент трајао краће, али би несумњиво таква вјештачки основана шума достигла линију максималне густине. Најбоље резултате показала је слаба прореда која је омогућила развој вјештачки основане шуме у зони „Б”, стабла су достигла запремину као и код јаких прореда (а такође и добар квалитет), а укупна просјечна запремина била је $263 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (табела 11-1).

У огледу на другој локацији, јака прореда је дала добре резултате јер је прираст акумулиран на већим стаблима. Почетак прореда је у зони преласка из зоне „Б” у зону „В”, односно, у вријеме када би почело природно одумирање стабала услед међусобне конкуренције. Вријеме између двије јаке прореде је веће, постигнута је висока вриједност запремине по стаблу и укупно на нивоу јединице површине (хектар) у износу од $1,72 \text{ m}^3$ по стаблу и са укупном запремином од $917 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.

⁹ Индекс виткости стабала представља однос просјечне висине и пречника стабала у шумама и изражава се у апсолутним вриједностима.

Непрорјеђивање доводи до почетка одумирања стабала и двоструко мање запремине појединачних стабала ($0,84 \text{ m}^3$) уз скоро исту запремину као и код прорјеђиваних вјештачки основаних шума. Слабе прореде су дале сличан резултат као и јаке прореде ($1,49 \text{ m}^3$ по стаблу и $924 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), са том разликом да је запремина распоређена на већи број стабала. Распоред запремине на већи број стабала подразумева већи обим радова у процесу финалног искоришћавања и мању стабилност вјештачки основане шуме, те мањи сортиментни квалитет.

Уколико се посматрају раније наведени резултати, долази се до закључка да правилно одређивање почетка прореда, њихова учесталост и јачина могу да усмјере вјештачки основане шуме у жељеном правцу, гдје нема природне селекције и гдје се мјерама њега врши селекција у жељеном правцу. Нема природног одумирања стабала, него се проредни материјал користи док су стабла жива, повећава се стабилност засада, а да се при томе не губи на количини произведеног дрвета нити на његовом квалитету.



Графикон 11-2. Дијаграм управљања густином засада дуглазије. Представљене су путање раста двије експерименталне плантаже * прва (●—●) и друга (○---○), које су биле непрорјеђиване, слабо проријеђене или јако проријеђене. Сви подаци су исцртани као природни логаритми (адаптирано према: Drew & Flewelling, 1979)

Табела 11-1. Просјечне вриједности запремине по стаблу у вријеме чисте сјече и укупна запремина дрвета која је посјечена (укључујући и проредни материјал) у непрорјеђиваним шумама са слабом јачином прореда и јаким проредама према илустрацијама са графикана (Draw & Flewelling, 1979).

Тип прореде	Вашингтон (САД)		Каингароа (Нови Зеланд)	
	Запремина по стаблу [m ³]	Посјечена запремина [m ³ /ha]	Запремина по стаблу [m ³]	Посјечена запремина [m ³ /ha]
Непрорјеђивано	0,27	291	0,84	931
Слаба прореда	0,37	263	1,49	924
Јака прореда	0,38	187	1,72	917

11.4. Орезивање грана

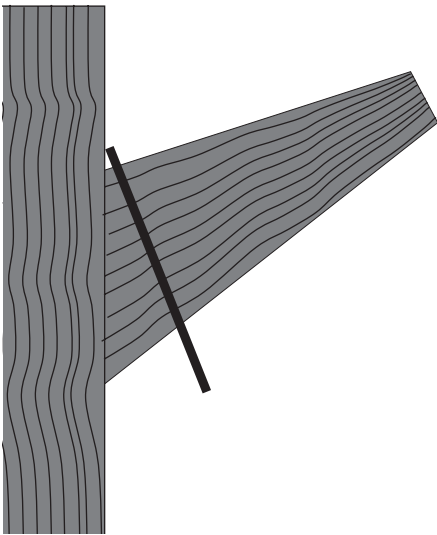
Полазна премиса потребе орезивања грана налази се у чињеници да уклањање грана код младих стабала повећава квалитет произведених сортимената. Орезивање грана омогућава формирање чистог дебла без ураслих грана, односно испадајућих „чепова”. Уколико се стабла врста као што су смрча и дуглазија препусте природном, спонтаном чишћењу од грана, за тај процес потребно је 30–90 година, што представља јако дуг период. Процес орезивања грана у ранијим фазама живота омогућава брже зарастање мјеста гдје су се налазиле гране. Процес орезивања код нас се углавном односи на четинарске врсте у „класичним” вјештачки основаним шумама, док је у плантажном шумарству брзорастућих врста за производњу трупаца за фурнир и резанье орезивање незаобилазан процес за све врсте дрвећа.

Орезивање се генерално може проводити из више разлога, а основни су:

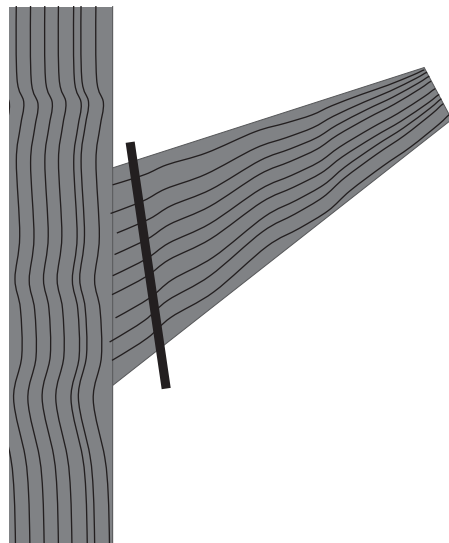
- смањење броја доњих грана у младим вјештачки основаним шумама са циљем повећања проходности, да би се олакшали даљи радови, као и да би се смањила опасност од пожара и болести;
- да би се повећао квалитет дрвета мањим бројем чворова на потенцијално највреднијем дијелу стабла. То је операција које се обично проводи до висине од 8 m;
- код лишћарских врста потребно је тзв. „формирајуће” орезивање да би спријечило неправилно формирање крошње и појава бочних дебелих грана.

Орезивање треба спроводити тако да се минимизирају штете на стаблу услед сјече грана те да мјеста гдје су биле гране што прије калусирају. Извођење орезивања код четинара врши се тако да се гране које се налазе на стаблу сијеку под одређеним углом у односу на стабло да би смола што прије затворила мјесто гдје је грана одсјечена и почело формирање калуса (слика 11-15). Код лишћара, рез којим се врши орезивање стабала паралелан је са стаблом (слика 11-16).

Поред четинарских врста, код којих се најчешће врши орезивање, ова активност се може примијенити код лишћарских врста као што су нпр. храстови, буква, племенити лишћари (јавор, јасен), итд. Процедуре орезивања су описане, као и њихова економска оправданост, али за увођење таквих активности у праксу и њихово финансијско оправдање потребне су додатне анализе вриједности уложених радова и остварене добити. Постоје посебни случајеви када се и код лишћара врши орезивање услед појаве разгранављања стабала на нижим висинама, те је тада пожељно извршити орезивање једне од постојећих грана, а негативни ефекти орезивања врло су ријетки или не постоје (Nicolescu et al., 2006).

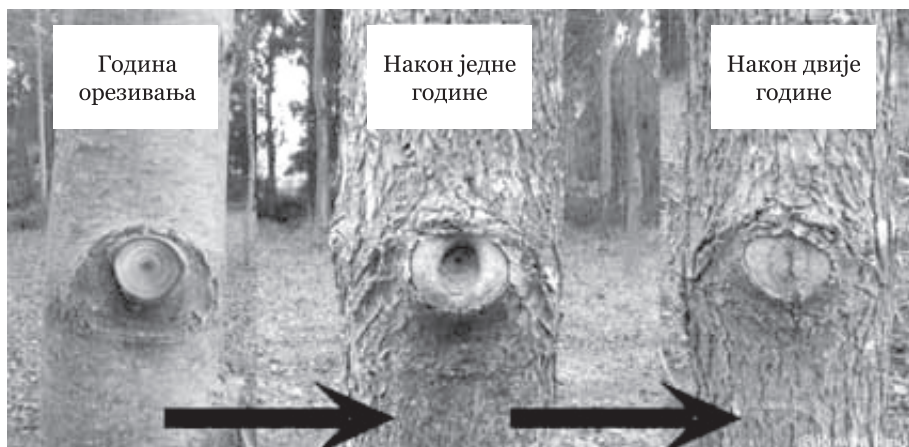


Слика 11-15. Орезивање четинара



Слика 11-16. Орезивање лишћара

Орезивање треба да буде изведено тако да се мјеста гдје су се налазиле орезане гране што прије затворе, калусирају и да нови слојеви дрвета, тј. плаштови дебљинског прираста што прије затворе рану и наставе да формирају правилне годове (слика 11-17).

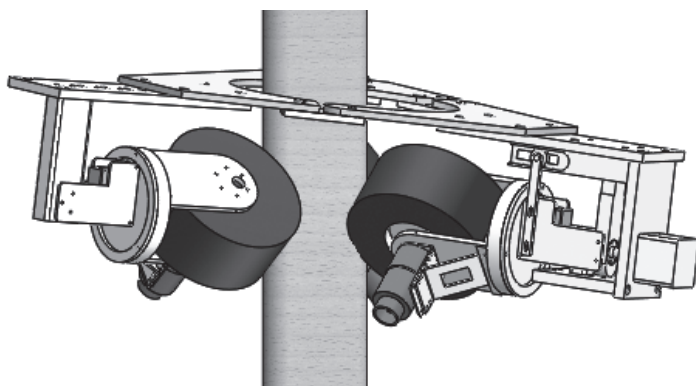


Слика 11-17. Зарастање мјеста орезивања (фото: https://www.farmforestline.com.au/pages/5.7.2.1_where.html, 2023)

11.4.1. Методе орезивања

За процес орезивања користе се ручне или моторне тестере монтиране на телескопске мотке. Поред мануелног орезивања, развијају се и користе механизовани системи орезивања. Механизовани или роботски системи који се користе имају дугу историју развоја. Током шездесетих година двадесетог вијека развијен је први механизовани систем, тзв. мајмун (енгл. *Tree monkey*), а касније су се развијали други, напреднији системи, док су „у ходу” рјешавани проблеми везани за специфичност примјене механизованих система у орезивању (Ishigure et al., 2010). Касније су се појавили системи за орезивање као што су *Woody*, који је развила Сугано лабораторија Универзитета Васеда у Јапану (Campbell et al., 2013), аутоматски роботски систем назива *Yamabiko*, који је направила компанија Сеијери индустрија (Ishigure et al., 2010; Campbell et al., 2013), механизовани систем за уклањање грана *Patas*, који је развијен у Њемачкој (Advaligno, 2023), а у последње вријеме се јављају орезивачи који су монтирани на дронове или се крећу по дрвећу по принципу хода инсеката, не силазећи са стабла (Van Holsbeeck & Brown, 2022). Системи се састоје од неколико компоненти, а главне су: систем за орезивање грана, погонски агрегат, точкови који омогућавају кретање уз и низ стабло и контролна јединица (слика 11-18 и слика 11-19).

Ручним орезивањем се може мање оштетити стабло приликом орезивања, док механизовани системи раде брже и ефикасније, али



Слика 11-18.
Поједностављен
приказ
компоненти
механизованог
орезивача
(извор: Gui et al.,
2018)



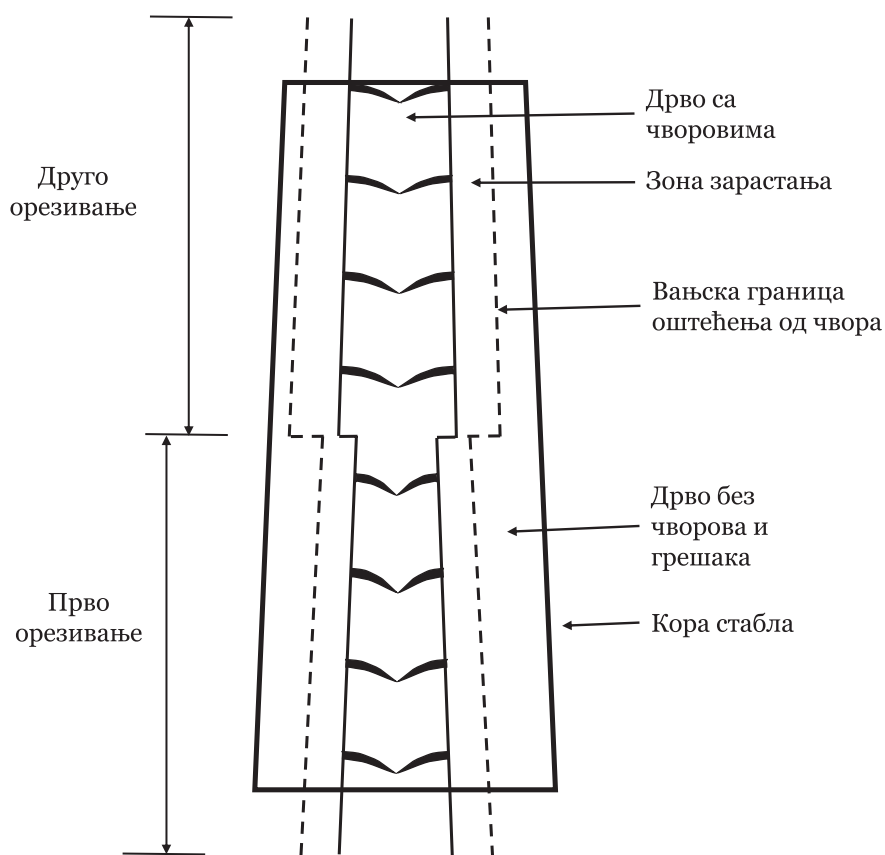
Слика 11-19.
Patas систем
за орезивање
грана (извор:
Advaligno
GmbH)

захтијевају правилан облик дебла без препрека за кретање, те су на лишћарским врстама које немају моноподијалан раст скоро неупотребљиви.

11.4.2. Број орезивања и вријеме орезивања

Број орезивања треба да буде најмање 2 (О'Нара, 2007). Прво орезивање се врши када стабла достигну пречнике 10–15 cm. Стабла се

орезују до висине око 4 m. Друго орезивање се врши када стабла на висини од 4 m на мјесту до којег је извршено прво орезивање не достигну пречник 10–15 cm, односно приближно онај пречник које је стабло имало при првом орезивању на прсној висини. Друго орезивање се врши до висине од 6 до 8 m (слика 11-20).



Слика 11-20. Вријеме орезивања и положај основних структурних елемената

При првом орезивању уклањају се доње гране, и одумрле и живе. Уклањање око 30% живих грана код четинара у раним фазама живота нема негативне ефекте у смислу смањења динамике раста. Према неким ауторима, то може да буде и до 50% доњих живих грана (Amateis & Burkhardt, 2011). Углавном су то гране ближе земљи које полако почињу да смањују процесе фотосинтезе јер бивају прекривене горњим грана-

ма. Почетак резивања грана у млађој доби може да убрза раст дрвета у висину, али је важније да млада стабла брже зацјељују на мјестима гдје је извршено резивање грана. Код смрче, нпр., у истраживањима у Финској резивање грана показало је добре резултате у смислу повећања квалитета дрвета на крају опходње као и повећања дебљинског прираста након резивања.

Орезивање грана код бијелог бора не доводи до промјене учешћа раног и касног дрвета. Некада може имати ефекат успоравања динамике дебљинског прираста и повећање густине година у годинама након резивања, али је најдоминантнији ефекат повећања економске вриједности дрвета (Bergström et al., 2004).

Орезивање може да се врши у било којем добу године осим када је кора на младим стаблима мека. Мека кора се јавља у периоду интензивног раста стабала, и то је обично период од средине марта до средине јула у нижим подручјима, док је на вишим надморским висинама тај период помјерен за 20–30 дана касније (Hanley & Reutebuch, 1984). Ипак, највећи број аутора препоручује вријеме резивања ван вегетационог периода ради смањења негативних ефеката резивања.



12. ОСНИВАЊЕ ШУМА У КЛИМАТСКИМ ПРОМЈЕНАМА

Нове праксе у оснивању шума подразумевају јасно дефинисане правце и смјерове трансфера шумског репродуктивног материјала у географски хоризонталном и вертикалном смислу. Такође, нове технологије треба да омогуће садницама на терену да лакше и брже остваре контакт са водом и хранљивим материјама све док се не стабилизују на терену и буду способне за самосталан живот.

12.1. Трансфер шумског репродуктивног материјала – асистирана миграција

Пошумљавање у Европи и свијету захтијева употребу садног материјала адаптираног на климатске промјене, са што већом продукцијом дрвета и са минималним ризицима (Cvjetković & Mataruga, 2020). Ризици везани за појаву екстремних температура, као и ризици од губитка потенцијала станишта за максималну продукцију дрвета дефинисани су крајем XX вијека, те се напомиње да се производња шумског репродуктивног материјала планира у складу са тренутним стањем климе на датом подручју и предвиђеним климатским промјенама, тј. према могућим сценаријима који се очекују за неколико деценија (Вајић & Trbić, 2016). Према анализама Глобалног климатског индекса ризика, Босна и Херцеговина је 2014. године заузела треће мјесто на свијету по ризицима који настају на основу климатских промјена, те такве чињенице треба узети у обзир при планирању производње шумског садног материјала и оснивања нових шума.

Шумске врсте дрвећа различито одговарају на промјене животних услова који су узроковани промјеном климе. Појава помјерања ареала врста се дешава као дио процеса помјерања врста од посљедњег лацијалног доба до данас. Ипак, постоји значајна разлика у односу на промјене које се дешавају у данашњици. Клима се знатно брже мије-

ња у односу на раније периоде. Стога се јавља проблем брзине миграције шумских врста које не могу да мигрирају брзинама већим од 100 до 500 m годишње, док се процијењена брзина промјене климатских услова (раста просјечне годишње температуре) креће од 1.000 m па чак до 10.000 m. Неке врсте су посебно угрожене, а то су врсте које насељавају еколошки специфична станишта, имају фрагментисана станишта, мали број индивидуа, или се на њиховом путу ка погоднијим стаништима налазе физичке баријере (нпр. планински ланци, велике водене површине, насеља, објекти и сл.). Тада постоји ризик да климатске промјене угрозе њихово постојање уколико оне немају широку норму реакције, односно пластичност. Стога се потомство таквих популација може пренијети (асистирано мигрирати) ка новим стаништима која су погодна за врсту.

Термин „асистирана миграција”, који је пандан термину „трансфер шумског репродуктивног материјала”, често се сусреће у научној и стручној литератури која обрађује проблематику и оснивања нових шума у епохи климатских промјена. Асистирана миграција, по својој суштини, представља усмјерени трансфер шумског репродуктивног материјала из неповољних станишта по неку врсту на нова, повољнија станишта, узимајући у обзир климатске промјене. То је општи појам који обухвата низ различитих потенцијалних активности, које имају суштинске разлике у погледу ризика, еколошких импликација и управљачких одлука о томе шта се жели постићи у новим шумама.

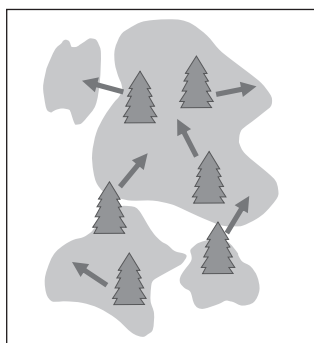
Асистирана миграција по просторној подјели може да буде хоризонтална и вертикална. Хоризонтална асистирана миграција је помјерање врсте по географској дужини и ширини (нпр. помјерање шума букве ка сјеверу). Вертикална асистирана миграција представља помјерање по надморској висини, уколико су остали еколошки параметри за врсту одговарајући (нпр. помјерање смрче на веће надморске висине).

Најчешћи термини који разликују различите облике асистиране миграције су:

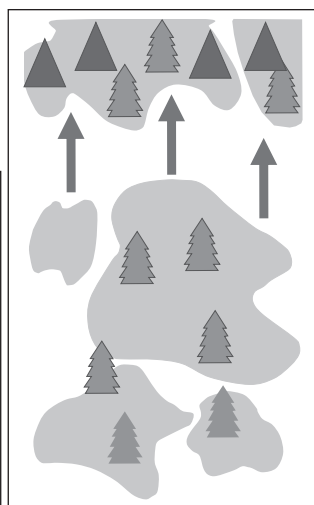
- асистирана миграција популација: представља помјерање популација или сјеменских извора на нове локације које се налазе у оквирима тренутног распрострањања врсте (слике 12-1, 12-4),
- асистирана експанзија ареала: представља помјерање популација и сјеменских извора са њиховог тренутног ареала у одговарајућа подручја која су ван тренутног природног распрострањања врсте (слике 12-2, 12-4),

- асистирана миграција врста (спасавање врсте, управљана релокација или трансфер на удаљена подручја) представља по-мјерање популација шумских врста ван природног простора којег врста заузима на одговарајућа станишта, далеко од локација на којима се врста тренутно налази (слике 12-3, 12-4).

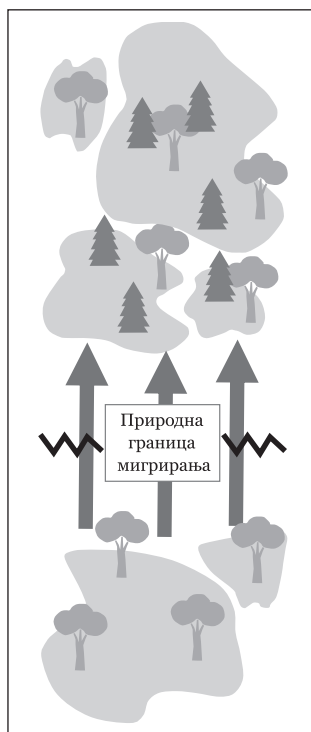
Асистирана миграција може бити мотивисана различитим циљевима које шумарска струка и наука постављају. Циљ би требало да буде први корак у разматрању да ли треба примијенити асистирану миграцију и у којем обиму.



Слика 12-1.
Асистирана миграција
популација

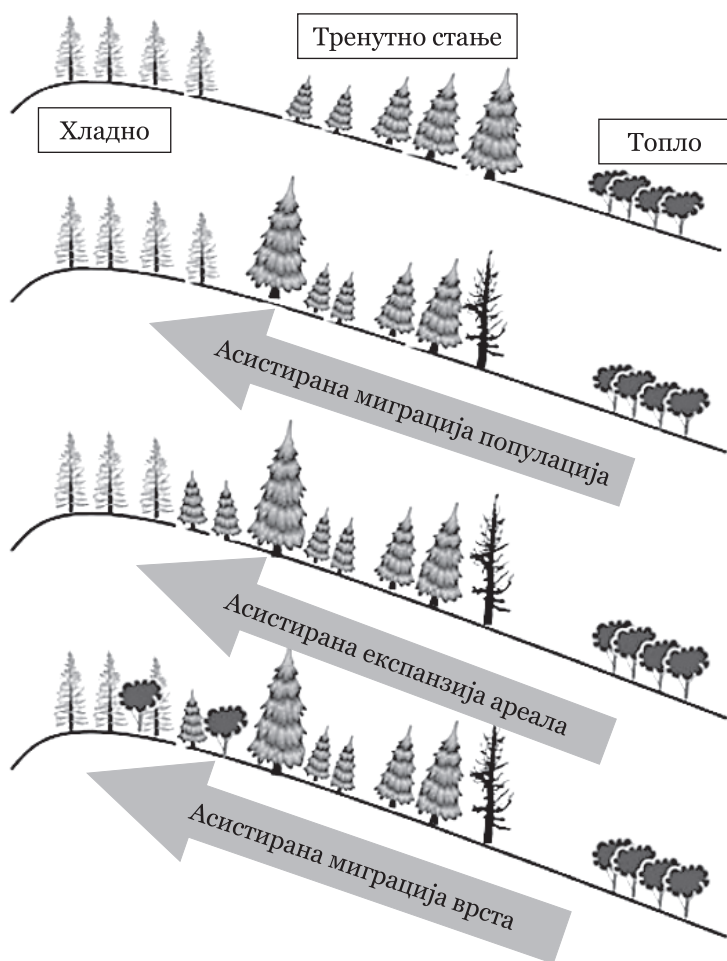


Слика 12-2.
Асистирана експанзија
ареала



Слика 12-3.
Асистирана миграција
врста

(извор: Handler et al., 2018)



Слика 12-4. Асистирана миграција у вертикалном смислу
(извор: Klisz et al., 2023)

Циљеви асистиране миграције могу бити да се:

1. одржи или побољша генетска разноликост унутар популације,
2. заштити врста или популација од изумирања,
3. опонаша природно ширење врсте прекинуто баријерама (најчешће онима које су створили људи: насеља, пољопривредне површине, језера и сл.)
4. одржава функционисање екосистема или повећа продуктивност комерцијално вриједних врста.

У оснивању шума и плантажа посљедњи наведени циљ се сматра најважнијим. Практична примјена асистираних миграција подразумева производњу шумског репродуктивног материјала (сјемена и садница) из популација које су на неки начин угрожене климатским промјенама, те сјетву сјемена или садњу садница из тих популација на новим стаништима за која се сматра да ће имати погодне услове за остварење зацртаног циља оснивања нове шуме или плантаже. Често се дешава да долази до појаве пада виталности и производности у шумама неких врста дрвећа јер подручја која тренутно насељавају постају неодговарајућа услед погоршања животних услова. При томе врста опстане у таквим условима, али није више способна да испуњава циљ газдовања који је предвиђен. Стога се врста уноси, односно сади на станишта која се сматрају тренутно погоднијим (асистирани миграција популација) или ће у будућности бити погоднија за неку врсту (асистирани експанзија).

Асистирани миграција треба да има као основу резултате тестирања провенијенција у провенијеничним тестовима постављеним у различитим еколошким условима. Тек тада асистирани миграција може да покаже свој пуни потенцијал. Поред резултата из провенијеничних тестова, често се користе подаци о промјени температура и падавина који произилазе из различитих климатских модела. При томе се врши упоређивање климатских података у шумама у којима је врста у свом оптимуму са свим потенцијалним стаништима на која би се врста преносила. Конструирају се просторни модели који указују која ће то станишта у будућности бити погодна за неку од врста. Такви модели се користе као основа за планирање асистираних миграција.



13. АГРОШУМАРСТВО

У ери када се смањује површина земљишта погодна за производњу хране услед климатских промјена и раста хумане популације и када се као једном од највећих пријетњи повећању површина под шумама наводи ширење пољопривредне производње, један традиционалан, али и иновативан концепт настоји да на оптималан начин интегрише пољопривреду и шумарство – агрошумарство. Као алтернативни модел ефикасног коришћења земљишта, агрошумарство постаје предмет пажње јер инкорпорира пољопривреду и шумарство у јединствен, еколошки стабилан, економски оправдан и друштвено прихваћен систем. Сматра се да је агрошумарство pogodно за максималну искоришћеност земљишних, климатских и просторних ресурса и да је еколошки оправдано (Franco et al., 2012).

Историја агрошумарства је дуга – траје неколико хиљада година. Агрошумарство као пракса мултифункционалног коришћења препознаје се још од доба неолита. Интензивније агрошумарство почиње да се развија у средњем вијеку. Познате су чињенице да је ради проширења пољопривредних површина вршено спаљивање природних шума. Након тога вршена је сјетва сјемена пољопривредних врста у комбинацији са дрвећем у циљу заштите пољопривредних засада, али и као извор хране за домаће животиње, извор огревног и грађевинског дрвета. Забиљежено је да су у Централној Америци, у повољним еколошким условима благе климе и велике количине падавина, локална племена гајила на десетине различитих култура различите намјене на истој површини (Wilken, 1976).

Слични примјери сусрећу се у Азији. При чишћењу терена за узгој риже, остављана су намјерно поједина, солитерна стабла или групе стабала. Та стабла су се користила примарно као заштита од инсолације, а након одређеног периода користила су се као дрво за градњу кућа, као извор хране и за производњу различитих препарата неопход-

них за локално становништво. Након сјече стабала сијало се сјеме или пресађивале саднице дивљаке у циљу обнове дрвећа. Слична пракса спровођена је у Африци. Пољопривредне културе гајене су у засјени дрвећа. Поред заштите од инсолације и прозводње дрвета, дрвеће је имало и антиерозиону улогу. То је сликовито приказано од стране Хенрија (1949) који каже да „биљке, на мјесту гдје се налазе, једу и пију не са једног стола, него са много столова испод истог неба”.

Први пут се термин „агрошумарство” почиње користити почетком XX вијека, тачније 1929. године (Gold, 2017). Тада је амерички економиста и географ Џ. Расел Смит објавио дјело под насловом „Tree crops: A Permanent Agriculture”, у којем се указује на потребу одржавања континуираног мултикултуралног засада на површинама које су утрожене ерозијом, при чему се комбинују шумске и пољопривредне врсте.

Све напријед наведене праксе агрошумарства имају карактер традиционалног агрошумарства. Поред традиционалног агрошумарства, током XX вијека агрошумарство добија карактер интензивног агрошумарства гдје се производња дрвета креће у другом правцу, правцу интензивних биљних засада. Одабир врста, припрема станишта и управљање базирају се на научним сазнањима међусобног утицаја биљака гајених на истој површини и интеракцији са еколошким условима. Акценат се ставља на шумске засаде у комбинацији са другим врстама, углавном једном до двије врсте. Гајење пољопривредних врста је дозвољено до момента формирања склопа. Владало је мишљење да треба гајити високовриједно дрвеће за потребе производње дрвета, а да се простор између дрвећа може дати локалном становништву да се бави пољопривредом и да задржи производе од пољопривреде.

Након тога, наступила је „зелена револуција”. Она је примарно базирана на премиси да се монокултурама „може нахранити човјечанство”. Агрошумарство бива потиснуто, па скоро и заборављено. Ипак, монокултурална производња у свијету гдје су транспорт и трговина били на нижем степену развоја имала је негативне ефекте. Локалном становништву, поготово оном у руралним крајевима, требало је много више производа са једног посједа (грађевинско и огревно дрво, плодови, храна за стоку, лијекови и лековито биље, смола, танини и остали производи). Схватајући значај агрошумарства на нивоу свијета, Уједињене нације успоставиле су 1977. године Међународни савјет за истраживање у агрошумарству (ICRAF) са сједиштем у Најробију (Кенија).

На нашим просторима екстензивни облик агрошумарства био је и још увијек је заступљен у свом традиционалном облику. О интензивним, плански основаним агрошумарским системима нема података.

Намјенско оснивање шумских и пољопривредних врста на нашим просторима забиљежено је у „Инцелу” на почетку подизања засада (индустријских плантажа). Мудреновић (1974) наводи да је између засада четинара вршена сјетва пољопривредних усјева (зоб, кукуруз и др.). Оваква пракса је брзо напуштена због великих трошкова припреме и обраде земљишта.

Агрошумарство се сматра опцијом за диверзификацију производње, прихода и услуга. Диверзификација производње треба да има разнолике позитивне ефекте. Неки од њих се могу препознати у прилагођавању климатским промјенама уколико се врши правилан трансфер репродуктивног материјала. Агрошумарство пружа могућност да успјех оснивања и управљања засадима не зависи само од једне компоненте система. Коришћењем више различитих врста (компоненти) боље се користи простор захваљујући мултиспратности, уз могућност комбиновања анималне производње која може да обезбиди одређену количину органског ђубрива. Комбиновање више врста дрвећа и пољопривредних култура може да има позитиван ефекат у погледу квалитета земљишта, смањења ерозије, испирања азота и повећања биодиверзитета.

13.1. Дефиниције агрошумарства

Агрошумарство представља комбинацију пољопривреде и шумарства на истом простору. Комбинују се различите пољопривредне културе са узгојем дрвенастих врста, као и разни облици сточарства. Агрошумарски системи се могу сврстати у три основна типа:

- комбинација стабала са узгојем пољопривредних усјева,
- комбинација стабала са пашњацима и домаћим животињама,
- комбинација стабала, домаћих животиња и усјева.

Према Међународном центру за истраживања у агрошумарству (*International Center for Research in Agroforestry* – ICRAF) и Свјетском агрошумарском центру (*World Agroforestry Centre* – WAC), „агрошумарство је динамичан, еколошки оправдан систем управљања земљиштем, при чему се повећава разноврсност и одрживост производње, која повећава социјалне и економске користи за кориснике земљишта”.

Агрошумарство подразумијева намјенско коришћење истог земљишта на којем се врши комбинована производња различитих компонената агрошумарских система: дрвенастих врста, пољопривредних усјева и стоке. У агрошумарским системима постоји рангирање компонената производње. Једна компонента је увијек приоритетнија од друге.

Једна од основних особина агрошумарства која проистиче из дефиниције јесте његова флексибилност. Онај ко оснива и гаји засаде комбиновано има шири спектар опција, може да производи више производа на истој површини. За власнике шума агрошумарство се може сматрати атрактивном алтернативом конвенционалном шумарству уколико се жели проширити број производа из шума.

Сматра се да агрошумарство има могућност да смањи терет раних трошкова гајења шумских култура и плантажа до момента склапања крошњи, али и дуже. Агрошумарство може да буде у функцији: продукције (свих облика биомасе), екологије (одржавање и повећање биодиверзитета), регулације и одржавања есенцијалних природних процеса, заштите природног наслеђа, унапређења пејзажа и рекреације.

13.2. Значај агрошумарства

Посматрано на глобалном нивоу, процјена је да агрошумарски системи заузимају преко једне милијарде хектара површине, при чему расте удио дрвенастих врста на пољопривредном земљишту. То значајно доприноси повећању апсорпције угљен-диоксида и смањењу ефекта стаклене баште (Zomer et al., 2016). Процјена је да око 43% пољопривредног земљишта на свијету има у свом саставу шумске дрвенасте врсте са удјелом од преко 10%. Тиме је смањен негативан тренд оснивања пољопривредних монокултура које су имале бројне негативне ефекте на животну средину, прије свега редукцију површине шумских екосистема, што се одразило на животну средину кроз еутрофикацију воде, угрожавање животне средине и ишчезавање врста.

Европска унија препознаје значај агрошумарства као одрживе и еколошки стабилне привредне гране. Стога се врши редовна инвентаризација површина које се налазе у систему агрошумарске производње. Подаци добијени (2012) из базе података LUCAS (скраћеница од *Land Use and Land Cover Aerial Frame Survey*) указују да се агрошумарство у својим бројним облицима реализује на 24 милиона хектара. То чини 14% пољопривредног земљишта Европе (Den Herder et al., 2015a). Државе са највећом заступљеношћу агрошумарских система су земље Јужне Европе: Шпанија (6,9 мил. ha), Француска (2,6 мил. ha), Италија (2,3 мил. ha), Грчка (2,1 мил. ha), Португал (2,1 мил. ha) (Den Herder et al., 2015b).

Значај агрошумарских система препознат је у најважнијим стратешким документима. Тако је у Агенди 21, поглављу 14, дефинисан концепт одрживе пољопривреде и руралног развоја (*Sustainable*

Agriculture Rural Development – SARD) у циљу да се ублаже ефекти индустријализоване пољопривреде. Париски споразум у члану 5 наводи значај шума и шумарства, које има за циљ да спријечи повећање емисије угљен-диоксида, што агрошумарски системи чине и тако бивају препознати у глобалним стратешким документима.

Циљ агрошумарства је да се нађу одговарајуће алтернативе интензивној пољопривреди које би побољшале квалитет живота становништва у руралним крајевима. Истовремено би трансфер знања и технологија у оснивању и управљању агрошумарским системима смањио или потпуно елиминисао угрожавање водних, земљишних и биолошких ресурса. Инвестиције у агрошумарство на простору Европе се повећавају, што указује на значај агрошумарства као праксе која може да унаприједи стање животне средине, да диверзификује производњу и унаприједи пејзажну вриједност монокултура за које се често користи термин „зелени асфалт”.

13.3. Практике у агрошумарству

С обзиром на сложеност агрошумарских система, њихову распрострањеност у свим климатским појасевима у свијету, формирано је неколико основних категорија пракси у агрошумарству. Према Голду и сарадницима (2000), агрошумарске праксе могу да се подијеле у 4 категорије:

1. **намјерне:** комбинација дрвећа, пољопривредних култура и/или стоке које су са намјером дизајниране, подигнуте и њима је газдовано тако да засади функционишу заједно и производе разноврсне приносе и друге користи заједно;
2. **интензивне:** агрошумарски системи коју су намијењени за интензивно газдовање да би очували своје продукционе и заштитне функције и интеракције; често укључују операције као што су: култивација, фертилизација, иригација, орезивање и прореде;
3. **интегрисане:** компоненте агрошумарског система су често структурно и функционално комбиноване у једну, интегрисану јединицу газдовања тако да је продукциони капацитет земљишта у потпуности искоришћен;
4. **интерактивне:** агрошумарски систем који активно манипулише и користи биофизичке интеракције компонентних врста у циљу оптималног приноса и разноликости производа и еко-системских услуга.

Наведене четири категорије су најједноставнија и најшира подјела агрошумарских система. Неке друге подјеле детаљније разматра-

ју праксе у агрошумарству. Тако се праксе у агрошумарству у Европи сврставају у 6 категорија: силвиарборално шумарство, гајење дрвећа у систему аграра за специфичне потребе, риперијанске бафер зоне, засади у циљу побољшавања услова у периоду „одмарања” земљишта, системи мултифункционалног дрвећа и силвипасторални системи. Наведене категорије ближе су описане у табели 13-1.

Табела 13-1. Практике у агрошумарству у Европи (извор: AFTA, 1997; Nair, 1994; Mosquera-Losada et al., 2009; McAdam et al., 2009)

Праксе у агрошумарству	Кратак опис
Силвиарборално шумарство	Дрвенасте врсте сађене на великом размаку у комбинацији са једногодишњим или вишегодишњим врстама. Најједноставнији је вид агрошумарства. Најчешће се састоји од двије врсте у два спрата. Обухвата: линијску, једноредну садњу дрвећа, затим мозаично распоређене групе дрвећа и појасеве дрвећа у комбинацији са једногодишњим или вишегодишњим пољопривредним врстама.
Гајење дрвећа у систему аграра за специфичне потребе	Пошумљене површине се користе за специфичну производњу и коришћење органских засада за медицинске, кулинарске или орнаменталне сврхе.
Риперијанске бафер зоне	Појасеви (пруге) переналне вегетације (дрвеће/жбуње/трава) природне или вјештачки основане, између пољопривредног земљишта/пашњака и водених токова као што су потоци, језера, мочваре и баре који се оснивају у циљу заштите и унапређења квалитета воде. Овде могу да се сврстају и тзв. <i>hedgrows</i> , својеврсне ограде између посједа.

Праксе у агрошумарству	Кратак опис
Засади за побољшање услова станишта у периоду одмарања земљишта	Брзорастуће, најчешће легуминозне дрвенасте врсте, подижу се током фазе „одмора земљишта”, између двије сјетве или садње двије културе. Дрвенасте врсте се саде да би побољшале услове земљишта и да би се остварио економски приход.
Системи мултифункционалног дрвећа	Воћкарице или друге врсте дрвећа систематично сађене на пољопривредном земљишту или пашњацима у сврху обезбјеђивања воћа, чврстог огрева, хране за стоку и дрвета за друге потребе.
Силвипасторални системи	Комбинација производње дрвета са крмном храном и домаћим животињама. Обухвата шуме и/или шумско земљиште на којем се врши испаша стоке и шуме.

13.4. Еколошки принципи у агрошумарству

При оснивању агрошумарских система треба имати у виду четири основна еколошка принципа који су заједнички за све сложене екосистеме, укључујући и агрошумарске системе, а то су:

- 1. различитост** – екосистеми су различити у просторној и временској хетерогености. Агрошумарски екосистеми се састоје од мање-више јединствених хомогених елемената и прелаза. Границе, тј. прелази, јесу мјеста интеракције на којима долази до повећане интеракције између елемената у процесима као што су: размјена енергије, конкуренција и олакшано кретање организама. То су мјеста којима треба посветити посебну пажњу јер су она најважнија за оптимизацију позитивних ефеката између компонената агрошумарског система. На прелазима се дешава конкуренција врста те је потребно посветити пажњу избору врста водећи рачуна о детаљима као што су спратност, фенологија, алелопатски односи и сл.
- 2. промјенљивост** је главна одредница екосистемских функција и структуре. Екосистеми су у сталном процесу мијењања, често у правцу који није јасно предвидљив. Промјенљивост екосистема је

основа његовог живота јер су природни системи динамична категорија. Они се мијењају по (1) дугорочним правилима: сукцесије и утицај климе, и (2) краткорочним догађајима као што су: суша, пожари, болести, напади инсеката, олује, земљотреси, негативни утицаји вјетра и снијега и поплаве. У агрошумарским системима промјене се могу иницирати да би се агрошумарски систем довео у жељени облик. Примјер тога је прореда у спрату дрвећа у циљу редукције засјене у вишеспратним агрошумарским засадима да би се подстакла производност у нижим спратовима сложеног агрошумарског система – најчешћа пракса која се реализује.

3. **трајност** је једна од одлика природног система. Иако постоји промјенљивост, трајност агрошумарског система је особина која одликује такве системе. Промјене се дешавају, али систем је трајан, са мањим промјенама које иницира човјек или природа. Монокултурни засади, поготово једногодишњи или двогодишњи, нису природни и трајни, али у комбинацији са дугоживућим врстама дрвећа попримиће карактеристику трајности и различитости. Једногодишње биљке могу да доминирају у раним фазама сукцесије, а након тога убрзо бивају замијењене трајницама. Могуће је одржати засад једногодишњих и двогодишњих биљака уколико је то циљ уз ангажовање човјека који повременим активностима може нарушити заједницу трајница и омогућити обнову једногодишњих биљних врста у агрошумарским системима које жели у агрошумарском систему.
4. **структурална и функционална разноликост** су важне за екосистеме; ипак, тешко их је квантификовати. Основа структурне и функционалне разноликости заснива се на принципу искључења конкуренције (Гаусов принцип), који је један од главних фактора којим се објашњава како врсте могу или не могу заједно да егзистирају на истом простору. Врсте са истим еколошким нишама не могу да егзистирају на истом простору. Двије врсте могу да се гаје на истом станишту, али само у случају када је конкуренција за простор и ресурсе већа унутар врсте него између врста. У агрошумарским системима структурна и функционална разноврсност повећавају се употребом више различитих врста које међусобно имају мању конкуренцију. Као резултат долази до повећања ефикасности коришћења екосистема (Olson et al., 2000).

Агрошумарски екосистеми састоје се од врста које имају потенцијал да створе структурну и функционалну разноликост. Они могу да повећају ефикасност употребе ресурса и производност. Ипак, агро-

шумарство може да има димензију комплексности. То се огледа кроз мултиспратност и мултикомпонентност, што захтијева додатна знања у оснивању, управљању и коришћењу. Оснивање и гајење монокултура много је једноставније у поређењу са више култура на истом простору које не припадају истим гранама привреде, а за које се често не зна каква ће бити интеракција. Често је то синергистички однос врста, али могу да се десе и обрнути примјери, када постоји конкуренција врста за воду и хранљиве материје (Kohli et al., 2008).

13.5. Оснивање агрошумарских система

Разноликост агрошумарских система условљава различитост метода и техника њихових оснивања. Дизајн засада који комбинују шумске и пољопривредне врсте, као и шумске врсте и домаће животиње, или све три компоненте заједно, условљава радове на припреми површине за оснивање агрошумарског система, садњу и касније радове на управљању.

13.5.1. Избор врста

Избор врста код оснивања агрошумарских система зависи од неколико фактора, а најзначајнији је очекивани принос. Најчешће је интензивност у обрнутој корелацији са бројем врста које се користе у агрошумарском систему. Уколико се користи мање врста, интензитет рада кроз употребу механизације већи је и приближнији пољопривредној производњи или плантажном шумарству, и супротно, што се више врста користи, то је интензитет рада мањи јер је мања могућност употребе механизације, апликације ђубрива и заштитних препарата, а производња више наликује шумарској производњи. Да би се стекла јаснија слика о избору врсте, у даљем тексту ће се дати преглед неких европских искустава у одабиру и комбинацији врста.

Палма и сарадници (2007) наводе бројне комбинације које су коришћене у Шпанији, Француској и Холандији те су дате комбинације следећих врста:

1. у умјереним крајевима (примјер Француске и Холандије):
 - трешња (*Prunus avium*) са пшеницом, уљаном репицом и кукурузом,
 - орах (*Juglans nigra*) са пшеницом, кукурузом и кукурузом за силажу,
 - тополе (*Populus ssp.*) са пшеницом, уљаном репицом, кукурузом.

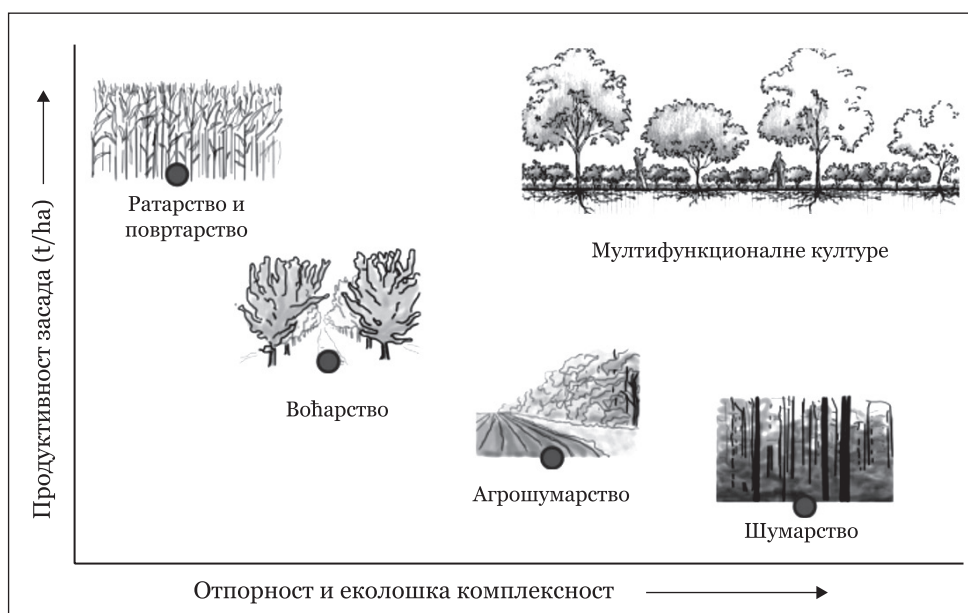
2. у топлијим крајевима (нпр. Шпанија):

- чесмина (*Quercus ilex*) са пшеницом и сунцокретом као пољопривредним монокултурама,
- пињол (*Pinus pinea*) са пшеницом и сунцокретом.

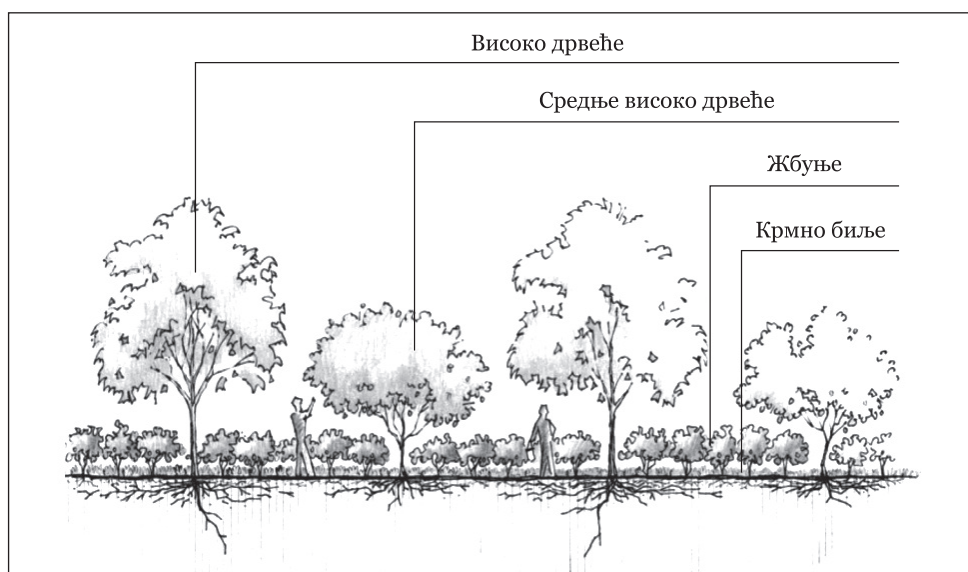
Постоје описане многе комбинације врста и њихова ротација са усјевима. Комбинације врста као што су: горски јавор (*Acer pseudoplatanus*), дивља трешња (*Prunus avium*) и орах (*Juglans regia*) са клоновима топола за кратку опходњу и комбинацијом трава за стоочарство примјери су успостављања интензивног, модерног агрошумарског система у Њемачкој.

Традиционално гајење воћа у комбинацији са крмним биљем или другим пољопривредним врстама је одавно у Европи препознато као пожељно са еколошког аспекта. Истовремено, гајење различитих шумских воћкарица може бити коришћено за традиционалне производе из плодова са испитаним карактеристикама. У Румунији се гаји јагода (сорта 'Elsanta') у комбинацији са црвеним храстом (*Quercus rubra*), горским јавором (*Acer pseudoplatanus*), трешњом (*Prunus avium*), китњаком (*Quercus petraea*), буквом (*Fagus sylvatica*) и аришем (*Larix decidua*). Резултати у таквим агрошумарским системима показали су да је опстанак садница дрвенастих врста након пресадње износио око 95%, а прираст далеко већи него у „класичним”, вјештачки основаним шумама. Највећи дио уложених средстава у раној фази оснивања агрошумарског система надомјештен је производњом и продајом јагода. Производња јагода достизала је максимум од 13,7 t·ha⁻¹ (Nicolescu et al., 2018).

Избор врста за агрошумарске системе је комплексно питање с обзиром на потребну учесталост поновног уношења врсте у производним циклусима. Тако се неке врсте уносе на неколико деценија, друге врсте на неколико година, док се треће врсте уносе сваке године. Уколико се посматра агрошумарство као систем у погледу избора врста, он је стабилнији и сложенији од ратарства, повртарства и воћарства, јер се састоји од више одабраних врста. У погледу продуктивности, агрошумарство је испод ратарства и воћарства, али је по стабилности и комплексности далеко испред ратарства, повртарства и воћарства (слика 13-1). Трендови оснивања сложених система иду у правцу избора већег броја врста, а то је формирање мултифункционалних засада који максимално користи вертикални профил надземног простора и ризосфере (слика 13-2). Иза таквих система који се састоје од већег броја врста треба да стоји дугорочно истраживање компатибилности и синергистског дејства одабраних врста једних на друге.



Слика 13-1. Мјесто аграрног шумарства у односу на остале производне биљне системе (извор: Lovell et al., 2018)



Слика 13-2. Планирање подизања засада у циљу максималне искоришћености простора по спратности (извор: Lovell et al., 2018)

13.5.2. Припрема станишта

Припрема станишта за оснивање неког агрошумарског система зависи од више фактора. Најзначајнији фактор јесу компоненте које ће чинити будући агрошумарски систем као и интензитет производње у агрошумарским системима. Поред напријед наведена два фактора, припрема станишта зависи од еколошких услова средине: климатских, едафских и орографских.

У интензивним агрошумарским системима, гдје се практикују најмодерније технологије и користе резултати истраживања односа биљака у погледу конкуренције за простор у надземном дијелу и конкуренције за хранљивим материјама и водом у ризосфери, припрема станишта се врши на цијелој површини примјењујући потпуну обраду, која укључује: подривање, орање, устињавање земљишта тањирањем и брнање. Земљиште се припрема у облику погодном за ратарску производњу. Таква припрема се врши за оснивање интензивних агрошумарских система гдје се производе дрвенасте врсте кратке опходње у комбинацији са интензивном биљном производњом (нпр. шумске дрвенасте врсте у комбинацији са житарицама, крмним биљем, љековитим биљем и сл. (слике 13-3 и 13-4). Примарна производња у оваквим системима се базира на пољопривредну производњу у првим годинама, а након тога на производњу дрвета.



Слика 13-3.
Агрошумарски
систем – топола
и пшеница
(Gosme &
Mézière, 2016)



Слика 13-4.
Јоха у
комбинацији
са пшеницом
и тритикалом
(Mosquera-
Losada et al.,
2012)

Припрема станишта у погледу учесталости такође је једна од битних разлика у односу на класично оснивање шума. Припрема земљишта за производњу пољопривредних усјева се врши сваке године изнова. То најчешће повољно утиче на засаде дугогодишњих врста, при чему за сјетву пољопривредне врсте представља процес култивације земљишта који поправља водно-ваздушни режим и услове станишта за постојеће дугогодишње врсте.

Поред потпуне обраде земљишта, може да се примијени парцијална обрада земљишта. Она се најчешће примјењује у агрошумарским системима на којима не постоје услови за потпуну обраду или на којима се планира нешто нижи интензитет производње. На таквим површинама врши се обрада земљишта у пруге, парцеле, крпе или јаме. Интензитет производње може да буде висок уколико се врше додатне агротехничке мјере обраде земљишта и примјене ђубрива и других стимулативних мјера за раст биљака.

13.5.3. Сјетва и садња у оснивању агрошумарских система

Сложеност агрошумарских система доводи до потребе за бољим планирањем и организовањем њиховог оснивања. Обично је потребно на једној површини примијенити више метода и техника сјетве и садње. Послије припреме земљишта прво се врши садња садница дрвенастих врста у припремљене јаме. Методе и технике су описане у поглављу 10.3, Методе и технике оснивања шума. Након тога или упоредо с

тим врши се садња жбунастих врста које се гаје за потребе производње плодова, листова, цвјетова и сл. Сјетва сјемена ратарских култура, љековитог биља, крмног биља итд. врши се након садње садница ручно или машински. Редослијед активности се планира тако да не дође до „преклапања” активности, у смислу да се сјетвом или садњом једне врсте начини штета другим врстама у агрошумарском систему. Стога је за процес сјетве и садње најбитније добро планирање у времену и простору.

Посматрано по времену, у агрошумарским системима се скоро сваке године врши неки облик сјетве или садње. Сјетва једногодишњих или вишегодишњих биљних врста континуиран је процес, док се садња дрвенастих врста врши према планираној дужини опходње.

13.6. Управљање агрошумарским системима

Управљање агрошумарским системима представља посебан изазов. Велики спектар врста, њихова интеракција као и потребе свакогodiшњег рада у тако сложеним системима траже стручност и посвећеност. Као основне предности агрошумарства наводе се повећање броја производа који се могу произвести на истој површини, повећана апсорпција угљен-диоксида, повећање нивоа биодиверзитета и стварање станишта за дивље животиње, позитиван утицај на здравље и напредак домаћих животиња, а као најпозитивнији ефекат се наводи утицај на обогаћивање пејзажа.

Као један од највећих проблема препозната је комплексност управљања агрошумарским системима, што утиче на повећање удјела мануелног рада на процесима планирања, оснивања и одржавања, као и повећање трошкова одржавања и честа недефинисаност агрошумарских система у административном смислу.

Управљање агрошумарским системима захтијева стицање знања из области шумарства, пољопривреде (биљне и анималне производње) те интеракција наведених елемената агрошумарских система. Правилан распоред сјетве и садње и коришћења производа из агрошумарских система представља основу управљања.

Када су у питању агрошумарски системи код нас, такви системи су углавном екстензивне природе, те нема планског оснивања агрошумарских засада осим мањих огледних површина локалног карактера (Цвјетковић, 2023).

14. ОСНИВАЊЕ НОВИХ ШУМА У СПЕЦИФИЧНИМ УСЛОВИМА

Док је у претходном дијелу уџбеника акценат првенствено био на оснивању нових шума са циљем продукције дрвета за различите потребе у економском смислу, као и инвестиционом улагању мјереном утрошком новца и очекиване добити у продукцији дрвета, у овом дијелу уџбеника оснивање нових шума посматра се са акцентом на нематеријалне и/или регулишуће користи. Оснивање шума дешава се у специфичним околностима станишних услова.

14.1. Системи антиерозионог пошумљавања

Ријеч ерозија је латинског поријекла, која је настала од глагола *erodere*, што значи разједање. Према узроцима настанка ерозија се може подијелити у сљедеће групе:

- водна ерозија – ерозија изазвана водом,
- еолска ерозија – ерозија изазвана вјетром,
- абразиона ерозија – ерозија изазвана дејством таласа (морских, језерских и осталих водних акумулација).

Водна ерозија као најизраженија за наше подручје може бити:

- плувијална ерозија – изазвана кишом,
- флувијална ерозија – изазвана текућом водом (настала радом ријечних или бујичних токова),
- подземна ерозија – настала радом подземних вода,
- лацијална ерозија (лат. *glacies* – лед) – изазвана радом глечера, односно воде у чврстом агрегатном стању.

Савремени процеси водне и еолске ерозије углавном су антропогеног поријекла, јер је човјек својим несавјесним и неодрживим коришћењем земљишта изазвао убрзане процесе ерозије. Бројни писани трагови показују да су ова подручја некада изгледала сасвим другачије него данас, тачније, да је интензивно уништавање шума довело

до деградације земљишта и претварања великих површина у „камене пустиње”. Најбољи примјер код нас је подручје крша у Херцеговини. Значајне површине шумских земљишта (посебно брдско-планинских предјела) данас су угрожене водном ерозијом.

Поред присутне ерозије на обешумљеним површинама, треба истаћи да се водна ерозија може појавити и на површинама под шумом као посљедица неправилног газдовања. Чисте сјече на већим површинама, са већим нагибима, дужом дистанцом извлачења трупаца, закашњеле или неуспјеле активности пошумљавања и сл. посљедица су губитка земљишта у веома кратком временском периоду. Једном ријечју, стварање услова за површинско отицање вода без апсорбовања у земљиште као посљедицу има водну ерозију.

На теренима већег степена ерозивности пошумљавање је специфично и далеко теже реализовати, а све активности на припреми станишта и самој садњи и одржавању засада знатно су скупље од класичног оснивања шума. Имајући у виду стање површина и степен угрожености, ревитализација ових земљишта је један од приоритетних задатака, при чему се пошумљавање, као најефикаснија мјера за обнову ерозијом оштећених земљишта, сврстава у први план.

Најбољи стабилизатор земљишта и најефикаснији начин за заштиту земљишта од ерозије јесте шумска вегетација. Шуме својим склопом штите земљиште од јаког дјеловања кишних капи, те крошњама, односно лишћем утичу на постепено доспијевање воде у земљиште. Шума знатно мијења кружење воде у земљишту и има огроман значај за хидролошки циклус у природи (слика 14-1).



Слика 14-1.
Противерозионо
пошумљавање
– Национални
парк Тара (фото:
Цвјетковић,
2023)

Приликом оснивања шума (пошумљавања) оваквих површина, уз обавезујућу припрему станишта, кључни аспект представља избор врсте дрвећа или жбуња. Врста својим поријеклом и биоеколошким својствима мора одговарати станишту јер од тога у великој мјери зависи успјех пошумљавања. У циљу што квалитетнијег избора врсте приликом пошумљавања голети веома је важна анализа трагова претходне вегетације, тј. биљне заједнице која је била на том мјесту прије почетка деградације земљишта. То је могуће одредити и на основу шумских екосистема у непосредној близини. Такође, код избора врсте на овим стаништима треба имати у виду концепт „реалне и потенцијалне вегетације” (Stefanović i sar., 1983).

Међутим, све напријед наведено у концепту избора врсте за пошумљавање ерозијом деградираног станишта не може се у потпуности примијенити, јер су природни услови веома измијењени. На оваквим површинама тешко би успијевале врсте које су се ту некада налазиле. Зато се у оснивању шума на оваквим теренима усљед битно измијењених услова микроклиме и земљишта морају планирати етапне фазе, гдје се у првој фази предност даје пионирским врстама које могу мање или више мелиорисати деградирано станиште. Ове врсте касније могу бити замијењене више одговарајућим врстама и провенијенцијама које граде стабилније екосистеме, између осталог и од већег економског значаја.

Редослијед особина које су важне приликом избора врсте у пошумљавању еродираних станишта је следећи:

- добро преживљавање и брз пораст у лошим условима,
- способност да произведе велику количину шушња,
- јак и разгранат коријенов систем,
- лака садња и одржавање,
- способност да формира густу крошњу и да задржава лишће током кишне сезоне,
- толерантност на болести и штеточине,
- својство унапређења физичко-хемијских особина земљишта (нпр. азотофиксатор),
- економска вриједност дрвета.

Слично оснивању шума са економским предзнаком, и овдје се активности реализују у четири фазе рада:

1. крчење и припрема терена,
2. припрема и обрада мјеста за садњу,
3. садња садница,
4. његовање и заштита пошумљених површина.

Вјетрозаштитни појасеви. У циљу спречавања одношења честица земљишта путем вјетра и смањивања плодног слоја, те у исто вријеме затрпавања усјева на мјесту одлагања наноса, подижу се вјетрозаштитни појасеви (слика 14-2). Често су вјетрозаштитни појасеви дио агрошумарских система. Поред напријед наведених механичких оштећења, дјеловање вјетра узрокује интензивније испаравање воде из земљишта, што значајно умањује приносе. Такође, вјетар причињава велике штете разносећи снијег током зимског периода, стварајући сњежне наносе на саобраћајницама, због чега се често успорава или потпуно обуставља саобраћај. Из горе наведених разлога, као биолошка мјера борбе може се препоручити оснивање вјетрозаштитних појасева чија се основна функција може резимирати кроз:

- измјену начина и брзине струјања вјетрова,
- измјену температуре и влажности ваздуха испред и иза појаса,
- измјену температуре и влажности земљишта,
- интензитет испаравања,
- промјену генетичких процеса у земљишту,
- повећање приноса пољопривредних култура.

Уз напријед побројано, вјетрозаштитни појасеви дају дрво, стварају повољнију средину за живот дивљачи и птица, умањују трошкове у заштити саобраћајница, смањују ниво подземних вода, чувају биодиверзитет, дају допринос пејзажној разноликости, могу послужити за одмор људи (много више о вјетрозаштитним појасевима у: Лујић, 1973).

Код оснивања вјетрозаштитних појасева најважније чињенице су везане за:

1. Избор врсте
 - а. да буде дуговјечна и биолошки постојана у датим еколошким условима,
 - б. да круне буду густе и заустављају струјање вјетра, а коријенов систем јак,
 - в. да брзо расту и да брзо долази до формирања склопа,
 - г. да се брзо обнавља из сјемена и изданака,
 - д. да су по могућности воћкарице са јестивим плодовима,
 - ђ. да имају дрво које се може користити за огрев.
2. Припрему земљишта
 - а. Потпуна обрада земљишта (орање и тањирање),
 - б. Припрема рупа за садњу.

3. Садни материјал
4. Пројектовање (структура или састав) вјетрозаштитног појаса
5. Вријеме садње и садњу садница
6. Његу подигнутих вјетрозаштитних појасева.



Слика 14-2.

Примјер
вјетрозаштитног
појаса (фото:
Пушоња, 2023)

Мелиорације живих пијескова. Примјер антиерозионог пошумљавања у функцији заустављања еолске ерозије најбоље се показује на Делиблатској пешчари. Активности оснивања шума у функцији остваривања заштитне, али и производне улоге шумских екосистема, почеле су почетком XIX вијека. Пошумљавања су вршена у периоду 1818–1912. са циљем заустављања еолске ерозије и настојања да се пјешчани предјели Делиблатске пешчаре претворе у плодно земљиште. Садња је вршена претежно тополама, брезом и багремом, а мање боровима. У наредном раздобљу интензивирана су пошумљавања багремом и боровима, да би се од средине двадесетог вијека претежно пошумљавало управо овим врстама. Уз избор врста за остваривање основног циља (заустављање кретања пијескова), овдје треба додати и чињеницу да је подручје Делиблатске пешчаре екстремно угрожено подручје од шумских пожара, па је остваривање наведених циљева непосредно важно и за отпорност заступљених врста дрвећа на пожаре. У том контексту улога аутохтоних лишћара кроз избор врсте од посебне је важности (Bobinas, 2015).

14.1.1. Технологије припреме станишта за пошумљавање и садње

С обзиром на то да су крчење и припрема терена, садња садница и његовање готово исти као и код раније описаног оснивања шума, овдје ће акценат бити на специфичностима припреме и обраде мјеста за садњу. Управо овом фазом се стварају повољни услови за раст и развој садница, а уједно се олакшава касније извођење саме садње садница. Припремом и обрадом мјеста за садњу побољшавају се услови водног, ваздушног и топлотног режима земљишта. Припрема и обрада мјеста за садњу се може реализовати на следећи начин:

Појединачна мјеста за садњу. Раније описан метод као припрема за садњу на парцеле или „крпе” може се примјењивати на стаништима која још увијек имају задовољавајућу дубину земљишта. Овај метод је посебно подесан на мјестима гдје геолошка површина избија на површину, те је обрада ограничена на мозаичне површине гдје земљиште уопште постоји. Терен се обрађује и чисти на површинама димензија $0,4 \times 0,4$ m или $0,5 \times 0,5$ m (некада и $1,0 \times 1,0$ m) у дубини око 0,10 m. Што је подручје сувље, то су ове површине веће са циљем веће акумулације влаге. На изразито стрмим теренима ова мјеста се могу подзиђивати каменом. Углавном се ради ручно на начин да се каменита мјеста прескачу.

Ручна припрема „хелија” за садњу. Метод који је осамдесетих година дао одличне резултате у пошумљавању голети у Србији (Пештерска висораван, Ибарска клисура и др.). Поступак израде хелија се састоји у формирању јаме димензије 40×40 cm или 40×60 cm (дужа страна по изохипси). Прекопавање земљишта се врши до дубине од 30 cm, без избацивања земљишта, све у циљу конзервације воде. Из јаме се избацује скелетни материјал са којим се на доњој страни прави нека врста „сувозида” ради спречавања површинског спирања и одношења земљишта. Земљиште у „хелији” се формира у контрападу у односу на пад терена и износи 5–20%. У случају мањка земљишта исто се сакупља у непосредној близини. На овај начин се обезбјеђују повољни услови за садницу и на веома лошим станишним условима. Разлика ове методе припреме од класичне припреме копања јама јесте у томе што се обрађено тј. прекопано земљиште не избацује, већ задржава у јами, и тако конзервира влага.

Ручно копање јама за садњу. Стандардна дубина јаме је 40 cm, при врху ширине 50×50 cm, а на дну 25×25 cm. Земља се вади

ручним алатима и враћа по завршеној садњи, што је уједно и основна разлика у односу на претходни метод. Овај метод се користи на терену гдје има доста камена и стијена, што онемогућава примјену механизације. Избор мјеста за јаму је селективан (тамо гдје се може копати рупа 40 cm дубине), па је немогуће одржати правилан распоред садница. Главни недостатак овог метода је у томе што захтијева много радне снаге и користи се тамо гдје је немогуће примијенити механизацију. Јаме се могу оставити отворене у случају када се користе саднице обложеног коријеновог система.

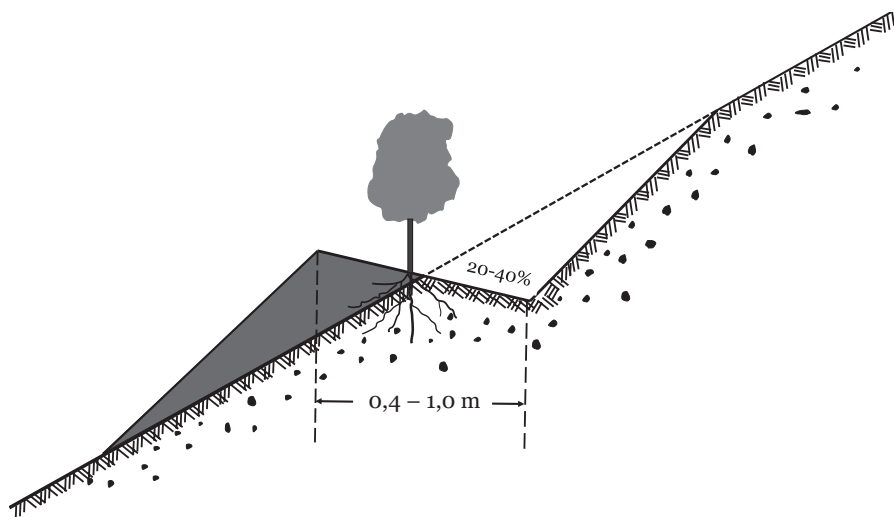
Машинско копање јама. У случају нешто повољнијег терена и дубљег слоја земљишта може се користити машинско копање јама цилиндричног облика. Користи се моторно сврдло које држе два радника или сврдло монтирано на обични трактор. Обично је у питању сврдло 25–35 cm и дубине 25–40 cm.

Израда тераса. Овај облик припреме земљишта се успјешно користи у заустављању ерозије и ретенцији (задржавању) воде на нагибима и до 80% (градони). Основна намјена је да задрже површинско отицање и тиме регулишу површинску ерозију, те обезбиједе веће количине воде садницама на дужи временски период. Ширина се креће од 0,4 m за најстрмије нагибе до 4,0 m за веома благе нагибе. Терасе се међусобно разликују по димензијама корисне површине тј. планума, по смјеру нагиба планума (у контрасмјеру главног нагиба или истог смјера мањег интензитета), те по подужном паду (потпуно паралелне изохипсама – када се жели прикупити што више воде; или са уздужним падом – када се вишак воде у вријеме интензивних падавина одводи). Терасе са нагнутим планумом су развијене углавном у сувим регионима као што су Алжир, Мароко, Тунис и сл. Отуд назив банкете (*banquettes*) и градони (*gradis*). Као добре праксе у тим државама, нашле су примјену и код нас. Контрапад планума је у циљу максималног задржавања оборинских вода и њиховог инфилтрирања у супстрат. Основна разлика између банкета и градона је у њиховој ширини. Градон је 0,4–1,0 m ширине и подужног пада 20–40%, док је банкета 1–2 m ширине и 5–10% подужног пада (слика 14-3).

Градон је италијанска ријеч и означава терасу која се израђује углавном ручно. Представља модификовану инфилтрациону банкету и спада у ред ретенционих објеката који се истовремено користе и за пошумљавање (слика 14-4). Углавном се изграђује на стрмим теренима (са нагибом до 80%) на којима се обавља пошумљавање.



Слика 14-3.
Терасирање
терена – Кина
(www.sarplaninac.info/define-terrace)



Слика 14-4. Изглед градона (извор: Ђоровић и сар., 2003)

Спецификум у садњи на тешким теренима представљају неке од вјештачки осниваних шума на подручју Херцеговине. Припрема станишта се вршила сувим зидањем, при чему је коришћен камен. Због недостатка земљишта, оно је доношено са другог мјеста. Након што се простор између сувог зида и подлоге испуни земљиштем, вршена је садња садница црног бора и чемпреса (слика 14-5).



Слика 14-5.
Садња у суво
зидане објекте
испуњене
земљом
(фото:
Петковић, 2015)

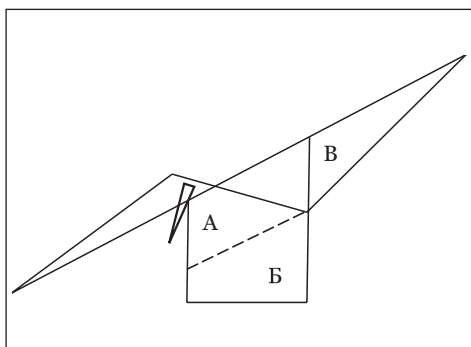
Према Ђоровић и сар. (2003), функције градона се манифестују у следећем:

- заштита од ерозије и смањење интензитета већ започетих ерозионих процеса,
- успостављање процеса обнове вегетације и процеса педогенезе на дијеловима између градона,
- повећање инфилтрације на цијелој третираној површини, чиме се смањује површинско отицање,
- сливање низ падину је регулисано, а брзина је у границама испод критичне,
- градони смањују количину наноса који се транспортује из сливова,
- повећањем инфилтрације градони обогаћују подземне воде.

Међутим, код градона у први план долази њихова карактеристика стварања повољних услова за опстанак садница у најтежим условима станишта. Они се изводе на веома стрмим, сиромашним, сувим и каменитим теренима у условима аридног климата, на јужним експозицијама гдје су инсолације дуготрајне и јаке. Ријеч је о површинама веома угроженим ерозионим процесима, гдје је слој земљишта минималан.

Као што се може видјети на слици 14-6, усјек се ради у нагибу 1:1, а насип 1:1,5. Међутим, код нагиба већих од 40% тешко је извести нагиб доње шкарпе и у нагибу 1:1, па се у таквим случајевима доња шкарпа подзиђује бусеном или каменим сувозидом или плетером.

Прво се ископани материјал из слоја „А” пребацује на страну изнад рова. Затим се копа слој „Б” и ископани материјал пребацује на падину испод рова. Овим је ров ископан, па се земља из слоја „А” са горње падине рова враћа на дно рова, преко које се набацује земља слоја „Б” из формирања горње шкарпе. Најзад, земља из слоја „Б” користи се за формирање планума и доње шкарпе (Лујић, 1973). Важно је још једном истаћи да је контрапад планума 20–40% (обично 30%) у односу на генерални нагиб терена. Овај контранагиб спречава даље ерозионе процесе, лако конзервира влагу те мијења микроекспозицију, чиме се смањује инсолација, а тиме и исушивање земљишта. Изглед израђених градона приказан је на слици 14-7.



Слика 14-6. Начин израде градона



Слика 14-7. Градони
(фото: Sivacioglu, 2018)

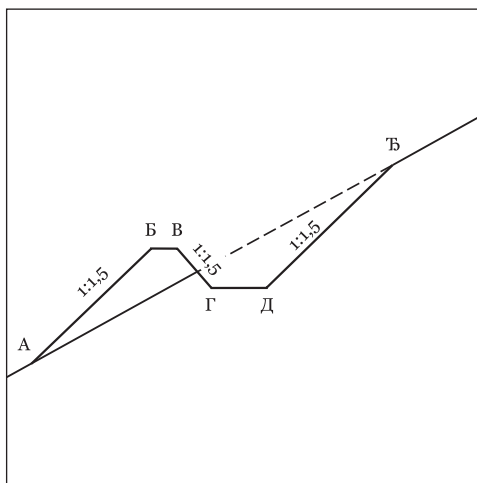
Изворна литература препоручује потпуну хоризонталност по дужини градона, мада се може радити у подужном паду од 0,5%. Растојање између градона је ствар прорачуна на основу бројних елемената, као што су висина максималних дневних падавина, коефицијент водопропустљивости, коефицијент вегетационог покривача, просјечни нагиб терена, као и сами елементи градона – ширина и дубина.

Контурни ровови или ретенциони јаркови израђују се испрекидано дуж изохипси. Обавезно се пројектују према количини воде која се очекује, да не би дошло до преливања воде из горњег у доњи јарак. Њихова предност је у томе што задржавају нанијети хумус и повећавају упијање воде у земљиште. Контурни ровови треба да приме одређену количину воде која се слива, а други дио воде се лагано одлива у страну без преливања преко насипа. Сваки поједини ров копа се без прекида дуж изохипсе, са хоризонталним дном. Ископана земља се одбацује на доњу страну, и од ње се формира насип. Ров мора да се са обе стране надовезује на одређене увале, вододерину или шуму,

тако да се вишак воде у подужном правцу излије у њега. На одређеном растојању сваки ров је раздвојен попречним насипима, који су нешто нижи од уздужног насипа (слике 14-8, 14-9).

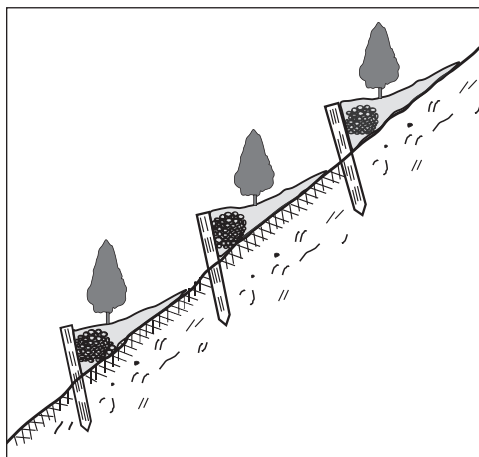


Слика 14-8. Израда контурних ровова (Crozier, 1986)



Слика 14-9. Попречни пресјек рова (Ratknić et al., 2007)

Помоћни објекти у припреми мјеста за садњу. На стрмим нагибима потребно је подизање доње шкарпе (подзиде) од камена, плетера или габиона. Често се користи камен као сувозид, чија висина зависи од нагиба терена. „Рустикалне преграде” као попречни објекти до висине 1,0 m имају улогу да зауставе кретање земљишта (често у форми клизишта) и формирају „заплав” који се користи за садњу садница. Граде се од камена који се налази на лицу мјеста или се доноси са стране. „Плетери” представљају низ коља које се повезује пружем од дна до врха. Постављају се попријеко на вододерину и укопавају у дно 0,5–0,6 m. Могу бити „живи” и „неживи”, у зависности од врсте дрвета која се користи. Фашине представљају повезано снопље шибља врбе, брезе, лијеске, јове и других лишћара. Снопље се увезује у ширини 30 cm у пречнику и дужине је 4–5 m. Овако формирана фашина се фиксира кочевима гдје се праве преграде у јаругама (слике 14-10 и 14-11).



Слика 14-10. Фашине у пошумљавању еродираних терена (извор: Ђоровић и сар., 2003)



Слика 14-11. Фашине постављене на терену (фото: Sivacioğlu, 2018)

Габионски објекти су жичане корпе са испуном од камена, а раде се у облику кутија. Слагањем „камених кутија” веома се брзо зауставља даља ерозија. Често се користе уз саобраћајнице заустављајући одроне и клизишта. Много више детаља на тему пројектовања, израде, садње, одржавања, као и предности и недостатака израде свих напријед наведених објеката у функцији стварања повољнијих услова за раст и развој садница, кроз курс и литературу може се наћи у области система антиерозионог пошумљавања.

14.2. Биолошка рекултивација површинских (рудничких) копова

При експлоатацији руда (посебно површинских копова), камена или пијеска настају велике количине отпада (јаловине), који се одлаже углавном у непосредној близини откопавања. Управо те површине могуће је после коришћења вратити у првобитно стање или стање приближно оном прије експлоатације. То је сложен поступак техничких, мелиоративних и биолошких мјера које су усмјерене на рекултивацију земљишта и образовање вегетације првенствено заштитног карактера. Процес формирања новог земљишта на овим површинама јако је дуг. Зато, избор одговарајућих рекултивационих мјера треба да допринесе оптималном искоришћењу површина кроз одабир одговарајућих врста и нижих таксономских јединица у подизању нових шума, уз насто-

јање да се обим најјкупљих операција у процесу рекултивације (а то су навожење новог слоја земљишта и спречавање његове ерозије) сведе на минимум.

Пројектна рјешења рекултивације могу бити широке лепезе по облику, методама и правцима на различитим коповима, при чему се као најчешћи правци и методе биолошке рекултивације издвајају следећи:

- пољопривредна рекултивација,
- шумарска рекултивација,
- рекултивација заснивањем биоенергетских плантажа,
- рекреационо-туристички садржаји са воденим површинама,
- рекултивација кроз посебне намјене простора (изградња и сл.) (Малић и сар., 2023).

При истраживању типа и правца рекултивације, пошумљавање рудничких техногених земљишта и деградираних површина заузима 59% укупног обима проведене рекултивације (Малић и сар., 2010).

Покретање процеса рекултивације површинских копова има више позитивних ефеката, од којих се истичу:

позитивни еколошки утицаји:

- повећање степена шумовитости пошумљавањем деградираних земљишта услед рударских радова, као и напуштеног и маргиналног пољопривредног земљишта,
- обнављање шума и шумских пејзажа,
- повољан утицај на заштиту водног режима,
- повољан утицај на микроклиматске услове и ублажавање климатских екстрема;

позитивни социјални утицаји:

- запошљавање локалног становништва на пословима производње биомасе,
- сезонско запошљавање становништва на садњи, производњи садног материјала, њези нових засада и др.,
- нове могућности за задржавање становништва у сеоским подручјима,
- стварање бољих природних услова за живот;

позитивни економски утицаји:

- производња и потрошња енергије на локалном тржишту обезбјеђује да се приходи и расходи реализују на нивоу локалне заједнице,
- производе се додатне количине дрвета из нових засада и др.

Скраћивање процеса формирања земљишта кроз депоновање и навожење слојева земљишта уз подизање одговарајућих култура изузетно је скупо и процјењује се на око $90.000 \div 100.000$ КМ по хектару. Процјена цијене оваквих активности није сложена, за разлику од поступка процјене користи (добити), који је веома сложен.

Поступак рекултивације се обично дијели у двије фазе: техничку и биолошку рекултивацију. Техничка рекултивација подразумева транспорт јаловине, њено одлагање и морфолошко обликовање (слике 14-12 и 14-13). Она за циљ има потпуну припрему терена за биолошку рекултивацију. Према Вујићу и сарадницима (2009), техничка рекултивација обухвата:

- нивелисање и обликовање површина на коповима и одлагалиштима,
- ублажавање нагиба и обликовање косина,
- осигурање косина од обрушавања комада стијена,
- откопавање, утовар, транспорт, наношење и равнање плодног или погодног земљишта за биолошку рекултивацију,
- уклањање посљедица евентуалног слијегања одложених маса на одлагалиштима,
- земљане радове за изградњу комуникација,
- изградњу система за одводњавање рекултивацијом обухваћеног предјела.

Биолошка рекултивација има за циљ да на деградираном терену



Слика 14-12.
Радови на
техничкој
рекултивацији
и стабилизацији
завршних
косина (фото:
Малић, 2021)



Слика 14-13.
Агротехничке
мјере у
рекултивацији
депосола,
примјена НПК
ђубрива и
допунска обрада
површинског
слоја техногеног
земљишта
(фото: Малић,
2020)

ублажи негативне посљедице „индустријских” активности уношењем биљака са циљем стварања хумуса у земљишту и побољшања квалитета земљишта на коме се кроз вријеме успоставља трајна вегетација. Засађене биљке имају позитиван утицај на педогенетске процесе и стварање земљишта са повољним физичко-хемијским својствима у што краћем временском року.

За потребе рекултивације девастираних станишта насталих рудничком експлоатацијом веома је значајно познавање вегетације датог подручја, и то:

- а) исконске (оне која се ту налазила прије девастације),
- б) данашње (рецентне или реалне), било да је она остатак исконске вегетације, или представља стадијум у примарној или секундарној сукцесији на измијењеном станишту,
- в) потенцијалне, тј. вегетације која би се у извјесном временском периоду, без даљих поремећаја изазваних рудничким активностима, у процесу упоредног развоја земљишта и вегетацијске сукцесије развила до коначног стадијума и ту задржала као климаксна вегетација.

Исконска вегетација нам омогућава да процијенимо у ком правцу ће се одвијати сукцесија вегетације – од реалне до потенцијалне, ако еколошки фактори нису претјерано измијењени и ако нема интензивнијег дјеловања човјека. О исконској вегетацији можемо закључивати на основу реалне вегетације околних подручја са сличним еколошким

условима која нису била под утицајем рудничких активности. Ако су еколошки фактори рудничким активностима и осталим антропогеним утицајима јако измијењени, сукцесија се неће кретати према некадашњој (исконској) вегетацији, него према некој другој, квалитативно другачијој. До закључака о правцу кретања сукцесије може се доћи већ на основу анализе реалне вегетације, тј. почетних стадијума примарне или секундарне сукцесије.

Ако се одлучимо да развој вегетације не препустимо спонтаним природним процесима сукцесије (који могу бити спори и дуготрајни), него се окренемо подизању засада, познавање вегетације – и сљедствено, еколошких услова одређеног подручја – помаже нам при одабиру врста за садњу и мелиоративних мјера које ће на најбољи начин искористити потенцијале станишта те нове екосистеме уклопити у природни амбијент. Такође, успјешност процеса биолошке рекултивације пошумљавањем зависиће од квалитета садница и одабира врста које су пренесене на терену. Посљедице коришћења неадаптираног, неадекватног и недовољно кондиционираног садног материјала јесу мали опстанак садног материјала на терену, успорен раст и смањење толерантности на негативне биотичке и абиотичке утицаје.

У првој генерацији обично се избор врста своди на пионирске врсте дрвећа са малим захтјевима према станишту (посебно осиромашеном земљишту). Касније, са поправком квалитета земљишта сукцесивно се уводе економски интересантније врсте дрвећа, од којих се у пуној зрелости може очекивати и економска добит.

Према препорукама за производњу садног материјала при рекултивацији у Србији, Веселиновић и сарадници (2010) наводе потребу за производњом и коришћењем контејнерских садница за потребе пошумљавања депосола. Овај садни материјал требало би да је прошао кроз све три фазе раста садница у контејнерима: иницијалну фазу, фазу убрзаног раста и фазу очвршћавања (Landis et al., 1998). Такође, препоручују се контејнери већих запремина, како би садница послје пресадње имала значајну количину супстрата. Истовремено, наводи се потреба да се прије садње на подручјима гдје нема довољно воде у супстрат уносе органски полимери, суперапсорбенти влаге који имају способност да акумулирају количину воде неколико десетина пута већу од њихове запремине (више о овим материјалима у сљедећем наслову).

Густина садње варира и може да се креће $2.000\text{--}5.000 \text{ сад} \cdot \text{ha}^{-1}$, зависно од услова средине. Садња се врши у јаме нешто већих димензија, $50 \times 50 \text{ cm}$, на мјестима гдје се вода не задржава на површини или на бразде на мјестима гдје се вода задржава. Препорука је да се јаме

пуне земљом којој је додат стајњак у количини од 2 kg и НПК (15:15:15) у количини од 50 грама по садници. Такође, на површинама гдје је киселост земљишта мања од 4,5 треба вршити калцификацију земљишта (Mataruga i sar., 2016).

Примјер радова на биолошкој рекултивацији која је спроведена у руднику Станари и изглед површине након рекултивације приказани су на сликама 14-14 и 14-15.



Слика 14-14.
Пошумљавање
косина (Малић,
2022)



Слика 14-15.
Изглед
површине
након обављене
рекултивације
(Малић, 2022)

Плитки, површински коријенови системи углавном омогућавају мрежно „биоармирање” плићег површинског дијела профила врстама као што је нпр. бијели јасен. При избору дрвенастих врста са плитким коријеновим системом треба узети у обзир утицај дејства вјетра на њихову стабилност (нпр. смрча). У случају вјетроизвала стварају се услови за критичне вриједности фактора сигурности. Присуство срцастог коријеновог система на геоерозионом профилу, као што је то случај са дуглазијом и бијелим бором, чини да земљиште буде густо прожето испреплетаним скелетним, секундарним и фиброзним жилама, на већој дубини и да се понаша попут „армиране масе”. Срцастим корјеновим системом у ствари се постиже својеврсно „биоармирање” на већој дубини. Биоармирање срцастим корјеновим системом знатно утиче на смањење, па чак и елиминисање процеса унутрашње ерозије код прашинасто-пјесковитог земљишта, стварајући при том специфичну хомогену биолошки армирану масу (Gajić, 2005).

14.3. Оснивање шума у аридним условима

Све чешће није довољно ископати мјесто за садњу и правилно посадити садницу, него је потребно поспјешити процес превазилажења шока пресадање и развоја саднице у првим годинама након садње. Стога се настоје изнаћи нова рјешења у самом процесу садње или непосредно након садње. При томе се користе различите врсте спороотпуштајућих ђубрива, хидрогелова, прекривача земљишта и сл. (Cvjetković & Mataruga, 2020).

Техника и технологија пошумљавања ерозијом угрожених земљишта, брдско-планинских подручја и ксеротермних станишта значајно се мијењала кроз вријеме. У почетку је углавном преовладавало класично ручно пошумљавање. Ова релативно примитивна техника је касније под разним климатским условима знатно промијењена, а све у циљу поједностављења рада и већег успјеха пошумљавања. Кроз вријеме су се мијењали алати, начин транспорта и садње садница. У влажнијим регионима промјене су биле усмјерене на смањивање димензија јама за садњу, чиме је појефтинио рад на пошумљавању уз задовољавајући пријем, раст и развој садница. У овом периоду се користила обична техника, тј. локална радна снага, локални расадници и класични ручни алати.

Правилан избор врсте у пошумљавању аридних услова треба да обезбиједи следеће:

- усклађеност станишних услова и биолошких особина врсте,
- подесност врсте за остварење постављеног циља газдовања,

- утицај дате врсте на поправак станишних услова,
- брз прираст у младости, нарочито у висину,
- отпорност према оштећењима,
- минималне трошкове пошумљавања и др.

Правилан избор врста посебно је значајан приликом пошумљавања голети, тј. у пошумљавању аридних терена. На оваквим мјестима природни услови су веома измијењени, нарочито климатски и услови земљишта. Пошто би некадашња вегетација ту веома тешко успијевала, на оваквим теренима се мора радити поступно, при чему у првој фази треба користити познате провенијенције пионирских врста, које могу мање или више утицати на поправак деградираног станишта. Овако основани засади, када обаве своју првобитну функцију, могу бити замијењени одговарајућим провенијенцијама вреднијих врста дрвећа (Ђоровић и сар., 2003).

Треба користити ксерофилне врсте дрвећа, врсте којима је потребан минимум воде за опстанак. Овакве биљке имају развијене различите механизме адаптације на сушу. Приликом одабира врсте за пошумљавање предност треба дати домаћим. Унесене врсте некада могу примити инвазивни карактер, због чега треба бити опрезан. Такође, уношењем садног материјала могу се пренијети патогени, који угрожавају опстанак неких домаћих врста. Одабрана врста дрвећа може бити угрожена различитим негативним утицајима биотичке или абиотичке природе. Наиме, станишни услови могу у потпуности одговарати одабраној врсти, међутим, ако се приликом гајења јаве одређене штете узроковане шумским пожарима, сушом, каламитетима штетних инсеката и др., постављени циљ газдовања неће бити остварен. Због тога треба тежити стварању мјешовитих, разnodобних засада који су далеко стабилнији и отпорнији на наведене штетне утицаје.

Након избора одговарајуће врсте за пошумљавање, битно је одабрати квалитетан садни материјал. Фактори који утичу на преживљавање и опстанак садница су:

- морфолошке особине садница,
- тип садног материјала,
- способност регенерације,
- провенијенција прикупљеног сјемеа,
- отпорност садница на мраз,
- отпорност на патогене и др.

Веома важна особина квалитета садног материјала јесте провенијенција прикупљеног сјемеа, од којег ће се производити садни материјал за пошумљавање (Mataruga, 2006).

У припреми станишта за садњу садница, као и током садње и послије садње, у циљу већег успјеха оснивања шума на овим теренима могу се примјењивати сљедеће технике и материјали:

- малчирање,
- различити облици прекривача,
- геосинтетичке мреже,
- заштитни панели,
- Вертивер технологија,
- полимери,
- спороотапајућа (спороотпуштајућа) и „паметна” ђубрива,
- биоразградиве посуде за акумулацију воде,
- системи наводњавања и сл.

Много детаљније информације о сваком материјалу и техници налазе се у поглављу 16 – Нове технологије у оснивању шума.

14.4. Фиторемедијација

Фиторемедијација (од грчке ријечи *φυτο* (фито), што значи „биљка”, и латинске ријечи *remedium*, што значи „враћање равнотеже”) је сте технологија која користи биљке у сврху прочишћавања загађених вода и земљишта, гдје није потребно да се земљиште које је загађено копа и одвози негдје другдје. То је релативно нов процес (примјена је почела осамдесетих година XX вијека) која се примјењује, у првом реду, за санацију земљишта онечишћеног тешким металима. Она се базира на коришћењу виших биљака у процесима чишћења загађене околине. Фундаментална и примијењена истраживања су недвосмислено показала да одабране врсте биљака имају способност да уклоне, метаболишу и имобилишу широк спектар контаминената.

Посљедице загађивања широм свијета елементима као што су различити метали, пестициди, растварачи, експлозивни и сирови нафта и њени деривати ублажени су примјеном фиторемедијације. Многе биљке су показале да могу да буду успјешне у хиперакумулацији загађивача на токсичним отпадним мјестима. Фиторемедијација се сматра као чиста, економична и еколошки позитивна технологија, за разлику од механичких метода чишћења, као што су ископавања земљишта или пумпање загађених подземних вода.

Кључна питања у фиторемедијацији су:

- процјена подобности фиторемедијације за одређено мјесто и утврђивање одговарајућих биљака за дате загађиваче, концентрације, циљне дубине, тип земљишта, климу,

- израда одговарајућих шема и процедура за праћење напретка у санацији,
- дизајнирање оптималног система и
- предикција колико времена треба за реализацију.

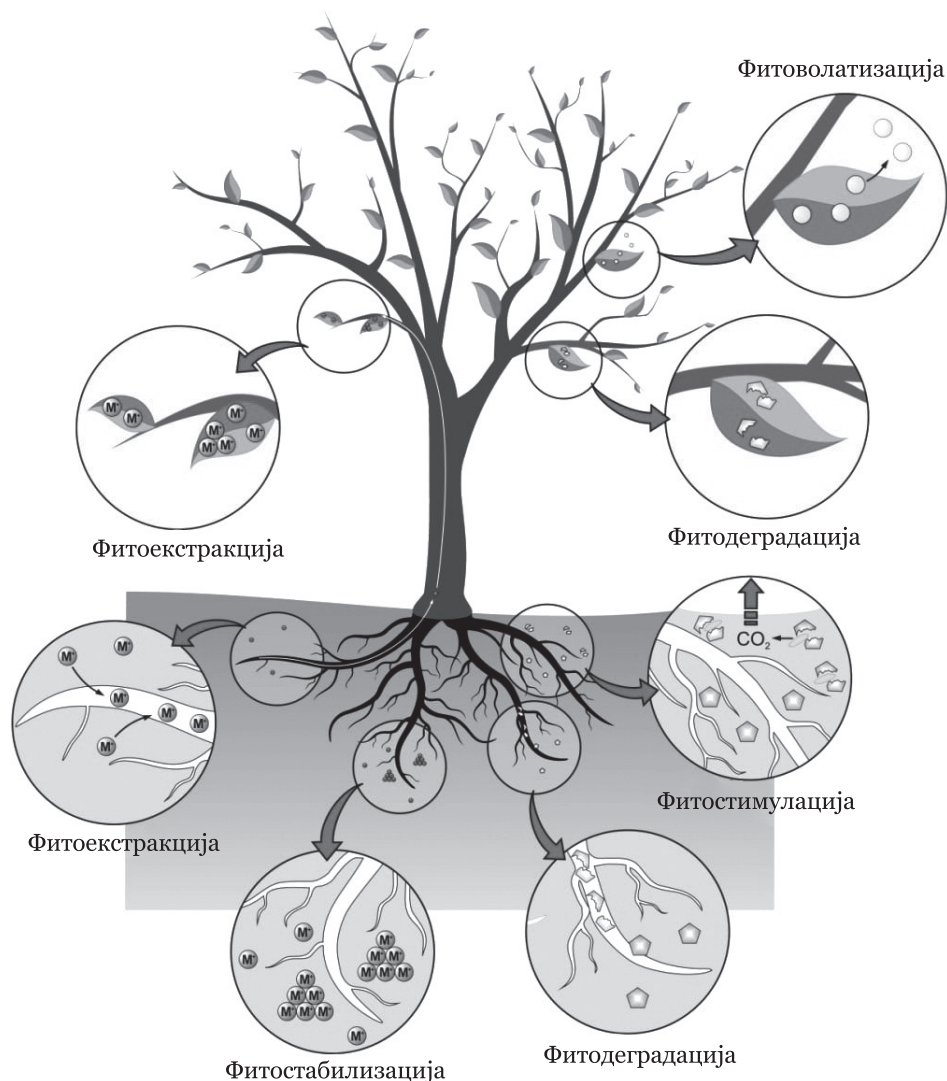
Фиторемедијација је, дакле, еколошки безбједна и релативно јефтина метода уклањања тешких метала из земљишта. Међутим, превелика концентрација загађивача или њихова предубока транслокација, узевши у обзир вријеме које је потребно да се санација спроведе до краја, не чини баш све тако једноставним. Зависно од врсте загађивача, мјеста контаминације, количине загађивача и типа биљке, разликујемо шест типова фиторемедијација:

1. фитостабилизација,
2. фитофилтрација,
3. фитоекстракција,
4. фитоволатизација,
5. фитодеградација и
6. ризосферна деградација (слика 14-16) (Pivetz, 2001; Prasad & Freitas, 2003).

Фитостабилизација је тип фиторемедијације у којем биљка коријенским системом, механизмом стварања комплекса, стабилизује загађиваче и задржава их на одређеном подручју.

Биљке које расту на загађеним локалитетима служе као покривач који редукује ерозију вјетром и водом, а тиме и директни контакт контаминената са животињама. Такође, спречава вертикалну миграцију контаминената у подземне воде и физички и хемијски имобилизује контаминенте. Биљке које се користе у овој технологији толерантне су на велике количине тешких метала, имају високу способност продукције коријенске биомасе и могућност везивања полутаната на коријен. Овом се методом најчешће санирају земљишта контаминирана минама и минским експлозијама.

Фитостабилизација је посебно примјенљива за ремедијацију металних контаминената (олово, хром, жива, кадмијум, арсен), који се нужно не разграђују, па је задржавање контаминената *in situ* често најбоља алтернатива. Метали у зони коријена могу бити стабилизовани мијењањем из растворљивог у нерастворљиво оксидационо стање, кроз реципитацију посредовану коријеном. За разлику од других техника фиторемедијације, циљ фитостабилизације није уклањање контаминената са локалитета, већ њихова стабилизација и смањење ризика за здравље и околину.



Слика 14-16. Типови фиторемедијације (извор: Favas et al., 2014)

Фитофилтрација (ризифилтрација) се користи у виду пречишћавања у воденом медијуму принципом ризосферне акумулације. Користи се за пречишћавање отпадних вода, канализација и слично. Коријенски ескудати и промјена рН ризосфере могу узроковати таложење полутаната на спољашњу површину коријена. Контаминенти могу остати на коријену, унутар коријена или могу бити премјештени у друге дијелове биљке, зависно од контаминента, његове концентрације и биљне врсте.

Ризофилтрација и фитоекстракција су сличне по томе што свака резултира акумулацијом контаминената у или на биљци. Међутим, при ризофилтрацији ова акумулација се врши у коријењу или у биљним дијеловима изнад воде, док се за ефикасну фитоекстракцију акумулација врши у надземним дијеловима, не у коријену. Поред тога, ризофилтрација се разликује од фитоекстракције по томе што се акумулишу контаминенти из водене средине, рјеђе они из земљишта. Ризофилтрација је генерално примјенљива за третирање великих количина воде, са ниским концентрацијама контаминената, примарно метала и радионуклида.

Фитофилтрација је врло перспективан начин санације уколико загађења не прелазе одређене габарите, релативно јефтина, али неефикасна кад су штетне материје дубље од ризосфере или кад су у органометалном облику. У овој методи најзначајније врсте су врбе и тополе. Примјена ризофилтрације још увијек је у пробној фази.

Фитоволатизација је уклањање контаминената из земљишта или воде коријенским системом, њихов транспорт у листове и волатизација (испаривање) у атмосферу преко стома. Фитоволатизација је примарно процес уклањања контаминената из подземне воде или воде у земљишту и њиховог трансфера у атмосферу. Са друге стране, метаболички процеси унутар биљке могу промијенити форму контаминената, у неким случајевима трансформишући га у мање токсичне облике. На примјер, биљке су способне да апсорбују елементарне облике неких тешких метала, као што су арсен и жива из земљишта, биолошки их конвертују у гасовити облик и ослобађају у атмосферу.

Предност ове методе је у томе што она најмање ремети локалитет (минимум ерозије) и што није потребно одлагати контаминирани биљни материјал. Са друге стране, пошто фитоволатизација узрокује пренос контаминената у атмосферу, постоје ризици од миграције волатизованих контаминената у друге екосистеме и угрожавања људског здравља. Стога она није примјенљива на мјестима која омогућавају брзу депозицију волатизованих једињења.

Фитоекстракција је најшире призната технологија фиторемедијације. Термини фиторемедијација и фитоекстракција понекад се неправилно користе као синоними, али фиторемедијација је концепт, док је фитоекстракција специфична технологија. Механизам који је назван хиперакумулација јесте процес усвајања метала од стране биљака те њиховог редистрибуирања до надземних, жетвених дијелова биљке. Биљке које се користе у овој методи називају се хиперакумулатори. Овакве биљке морају имати способност да производе велике

количине надземне биомасе, способност усвајања велике количине тешких метала надземним дијелом, отпорност на пестициде, те бити непримамљиве као карика у хранидбеном ланцу. Ова метода је, са економског и еколошког аспекта гледано, најповољнија, но дуготрајност извођења остаје највећи проблем.

Фитоекстракција генерално није разматрана за усвајање органских полутаната или нутријената од стране биљака, све док ови могу у биљкама бити метаболисани, промијењени или волатизовани, што спречава њихову акумулацију. Међутим, неке студије су показале да постоји акумулација непромијењених органских контаминената у надземним дијеловима биљака. Фитоекстракција је примјенљива за ремедијацију великих земљишних области које су контаминирани ниским и средњим нивоима металних полутаната.

Фитодеградација обухвата усвајање, метаболисање и деградацију контаминената унутар биљке или деградацију контаминената у земљишту, седиментима, муљним наслагама, подземним или површинским водама, учешћем ензима које биљке синтетишу и ослобађају у ризосферу, гдје они испољавају активност у трансформацији контаминената. Ова метода не зависи од активности микроорганизама повезаних са ризосфером. Контаминенти који се уклањају фитодеградацијом обухватају органска једињења, као што су експлозивни, хлорисани раствори, инсектициди и неоргански нутријенти.

Ризосферна деградација, као и фитодеградација, укључује ензимско разлагање органских полутаната до мање токсичних продуката или њихову потпуну минерализацију до нивоа CO_2 и O_2 , с том разликом што овај процес зависи од микроорганизама земљишта.

Преко коријеновог система биљке у земљиште лучше различите ескудате који често одређују величину и разноврсност популације микроорганизама у земљишту око коријена (ризосфери) или у микоризи. Биљке својим коријењем, такође, мијењају геохемијске услове земљишта (pH, садржај воде, аерацију, транспорт воде и нутријената, температуру, структуру), често стварајући повољнију средину за земљишне микроорганизме. Зато је ризосферна деградација често позната као фитостимулација или биљкама потпомогнута биоремедијација. Биљни ензими који трансформишу органске контаминенте лучше се и активирају врло близу коријена. Микроорганизми близу коријена (бактерије, гљиве и актиномицете) имају јединствене ензиматске путеве који помажу у деградацији органских контаминената.

Као и друге методе фиторемедијације, и ризодеградација има недостатака. Стимулација ризосферних микроорганизама не води уви-

јек ка повећању деградације контаминената, јер се могу активирати популације микроорганизама који не учествују у овом процесу. Компетиција између биљака и микроорганизама такође може утицати на резултат биодеградације.

Креирање фиторемедијацијских система варира у зависности од загађивача, услова на загађеним мјестима и нивоа потребног чишћења. Детаљна карактеризација загађеног мјеста треба да пружи потребне податке да би се могла пројектовати било која врста ремедијацијског система. Подаци о загађености ће обезбиједити информације потребне за пројектанта да развије правилно функционисање система. Пројектантска разматрања обухватају:

- ниво загађења,
- избор садног материјала,
- третирање,
- наводњавање и одржавање,
- снимање зона подземних вода и стопа испаравања,
- стопу загађења и вријеме потребно за прочишћавање.

Ниво загађења. Током фазе карактеризације загађеног мјеста одређује се ниво концентрације загађивања. Висок ниво контаминације може елиминисати фиторемедијацију као опцију. Биљке не могу да третирају све загађиваче. Састав органских једињења и степен адсорпције су важни фактори у фиторемедијацији. Важно је да се зна спектар загађивача који се могу третирати помоћу фиторемедијација.

Избор садног материјала. Биљке су изабране у складу са загађивачем. За фитотрансформацију органских једињења захтијева се да је вегетација брзорастућа и издржљива, да се лако одржава и седи и да трансформише загађиваче у нетоксичне или мање токсичне производе.

Третирање. Студија одржавања се препоручује прије одређивања фиторемедијационог система. Помоћу ове студије сигурни смо да ће одређени систем фиторемедијације бити успјешан. Подаци о токсичности и трансформацији се добијају путем ове студије.

Наводњавање и одржавање. Наводњавање биљака осигурава енергични старт система чак и код суше. Наводњавање неће бити потребно ако простор прима довољно падавина.

Снимање зона подземних вода и стопа испаравања. За фиторемедијацију подземних вода потребно је знати да ли ће употребљене врсте дрвећа имати ефекта, тј. да ли ће њихов коријенов систем допријети до загађеног мјеста. Стога се врши снимање зона подземних

вода и утврђује стопа испаравања. Циљ је да контаминенти дођу у контакт са коријењем вегетације која ће их упити, имобилизовати и/или разграђивати или транспортовати у надземни дио биљке.

Стопа загађења и вријеме потребно за прочишћавање.

Да би се могла процијенити могућност употребе одговарајућих врста и њихових клонова у уклањању контаминената, потребно је утврдити стопу загађености земљишта и подземних вода. Дрвенасте врсте имају своје биолошке границе до којих могу успјешно да се развију у загађеној средини а да истовремено врше функцију ремедијације. Уколико стопа загађености не спречава биолошки опстанак биљке и њене физиолошке процесе раста и развоја, бира се врста, односно нижи таксон за фиторемедијацију и процјењује вријеме потребно за прочишћавање.

Дрвеће се може успјешно користити у фиторемедијацији због његове способности да расте на сиромашним земљиштима, има дубок коријенов систем, брзу стопу раста и отпорност на метале. Захваљујући овим карактеристикама, стабла су у стању да стабилизују, екстрактују и деградирају загађиваче земљишта. У фиторемедијацији најчешће се користи дрвеће из породице *Salicaceae*, у коју спадају тополе и врбе.

Као једна од најчешће коришћених врста дрвећа у фиторемедијацији, топола има значајну улогу у ремедијацији загађених локација. Њихове предности односе се на велику производњу биомасе, брз раст, лако вегетативно размножавање и високу стопу транспирације. Тополе су добро познате као врсте дрвећа које настањују новоформирана алувијална земљишта. Током њиховог раста „веза” са подземним водама је константна због пластичности њиховог коријена. Коријен тополе формира незасићену зону (дио земље између земљишне површине и зоне засићења) изнад нивоа подземне воде како би се добила висока стопа транспирације. На овај начин, тополе дјелују као нека врста пумпи за воду јер транспиришу огромне количине воде (стабло старо до 5 година транспирише до 100 литара дневно). Да би се успоставио контакт између садница тополе и подземних вода у краћем периоду од оног што захтијева традиционални начин садње, примјењују се специјалне технике сађења које могу бити примијењене и у фиторемедијацији, нпр. дубока садња. Бољи контакт са подземном водом омогућава брже оживљавање и ранији почетак процеса апсорпције воде и контаминената.

Тополе се саде као заштитни појас дуж водотока да спријече миграцију пољопривредних загађивача преко подземних вода у ријеке и друге површинске воде. Истраживања Лихта и сарадника (1992) показала су да је концентрација нитрата у подземним водама изнад којих

су оснивани фиторемедијациони засади топола опала од $150 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ до $3 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Мјерења су вршена испред и иза редова стабала. Тополе су се показале одлично и за ремедијацију хемијског једињења трихлоретилена, које је јако опасно и који остале биљке слабо апсорбују.

Двије врсте топола, *Populus deltoides* и *Populus trichocarpa*, често су укрштане због фиторемедијације. *Populus trichocarpa* $\times$ *deltoides* има лишће које може да буде значајно веће од лишћа родитеља. Повећањем величине листа повећава се евапотранспирација ових стабала.

Тополе имају могућност да прошире своје коријење до засићене зоне и одатле могу „пумпати” подземну воду. Због способности топола да пумпају подземну воду добиле су назив „пумпе на соларни погон”. Знајући податак колики је степен ефикасности топола као „соларне пумпе”, то нам може помоћи у доношењу одлука да ли се тополе, односно специфични клонови топола могу или не могу користити за третирање одређене локације. Нажалост, пошто дрвеће зависи од количине доступне свјетлости, висина евапотранспирације ће варирати у зависности од старости стабла и врсте, као и доба дана, доба године, количине соларне радијације, те других климатских и географских фактора. Као резултат, висина евапотранспирације ће бити специфична за сваку локацију.

Врсте рода *Salix* одликују се одређеним физиолошким адаптацијама и еколошком отпорношћу и због тога су предиспониране да се користе у пројектима за заштиту животне средине у многим климатским зонама. *Salix* врсте се све више користе у заштити животне средине, показујући се као вриједан „алат” за стабилизацију поремећених предјела, фиторемедијацију, као и за контролу ерозија. Важна особина врба, као пионирке врсте, јесте њена способност да колонизује земљишта која су сиромашна хранљивим материјама као што су: тресетишта, пјешчане дине, ријечни пијесак и шљунак, а стварају симбиозу са гљивама које им дају хранљиве материје потребне за раст биљака. Основне физиолошке карактеристике које утичу на могућности заштите животне средине *Salix* врстама јесу:

- супериоран раст и продуктивност, чак и у млађој доби,
- има највећи капацитет (међу дрвенастим биљкама) да конвертује соларну радијацију у хемијску енергију у одговарајућим климатским условима,
- обимно влакнаст коријенов систем у многим врстама жбунастог типа, коријен се у већини случајева налази у горњем дијелу земљишта, у зони око 40–45 cm од површине; коријење континуирано расте од маја до октобра,

- високе стопе евапотранспирације током вегетације,
- ефикасно прихватање хранљивих материја; висок капацитет филтрирања азота, способност да олакша денитрификацију у коријенској зони,
- толеранција поплавлених или засићених земљишта и мањак кисеоника у коријенској зони,
- неке врсте врба су толерантне на повећане концентрације угљен-диоксида и метана,
- лакоћа вегетативног размножавања,
- енергичан раст изданака из коријена,
- способност да акумулирају висок ниво токсичних метала, посебно кадмијума.

Врбе су тренутно под лупом истраживања због свог потенцијала за фиторемедијацију земљишта – способност биљака за чишћење подлоге кроз хемијске и метаболичке процесе. Врбе задовољавају већину захтјева који су потребни за фиторемедијацију: брзорастуће су врсте, лако се преносе, одликују се обимним коријеновим системом и имају способност да акумулирају циљне загађиваче.

Отпорност врба на неке метале (Cd, Cu, Zn, Ni, Pb, Fe) и њихова способност да акумулирају знатне количине метала у биљним ткивима документовани су и предложена је њихова употреба за екстракцију метала. Врбе треба категорисати као акумулаторе метала, иако има ефикаснијих зељастих биљака које су хиперакумулатори метала. Постоји суштинска предност дрвенастих врста из рода *Salix* над зељастим врстама у употреби у фитоекстракцији. Зељасте биљке имају плитак коријенов систем и најчешће улазе у токове исхране у природи, што не доводи до акумулисања тешких метала, него, напротив, до њиховог даљег кружења. Способност врбе да усваја и задржава тешке метале и друге загађиваче у свом коријену и надземном дијелу, као и заустављање њихове циркулације у окружењу, од круцијалног су значаја за успјешну фиторемедијацију. Истовремено, густ коријенов систем, који продире дубоко у земљиште, висока транспирација која пружа ефикасну контролу воде у земљишту и висок капацитет за филтрирање загађивача, уз континуирани раст неких врста током цијеле сезоне, повећава потенцијал врба и ствара ефикасну биљку која усваја и фиксира загађиваче у самој биљци.

Док је способност топола да уклоне велики спектар органских загађујућих материја апсорпцијом у коријен биљака добро документована, изналазе се нови докази о ефикасности врба у апсорпцији органских загађивача. Тополе и врбе показују значајне резултате у апсорп-

цији тешких метала из земљишта и њиховој транслокацији у надземни дио биљака (Borišev et al., 2016). Пилиповић и сарадници (2015) утврдили су да тополе и врбе имају значајну моћ апсорбовања тешких метала, при чему се разлика огледа у мјесту акумулације. Цинк и кадмијум се акумулирају у листовима врста, док се хром, никл, олово и бакар фитостабилизују у коријеновом систему. Такође, ефикасност фиторе-медијације зависи од употребе клона (Pilipović et al., 2020).

Обећавајуће резултате дају врбе у санацији плитких мочварних локација контаминираних етанолом и бензином. Врбе показују могућност за ремедијацију загађених локалитета једињењима цијанида. Транспорт и метаболизам цијанида и фироцијанида од стране врба допринијели су деградацији ових загађивача у отпадним водама рудника злата.

14.5. Урбано шумарство (паркови, дрвореди, окућнице)

Урбано шумарство се данас најчешће дефинише као умјетност, наука и технологија газдовања дрвећем и шумским ресурсима унутар урбаних подручја. Ово свакако позитивно утиче на урбане екосистеме, а тиме и друштво у цјелини. Ови засади директно утичу на регулацију микроклиме градских средина, пречишћавање загађеног ваздуха као посљедице огромне количине издувних гасова и лебдећих честица, ублажавају ударе вјетра, ерозију земљишта, утичу на смањење негативних учинака оборинских вода и снижавају ниво буке у градовима. Данас се посебно истиче значај дрвећа у урбаним срединама за ублажавање климатских промјена кроз снижавања температура током врелих љетњих дана. Користи које пружају урбане шуме препознате су и у циљевима одрживога развоја УН-а из 2015. године, те њихову важност, у ширем смислу, у будућности треба посматрати кроз Европски зелени план Европске уније, који најприје кроз Стратегију за биоразноликост, а затим и кроз Стратегију за шуме подстиче повратак природи и очување нарушених екосистема.

Управљање урбаним засадама базира се на неколико важних мјера. Прва мјера је адекватан избор врста, при чему се бирају отпорне врсте које имају мање захтјеве за одржавањем и прилагођене су будућим климатским приликама. Друга мјера је повећање разноликости урбаних дрвенастих засада, како би се у случају појаве нових штетних организама или патогена или неког другог штетног дејства избјегло њихово масовно одумирање. Поред ових мјера, постоји још низ других

мјера које обухватају одабир локација за садњу, технологије садње, стабилизације посађених биљака, њихово одржавање, итд. Примјер мјере прилагођавања кроз процес избора врста у циљу очувања разноликости урбаних дрвенастих засада јесте примјена правила 10/20/30, што значи да не би требало имати више од 10% једне врсте, више од 20% истог рода или 30% примјерака из исте породице. Уз напријед наведено, код избора врста у урбаним просторима у први план треба истаћи естетску компоненту као и способност опстанка и развоја сваког стабла у изразито тешким станишним условима (аерозагађење, суша, високе лјетње температуре, бацање соли током зимских мјесеци, стално прекопавање услед честих грађевинских радова и сл.)

У дрворедима се углавном саде врсте које:

- високо расту и добро развијају крошњу,
- резистентне су према екстремним временским условима,
- подносе бочну засјену од високих зграда,
- резистентне су на аерозагађења,
- трпе орезивања крошње и коријена, као и честа механичка оштећења стабла,
- немају тешке и сочне плодове који могу угрозити безбједност људи,
- не шире неугодне мирисе и не одбацују плодове који прљају или чине клизавим површине пута или тротоара,
- отпорне су на болести и штеточине,
- немају инвазивни карактер.

Слиједећи напријед наведене критеријуме најчешће се користе: платани, јаворови, липе, дивљи кестен, брезе, бријестови, багрем, софора, јудино дрво, јаребика, кошћела, чемпреси, пачемпреси, дуглазија, оморика, смрча, борови, тиса, тује и сл.

За разлику од свих напријед наведених типова садног материјала, за потребе урбаног зеленила најчешће се користе „школоване” саднице које у расаднику проводе више година и које су готово формирана стабла. Овај садни материјал има и другачије показатеље квалитета у односу на класичан, те се његова вриједност често мјери висином саднице (најчешће су то висине 3–9 m) и пречником на прсној висини. Рупе за ове саднице су упоредиво веће (најчешће запремине један кубни метар); ту се ставља ђубриво, потом систем за наводњавање и након тога се сади садница. Због величине ове саднице се осигуравају системом различитих веза како би биле стабилне до формирања сопственог коријеновог система (слика 14-17). Много више на тему производње украсног садног материјала говори се у области сјеменарства и

расадничарства, а о садњи и одржавању урбаних засада кроз студијски програм Пејзажна архитектура.



Слика 14-17.
Изглед посађене
саднице у
дрвореду у
Бањој Луци



15. УЗРОЦИ ПРОПАДАЊА ВЈЕШТАЧКИ ОСНОВАНИХ ШУМА

Оснивање шума, нажалост, прати и појава неуспјеха у оснивању, односно каснијем пропадању тих засада. Иако се код нас константно улажу средства и напори да се произведе квалитетан садни материјал који би био способан да што лакше преживи шок пресадање и да се развије у стабло, успјех пошумљавања је и даље далеко испод задовољавајућег нивоа. На подручју Републике Српске данас се пошумљава око 600–800 хектара годишње, што није довољно и далеко је испод онога што показују званични подаци у смислу потребе пошумљавања. Истовремено, опстанак садница након пошумљавања јако је мали, а процеси попуњавања се често не спроводе у потребном обиму и примјеном одговарајуће технологије.

Када су у питању разлози за неуспјехе пошумљавања, они су деценијама исти и, према Стилиновићу (1991), категоришу се у сљедеће категорије:

1. неизбјежни губици,
2. избор неодговарајуће врсте у односу на екологију станишта,
3. избор неодговарајуће провенијенције,
4. примјена неповјерених технологија у појединим фазама пошумљавања,
5. одсуство ефикасне заштите новооснованих шума,
6. недостатак адекватних претходних истраживања,
7. недостатак планирања,
8. недовољан стручни надзор,
9. финансијски проблеми у успостављању и одржавању нове шуме.

Неизбјежни губици. То су губици са којима се мора рачунати у оснивању нових шума, чак и ако су сви еколошки параметри станишта и врсте која се пошумљава компатибилни. Појава неког временског екстрема као што су екстремно високе или екстремно ниске темпера-

туре, дужи периоди без падавина (суша), јаки удари вјетра, итд. може да доведе до одумирања садница, иако оне испуњавају све параметре квалитета. Са неизбежним губицима се мора рачунати у старту и већ при планирању оснивања нове шуме урачунати потенцијални губитак који ће се десити на терену.

Избор неодговарајуће врсте у односу на екологију станишта. Изостанак дугорочних, стратешких планова пошумљавања, који би омогућили боље планирање система надзора над појавом урода у сјеменским објектима, сакупљањем сјемена, његовом дорадом и планирањем производње садница које ће се испоручити на тачно дефинисана подручја, са дефинисаним параметрима квалитета, доводи до тога да постоји непланска производња садног материјала. Избор врсте у газдинствима често се планира на основу постојећег асортимана расадника, а не на основу реалне потребе и стања на терену. Чести су случајеви да се смрча, црни и бијели бор саде на стаништима која по својим еколошким карактеристикама више одговарају врстама као што су храстови, буква, племенити лишћари, па чак и на стаништима која више одговарају хигрофилним врстама. Погрешан избор врсте негативно се рефлектује на њен опстанак јер се обично таква врста налази ван свог природног оптимума, брзо бива „надвладана” од коровске вегетације која се налази на тим подручјима. Истовремено, чак и када врста опстане, она није у стању да у потпуности искористи потенцијал станишта за раст и развој. Непогодни услови животне средине могу да доведу до појаве физиолошке слабости стабала, њиховог оболијевања и одумирања. Штета је двострука. Изгубљена су средства за оснивања шума и изгубљен је временски период који би правилним избором врсте био искоришћен на прави начин.

У посљедњих пар година донесени су значајни стратешки документи: „Мастер план пошумљавања и газдовања шумским културама у Републици Српској”, који је пратио пројекат „Асортиман садног материјала за период 2020–2050”, засновани на научним методама одређивања врста и потребе за количином садног материјала на основу компатибилности са стаништима подесним за пошумљавање. Резултати наведених пројеката указују на потребу за прављењем снажног заокрета у погледу асортимана садница врста које се производе и саде, као и типа садног материјала, од чега већи дио треба да буду саднице лишћарских врста, са преко 50% учешћа садница контејнерског типа (Матаруга и сар., 2021).

Избор неодговарајуће провенијенције. Адекватан трансфер шумског репродуктивног материјала све више добија на значају.

Дефинишу се сјеменске зоне, а врсте се сврставају у адаптивне генералисте¹⁰ или адаптивне специјалисте¹¹, на основу чега се дефинише могућност употребе шумског репродуктивног материјала одређених провенијенција за оснивање шума на другим локалитетима. Зато се оснивају провенијенцијни тестови, са циљем да се одговарајућа провенијенција сади на одговарајућем мјесту. У овим тестовима јасно се издвајају провенијенције које се одликују слабијом адаптацијом на услове животне средине те се такве искључују из програма оснивања шума. Из таквих тестова сазнајемо како се садни материјал из различитих провенијенција понаша на другим стаништима у погледу адаптивности. То се посматра кроз призму процента опсталих садница и динамику раста и развоја и отпорности на неповољне абиотичке и биотичке факторе.

Примјена непровјерених технологија у појединим фазама пошумљавања. Пошумљавање захтијева примјену одговарајућих технологија да би било успјешно. Припрема станишта за пошумљавање се спроводи само једанпут у животу нове шуме и стога је потребно да се то уради темељно и квалитетно. То подразумева значајна улагања у уклањање претходне вегетације, чишћење површине и припрему земљишта. Врло често се у припреми станишта највише штеди. Обрада земљишта се своди на парцијалну обраду земљишта у облику „крпа” димензија $0,5 \times 0,5$ m, уз често малу дубину припремљене јаме за садњу. Примјена механизованих система за припрему мјеста за садњу као што су моторна сврдла могли би дати боље резултате у оснивању нових шума.

Неадекватна обрада земљишта такође може да представља проблем. Циљ обраде земљишта у нижим подручјима јесте прикупљање воде и побољшање услова водно-ваздушног режима. Међутим, у подручјима која су плављена, земљиште треба обрађивати тако да се формирају издигнута мјеста, а не обратно. На вишим надморским висинама припрема земљишта мора да буде мање јачине него на нижим стаништима јер није потребна значајнија акумулација воде, него само да се површински слој разрахла. Накупљање воде може да изазове појаву голомразице. Стога је технологија припреме земљишта врло битна и неадекватна технологија у припреми за садњу може да буде узрок

¹⁰ Адаптивни генералисти – врсте које имају већи адаптивни капацитет те се стога могу преносити (у еколошком погледу) на даља станишта.

¹¹ Адаптивни специјалисти – врсте које имају мали адаптивни капацитет те се морају преносити на станишта са врло сличним еколошким условима, као и станиште на којем се сакупља полазни материјал.

пропадања нових шума. Зато је добра процјена микролокације за садњу од круцијалне важности, чак и ако то значи да се морају направити мања одступања од шеме садње.

Посљедице проузоковане неодговарајућим терминима садње врло су чест разлог пропадања вјештачки основаних шума. Садња контејнерских садница омогућава нешто шири временски период садње јер је коријенов систем заштићен, обложен, и његова структура се не нарушава током садње. Ипак, уколико се садња врши у вријеме када нема довољно влаге у земљишту, такве саднице неће опстати и пројекат оснивања шуме може бити доведен у питање. Са друге стране, саднице голог коријеновог система, уколико се саде ван периода мировања вегетације, имају минималне шансе да претрпе шок пресадње и наставе нормалан раст и развој.

Примјена неадекватних метода садње може да проузрокује неуспјех код оснивања нових шума. Примјена садње под мач садница голог коријеновог система на глиновитим земљиштима може да узрокује јаку збијеност коријена услед притиска земље након садње и да се спријечи регенерација коријена у простору. Исто тако, примјена савијених садница које збијају земљиште и садња контејнерских садница такође могу да узрокују смањен пријем садница.

Одсуство ефикасне заштите новооснованих шума. Заштита нових шума од штета абиотичке и биотичке природе неопходна је мјера да би се постигао успјех у оснивању шуме. Неки од најчешћих разлога пропадања јесу: пожари, пашарење и штета од дивљачи.

Пожар је један од честих узрочника пропадања нових шума. Узроци пожара су углавном антропогени – пожари настају паљењем површина ради њиховог чишћења од корова и остатака претходне вегетације. Врло често се такви пожари неконтролисано прошире и изазивају велике штете на површинама на којима се налазе посађене саднице. Као рјешење се користе противпожарне пруге, које се начине шумским тракторима и тешким машинама тако што се око пошумљене површине скида површински слој земљишта заједно са травама и другим растињем које се ту налази. Тиме се уклања један од три основна фактора пожара – гориви материјал.

Испаша домаћих животиња такође може да представља проблем на пошумљеним површинама јер домаће животиње често гризу посађене саднице и тиме узрокују штету. Миграцијама људи са села у град проблем пашарења се смањио. Међутим, повећан је обим штета које причињавају дивље животиње на садницама. Дивље животиње, нарочито зими, када нема довољно хране, одгризају пуполке садница, кору

и гране садница и тиме чине огромну штету на садницама од којих се оне најчешће не могу ни опоравити. Као најјефикасније, али и најскупље рјешење препоручује се ограђивање, које спречава дивљач да уђе на површину која се штити. Такође, препоручује се употреба репелената, међутим, репеленти нису најпоузданији, с обзиром на досадашња искуства у пракси.

Поред наведених фактора који су најчешћи узрочник пропадања новооснованих шума наводе се присуство конкурентске вегетације, напади штеточина, биљних болести те абиотичке штете, које се могу редуковати примјеном адекватне заштите (нпр. малчирањем се спречава голомразица, итд.)

Недостатак адекватних претходних истраживања. У ери климатских промјена, истраживања отпорности врста на стрес кроз краткорочна истраживања генетичких, физиолошких и морфолошких параметара у лабораторијама или расадницима или дугорочна истраживања у тестовима на отвореном представљају основу за правилан избор врста и њихових провенијенција за оснивање нових шума. На подручју Европе основани су бројни провенијенчни тестови различитих врста, од којих су неки стари и преко једног вијека (нпр. IUFRO тестови смрче, дуглазије и бијелог бора). Детаљно су истражене многе врсте и дате су препоруке за одржив трансфер и употребу шумског репродуктивног материјала са једне локације на другу (из сјеменског објекта према објекту који се пошумљава).

Значај истраживања у шумарству у сегменту подизања нових шума најбоље илуструје законска регулатива у земљама Европске уније, гдје се подстицаји за оснивање нових шума приватним и правним лицима одобравају само уколико се користи шумски репродуктивни материјал који је у истраживањима показао одговарајуће резултате. На основу резултата краткорочних и дугорочних истраживања приступа се изради стратешких докумената који садрже мапе са правцима и смјеровима трансфера шумског репродуктивног материјала, а у складу са моделима климатских промјена.

Уколико нема резултата претходних истраживања адаптабилности врсте и екотипа, оснивање нових шума носи ризик непознанице реакције и опстанка у будућности.

Недостатак планирања. Планирање оснивања нових шума мора да буде дефинисано дугорочним плановима и програмима. Овдје се на првом мјесту ослањамо на просторне планове који на нивоу државе указују у ком је дијелу територије планирано повећање шумовитости, те гдје је планирана промјена намјене земљишта. Шумарство

је специфична област која увелико зависи од природних процеса које човјек не може да контролише. Процес производње садног материјала у расадницима често зависи од године пуног уroda. То чини да процес планирања мора да буде дугорочан. Такви планови базирају се на детаљним анализама потребних врста, количина и типова садног материјала. Наведени планови треба да имају дужи период важења, најмање једну деценију, те да покажу флексибилност у погледу просторног и временског извођења радова. Такви планови морају да уваже чињеницу да, уколико нема уroda и производње садница одређене врсте у години када је планирана садња, та активност може да се одгоди за други период, када шумски репродуктивни материјал те врсте буде доступан. У том периоду треба да се саде саднице врста које су доступне, али само на стаништима која су предвиђена за те врсте и типове садног материјала. Чест узрок пропадања нових шума се огледа у чињеници да не постоје дугорочни уговори између расадника и корисника који газдују шумама и шумским земљиштем те се саде саднице врста које су у том моменту доступне у расаднику, без обзира на то што оне нису адекватне за пошумљавање површина које су у одређеној години предвиђене за пошумљавање.

Такође, радови на транспорту, складиштењу и садњи садница треба да буду јасно и детаљно планирани. Саднице треба да се саде непосредно по транспорту из расадника или да буду ускладиштене на одговарајући начин.

Недовољан стручни надзор. У току извођења радова, неопходан је константан надзор над извођењем радова на садњи садница. Често се за пошумљавање користи радна снага која нема искуства и која није обучена за садњу садница. Процес садње садница није компликован, али постоје детаљи који морају бити испоштовани да би садња била успјешна. Појава грешака у садњи који су наведени у поглављу Методе и технике садње, потпоглављу 10.7, Правила садње, мора бити контролисана од стране шумарских стручњака. Добро засађена садница има мањи шок пресадње и брже и лакше се адаптира на нове услове средине, а тиме има предиспозиције да се брже и боље развија.

Финансијски проблеми на успостављању и одржавању нове шума. Финансирање радова на оснивању и одржавању нових шума чест је проблем у пракси. Уштеде се праве у свим активностима на оснивању шума: на припреми станишта, садном материјалу, квалитету садње, примјени стимулативних материјала (ђубрива, хидрогелови, биостимулатори и сл.) који омогућавају смањење шока пресадње и бржи иницијални раст, одржавању површине, заштити, као и на мје-

рама прореде и активностима на побољшању квалитета произведених сортимената као што је резивање грана. Посматрано кроз историју пошумљавања на нашим просторима, примјећује се да се подизање нових шума углавном сматрало трошком, а не инвестицијом, углавном због дугорочности у производњи дрвета из вјештачки основаних шума. То се рефлектује на степен издвајања средстава за оснивање нових шума те се уштеде најчешће праве на тзв. „узгојним радовима”, у које спадају све активности које се спроводе у процесу оснивања и након оснивања шума. Проблем недовољног финансирања може да узрокује неодговарајући термин садње. Финансирање оснивања нових шума има мали временски оквир (по 1–1,5 мјесец у прољеће и јесен), али често се дешава да у том периоду не буду доступна средства за те намјене или се средства алоцирају у неки други временски период, ван времена предвиђеног за активности на пошумљавању.

Квалитет шумског репродуктивног материјала. Шумски репродуктивни материјал (сјеме, саднице, вегетативни дијелови биљака намијењени за оснивање шума) одликује се генетичким, физиолошким и морфолошким квалитетом. Квалитет садног материјала, у комбинацији са добро спроведеним осталим радовима на планирању, припреми станишта, садњи и одржавању, стварају добру основу за раст и развој будуће вјештачки основане шуме. Узроци лошег квалитета садног материјала могу да буду различити: неадекватан третман у производњи садног материјала и лоши услови у расаднику, неадекватан третман садница при њиховом вађењу, складиштењу, паковању и транспорту и неадекватан рад са садним материјалом приликом изношења на терен.

Како наводи Стилиновић (1987), најчешћи узроци пропадања вјештачки основаних шума су:

- екстремно лоши услови станишта,
- погрешан избор врста, варијетета, провенијенција,
- погрешан избор типа садног материјала,
- лош квалитет садног материјала (генетички, физиолошки и морфолошки),
- недовољна припрема станишта за садњу,
- неправилно руковање садницама,
- неадекватне технике садње,
- конкуренција са конкурентским врстама,
- високе и ниске екстремне температуре,
- рани јесењи и касни прољећни мразеви,
- суша,

- голомразица,
- сњеголоми и сњегоизвале,
- вјетроломи и вјетроизвале,
- ледоломи и ледоизвале,
- град,
- пожари,
- болести,
- штетни инсекти,
- дивљач,
- глодари,
- пашарење,
- полутанти.

16. НОВЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ У ОСНИВАЊУ ШУМА

Оснивање нових шума се углавном врши у неповољним условима средине који се манифестују екстремним температурама и недостатком доступне влаге у земљишту. Све чешће није довољно ископати мјесто за садњу и правилно посадити квалитетно произведену садницу, него је потребно поспјешити процес превазилажења шока пресадње и развоја саднице у првим годинама након садње. Уз напријед наведено треба узети у обзир присутне климатске промјене, као и сценарије који нису нимало оптимистични. Стога се настоје изнаћи нова рјешења у самом процесу садње или непосредно након садње. При томе се користе различите врсте малчева, спороотпуштајућих ђубрива, хидрогелова, прекривача земљишта, итд. (Свjetković & Mataruga, 2020).

Малчирање као помоћна метода код пошумљавања. Спада у методе заштите земљишта, а састоји се у покривању површине земљишта тањим или дебљим слојем органске материје, најчешће биљне (слама, сијено, пиљевина или специјална хартија). Органска материја која се разастире по површини штити земљиште од сабијања и разарања под утицајем кишних капи, смањује брзину сливања воде низ падину (попут шушња) и спречава ерозију. Смањује испаравање земљишта и повећава његову влажност; поред тога, смањује температурне екстреме земљишта како љети тако и зими. Малчирање папиром око саднице може знатно смањити конкурентску вегетацију око саме биљке дужи временски период. Органска материја из малча се постепено разграђује и обогаћује земљиште хранљивим материјама. Обично се примјењује након првог или другог окопавања (слике 16-1 и 16-2).

Контрола ерозије и припрема станишта различитим прекривачима. Овај метод стабилизације земљишта се примјењује у многим западним земљама. Ријеч је о прекривачима различитих димензија и материјала, који се постављају на мјестима гдје су израженији ерозиони процеси, на насипима, дуж водотока и др. Њихова главна функција је да спријече нагло отицање воде, омогуће равномјерно влажење земљишта и спријече ерозију. Испод ових прекривача вегетаци-



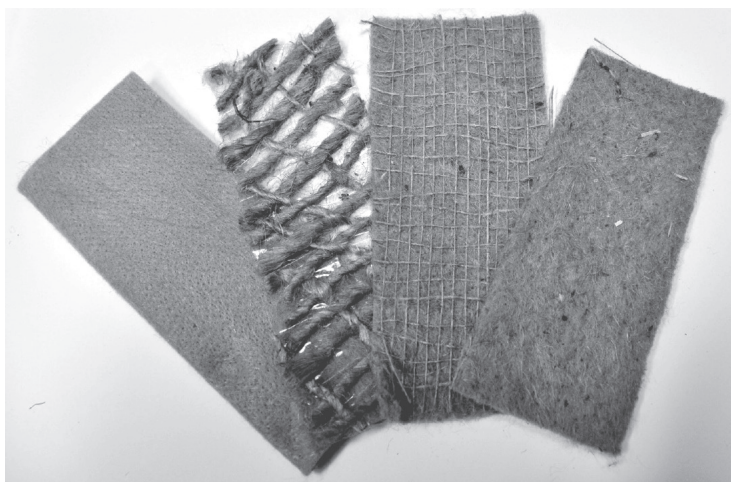
Слика 16-1. Малчирање папиром
(фото: Цвјетковић, 2022)



Слика 16-2. Малчирање сијеном
(Цвјетковић, 2022)

ја се брже развија, веже се за прекривач и додатно стабилизује терен. Могу бити израђени од природних материјала, као што су слама, разна влакна, јута, док су вјештачки материјали најчешће пластични. Углавном се испоручују у ролама, исјеченим на 3–8 m ширине. Приликом постављања на врху насипа потребно је ископати мањи канал како би се прекрио овим прекривачем, затрпао земљом и фиксирао. Веома су лагани и једноставни за постављање (слике 16-3 и 16-4).

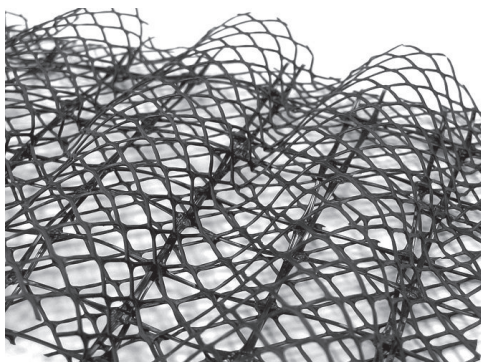
Геосинтетичке мреже. Корак напријед у борби против ерозије земљишта јесте примјена геосинтетичког плетива, направљеног од полиетилена велике густоће. Геосинтетичко плетиво се веома лако поставља и врло је отпорно на деградацију, те се може користити на изузетно стрмим падинама. Ова мрежа снажно фиксира садницу и омогућава јој несметан раст и развој. Након само неколико мјесеци коријење се испреплиће са плетивом и додатно устabili земљиште. Неке од предности примјене геосинтетичких плетива су: економично рјешење у борби против ерозије, велика ефикасност задржавања земљишта, лако прилагођавање свим земљиштима, ефикасна заштита од момента постављања, лако постављање, плетиво се одликује великом флексибилношћу те лако пријања за површину падине (слике 16-5 и 16-6).



Слика 16-3.
Разни типови
прекривача
(извор: www.intdecorgrup.com)

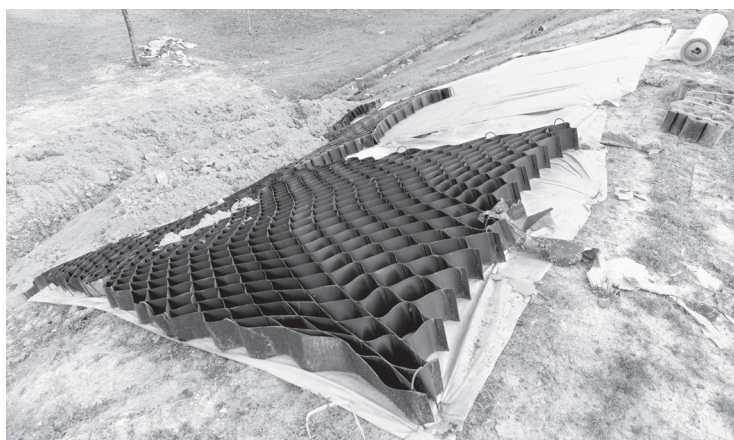


Слика 16-4.
Примјер
постављања
прекривача
(извор: www.sisall.br>biomantas-de-sisal)



Слика 16-5. и слика 16-6. Разни типови геосинтетичких мрежа
(извор: www.geosyntheticsworld.com)

Заштитни панели (WERKOS WEB). Ови панели изгледом подсјећају на пчелиње саће, произведени су од полиетилена високе густине. Испоручују се у панелима различитих димензија. Панели се рашире по подлози и сидрима причвршћавају за подлогу. Панели се међусобно причвршћавају спојницама, док би на мјестима гдје су панели међусобно спојени пожељно било поставити сидра и на тај начин ојачати спој. Прије самог постављања панела потребно је уклонити разне неравнине и сав покривач који би сметао приликом постављања, затим прокопати јарак за сидрење на врху и уз само дно насипа. Након што су панели постављени и причвршћени за подлогу, приступа се њиховом пуњењу. За пуњење се може искористити претходно ископана земља, као и пијесак или било који други материјал. Панели се пуне одозго према доле, након чега се нанесени материјал равномјерно расподијели и добро утаба (слика 16-7).



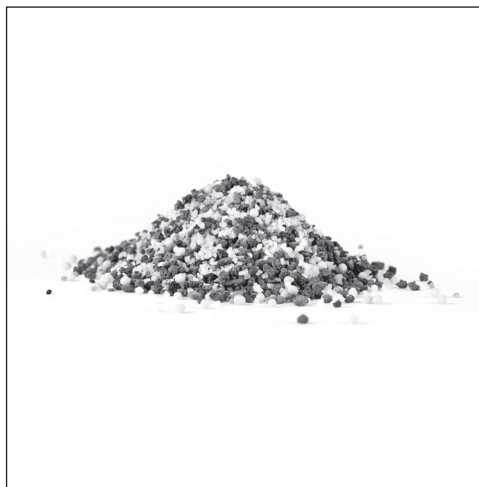
Слика 16-7.
Заштитни
панели (извор:
www.movea.com.tr)

Вертивер (VERTIVER) технологија. Употреба вегетације за контролу ерозије и стабилизацију терена присутна је од давнина, међутим, њена популарност у задње вријеме знатно је порасла. Треба нагласити да се ради о биљци која по ботаничкој класификацији спада у траве, али је њено дјеловање у заштити земљишта од ерозије вишеструко веће од обичних трава. Ријеч је о трави брзог раста, са изузетно великим коријеновим системом, који се веома дубоко укорјењује и веже земљиште. Осим својих јединствених морфолошких особина, ова трава је врло толерантна на неповољне услове узгоја, као што су екстремне рН вриједности земљишта (3–10,5 рН), температурне екстремне и токсичност ваздуха и земљишта. Вертивер технологија укључује правилну употребу ове биљке у контроли ерозије и наноса, контроли пољопривредног земљишта, ублажавању поплава и сл. У случају када је потребна стабилизација и очување терена у што краћем временском периоду, онда ова трава има апсолутну предност (слика 16-8).



Слика 16-8.
Вертивер
(Vertiver)
технологија у
борби против
ерозије
земљишта
(извор: [www.
appropedia.org/
images](http://www.appropedia.org/images))

Хидрогелови или полимери (слика 16-9) су производи који имају могућност да усвајају воду и да је задржавају, потом отпуштају када је биљкама потребна. Њихова употреба приликом пошумљавања сушних подручја представља нешто ново код нас. Хидрогелови могу да се додају у земљиште, у профил јаме у којој се врши садња (слика 16-10). Предност хидрогелова је њихова биоразградивост (функционишу на бази скроба), не остављајући никакве последице по животну средину, те стога имају велику употребу у разним гранама привреде (Petrovčić & Pilipović, 2011). Моћ задржавања воде траје до оног момента док се хидрогел у потпуности не разгради.



Слика 16-9. Хидрогел
(фото: terracottem.com)



Слика 16-10. Употреба хидрогела
приликом садње
(фото: Цвјетковић, 2007)

Резултати истраживања показују да хидрогелови повећавају опстанак садница на широком спектру терена, помажу да се смањи шок пресадње те могу да повећају брзину раста садница у условима суше. Дешава се да негативно утичу на раст и развој садница уколико се користе у већим количинама. Тако је количина од 7 грама по мјесту за садњу довела до одумирања садница борова, што указује на потребу да се примјена хидрогелова у садњи ради контролисано и у одговарајућим количинама. О употреби хидрогелова треба размишљати када се врши садња на нашим просторима, с обзиром на то да стрес узрокован пресадњом и недостатком расположиве воде често изазива проблем у опстанку садница на терену.

Спороотпуштајућа или спороотапајућа („паметна”) ђубрива карактерише постепено ослобађање хранљивих материја, за разлику од обичних ђубрива. Тиме се обезбјеђује максимално смањење испирања и повећава се ефикасност употребе ђубрива. Коришћење ђубрива се препоручивало у оснивању нових шума којим се интензивно газдовало. Тако је на некадашњим „Инцел” плантажама ђубрење вршено 4 пута у животу вјештачки основаних шума дуглазије, боровца и других врста. Прво ђубрење је вршено додавањем фосфора и калијума у јаме на неколико недјеља прије садње да би се повећао пријем садница; затим, ђубрење је вршено почетком вегетационог периода друге године од оснивања засада примјеном азотних ђубрива, онда комплексно NPK ђубриво након четврте године, и посљедњи пут око девете године шумског засада, када почиње додиривање круна. У моменту када се почну преклапати гране у крошњи почиње се преклапати и коријење, што доводи до успоравања раста. Стога је вршено ђубрење да не би долазило до застоја у расту у новој шуми (Mudrenović, 1974).

Нове технологије у производњи „паметних” ђубрива подразумевају да се ђубриво додаје већ у расаднику, у супстрат (слика 16-11) и да се постепено ослобађа и постаје доступно садницама и након пресадње. Нека ђубрива се ослобађају тако што реагују на повећање температуре (нпр. „Осмокот”), на количину приступачне воде или других еколошких фактора који утичу на ослобађање ђубрива.

Данас су мишљења подијељена у погледу питања да ли постоји корист од ђубрења или не. Наводе се негативни утицаји на новозасађене шуме, док друга истраживања указују на позитивне резултате при коришћењу различитих ђубрива, па и оних који настају као органски отпад из насеља (Querejeta et al., 2008). Коришћење спороотпуштајућих ђубрива која се аплицирају директно око коријеновог система дају најбоље резултате у погледу апсорпције ђубрива од стране садница.



Слика 16-11.
„Паметна”
ђубрива у
контејнерској
садници (фото:
Цвјетковић,
2022)

Просто распршивање ђубрива по површини нема скоро никакав позитиван ефекат на саднице, чак напротив, тиме може да се поспјеша раст конкурентске вегетације (Sloan & Jacobs, 2013).

Биоразградиве посуде за акумулацију воде. У медитеранским земљама гдје је распоред падавина током године неуједначен и гдје током лјетњих мјесеци нема падавина, или су у облику краткотрајних пљускова, као ефектна мјера унапређења успјеха пошумљавања могу се користити посуде. Оне су обично од биоразградивог материјала те се кроз пар година трансформишу у супстрат, док у међувремену служе као „миниакумулације” воде (слика 16-12).



Слика 16-12.
Изглед посуде
за акумулацију
и постепено
отпуштање воде
(фото: Матаруга,
2018)

Прекиривачи земљишта се стављају око садница и тиме чувају воду спречавајући евапотранспирацију, те доводе воду до садница. Прекиривачи су дизајнирани тако да су потпуно непропусни за воду а на горњој страни имају усјечене мале канале који усмјеравају воду насталу падавинама или кондензацијом ка коријену биљке и спречавају или редукују појаву конкурентске вегетације (слике 16-13 и 16-14).

Микоризе су специфичне симбиотске везе између биљака и гљива. Интензивна истраживања на различитим врстама микоризе у читавом свијету у посљедњих десет деценија довела су до открића важности ових асоцијација у повећању: (1) узимања минералних материја, посебно фосфора; (2) отпорности на сушу; (3) отпорности на нападе одређених коријенових патогена; (4) фотосинтетичке активности; (5) репродукције код биљака. Микоризе су познате као ублажи-



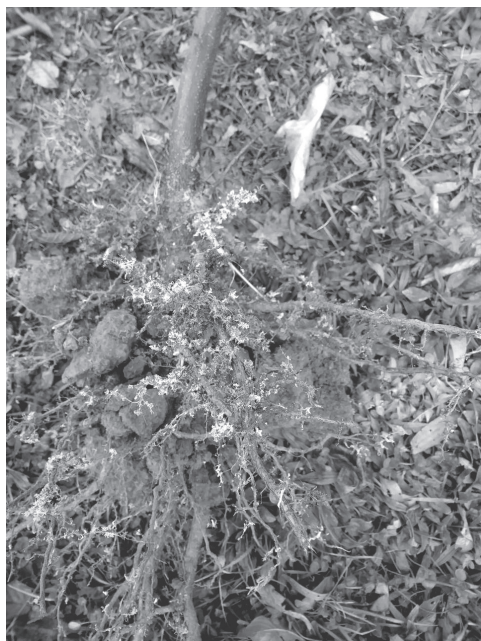
Слика 16-13.
Прекиривач са
усмјеривачима
воде (извор:
AGS-CTFC-
Sustaffor)



Слика 16-14.
Прекривач
земљишта са
рефлектујућом
бојом (извор:
AGS-CTFC-
Sustaffor)

вач токсичног дјеловања тешких метала на различите врсте биљака (Mehrotra, 2005). Све ове предности произилазе из чињенице да микоризне гљиве повећавају апсорпциону површину коријена садница. Тиме саднице стичу већу способност да се лакше и брже снабдију хранљивим материјама, које су им најпотребније управо по presaдњи. Микоризни препарати могу да се додају у супстрат при производњи садница у расаднику у моменту садње или након садње. Најчешће су у форми прашкастих препарата који се растапају у води. Саднице обогаћене микоризом обично имају видљиве бијеле мицелијске структуре на коријену (слика 16-15).

Системи наводњавања. Као посљедица климатских промјена, повишених температура и све мање количине падавина током љетњих мјесеци, успјех пошумљавања и опстанак садница зависе увелико од количине доступне воде током вегетационог периода. Зато се све чешће после садње садница у аридним теренима препоручује и примјењује систем заливања садница. Најчешћи и најјефтинији начин јесте успостављање система „кап по кап” са резервоарима воде у највишој тачки пошумљене површине. Камионским цистернама или пумпама из најближих водених површина вода се улива у танкове, одакле системом „слободног пада” залива саднице (слика 16-16).



Слика 16-15. Микориза на садницама (фото: Цвјетковић, 2018)



Слика 16-16. Систем „кап по кап” постављен после садње садница (фото: Цвјетковић, 2013)

Методe из будућности. Дронови као беспилотне летјелице малих димензија постају све више дио свакодневнице. Данас они имају широку примјену у разним областима људске дјелатности. Дроновима се отвара могућност пошумљавања на мјестима која су готово неприступачна за човјека. Компанија „BioCarbon Engineering” представила је пројекат пошумљавања уз помоћ беспилотних летјелица. Према њиховом предвиђању, овакав начин пошумљавања коштао би до 85% мање од класичног пошумљавања. Дронови би прво снимили терен намијењен за пошумљавање, те након тога направили детаљан план сјетве и извршили пошумљавање. Главни проблем је био пронаћи начин како да сјеменка доспије на право мјесто, тј. у земљу. Међутим, компанија је нашла рјешење – тако што би испаливала љуске у којима би се налазиле сјеменке обложене хидрогелом обогаћеним хранљивим материјама које би им помогле да проклијају. Истраживања показују да би један дрон дневно могао испустити 100 хиљада сјеменки (ВСЕ, 2018). Развојем технологије несумњиво је да ће дронови заузети важно мјесто у пошумљавању еродираних терена.

17. ЛИТЕРАТУРА

- Aber, J. D. (1987). Restored forests and the identify cation of critical factors in species-site interactions. In: Jordan III, W.R., Gilpin, M.E. and Aber, J.D. (eds) *Restoration Ecology: A Synthetic Approach to Ecological Research*. Cambridge University Press, Cambridge, 241–250.
- Adamczyk, F., Wojciechowski, J., Tylek, P., Sowa, J. M., Walczyk, J., Tadeusiewicz, R. (2019). The Concept of Construction of a Mobile Automatic Device for Forest Regeneration Tasks and Afforestation of Former Farmland and Reclaimed Areas. W: *Farm Machinery and Processes Management in Sustainable Agriculture: X International Scientific Symposium FMPMSA 2019*. E. Lorencowicz, J. Uziak, B. Huyghebaert. Red. Instytut NaukowoWydawniczy „Spatium”, Lublin, 13–18.
- Advaligno (2023). (доступно на: <https://www.advaligno.com/en/advaligno-eng/>, приступљено 31. 8. 2023)
- AFTA (Association of Temperate agroforestry) (1997). *The status, opportunities, and needs for agroforestry in the United States*. AFTA, Columbia, 1-22.
- Alcázar, J., Woodard, P. M. & Rothwell, R. L. (2002). Soil disturbance and the potential for erosion after mechanical site preparation. *Northern Journal of Applied Forestry*, 19(1), 5–13.
- Alikalfić, F. (1940). Šumarski problemi Hercegovine. Šumarski list, 10.
- Amateis, R. L., Burkhart, H. E. (2011). Growth of young loblolly pine trees following pruning. *Forest Ecology and Management*, 262, 2338–2343.
- Bajić, D., Trbić, G. (2016). *Klimatski atlas Bosne i Hercegovine. Temperature i padavine (1961-1990, A1B 2001-2030, A1BB2071-2100, A2 2071-2100)*. Univerzitet u Banjoj Luci, Prirodno-matematički fakultet Banja Luka (доступно на: www.unfccc.ba/klimatski_atlas, приступљено: 22. 1. 2018).
- Balandier, P., Collet, C., Miller, J. H., Reynolds, P. E., Zedaker, S. M. (2006). Designing forest vegetation management strategies based on the mechanisms and dynamics of crop tree competition by neighbouring vegetation. *Forestry*, 79(1), 3–27.
- Ballian, D., Božić, G. (2017). *Biokemijska varijabilnost smreke (Picea abies Karst.) u Bosni i Hercegovini*. Udruženje inženjera i tehničara Federacije Bosne i Hercegovine (UŠIT FBiH), 1–220.
- Bauhus, J., Van der Meer, P. J., Kanninen, M. (2010). *Ecosystem Goods and Services from Plantation Forests*. Earthscan, 1–256.
- BCE (2018). BioCarbon Engineering (доступно на: <https://www.biocarbonengineering.com> приступљено 1. 8. 2022).

- Begović, B. (1978). *Razvojni put šumske privrede u Bosni i Hercegovini u periodu austrougarske uprave 1878–1918. sa posebnim osvrtom na eksploataciju šuma i industrijsku preradu drveta*. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Djela, knjiga LIV, 7–193.
- Bell, F. W., Dacosta, J., Penner, M., Morneauult, A., Stinson, A., Towill, B., ... Winters, J. (2011). Longer-term volume trade-offs in spruce and jack pine plantations following various conifer release treatments. *The Forestry Chronicle*, 87(2), 235–250.
- Beniwal, R. S., Hooda, M. S., Polle, A. (2011). Amelioration of planting stress by soil amendment with a hydrogel–mycorrhiza mixture for early establishment of beech (*Fagus sylvatica* L.) seedlings. *Annals of Forest Science*, 68(4), 803–810.
- Bergström, B., Gref, R., Ericsson, A. (2004). Effects of pruning on heartwood formation in Scots pine trees. *Journal of Forest Science*, 50(1), 11–16.
- Betts, M. G., Phalan, B. T., Wolf, C., Baker, S. C., Messier, C., Puettmann, K. J., ... Balmford, A. (2021). Producing wood at least cost to biodiversity: Integrating T riad and sharing–sparing approaches to inform forest landscape management. *Biological Reviews*, 96(4), 1301–1317.
- Bobinac, M. (2015). Značaj šumsko-uzgojnih mjera u zaštiti šuma od požara u Deliblatskoj peščari. *Vatrogastvo i upravljanje požarima*, br. 1/2015, vol. V, 32–56.
- Bobinac, M., Karadžić, D., Cvjetičanin, R. (1991). Primena herbicida kod pripreme sastojina lužnjaka za prirodnu obnovu. *Glasnik Šumarskog fakulteta*, 73: 220–229.
- Boja, N., Boja, F., Teusdea, A., Vidrean, D., Marcu, M. V., Iordache, E., ... Borz, S. A. (2018). Resource allocation, pit quality, and early survival of seedlings following two motor-manual pit-drilling options. *Forests*, 9(11), 665.
- Borišev, M., Pajević, S., Nikolić, N., Orlović, S., Župunski, M., Pilipović, A. & Kebert, M. (2016). Magnesium and iron deficiencies alter Cd accumulation in *Salix viminalis* L. *International journal of phytoremediation*, 18(2), 164–170.
- Bradshaw, A. D. (1987). Restoration: an acid test for ecology. In: Jordan III, W.R., Gilpin, M.E. and Aber, J.D. (eds) *Restoration Ecology: A Synthetic Approach to Ecological Research*. Cambridge University Press, Cambridge, 23–29.
- Butulija, S., Nenad, B. (1980). Neke karakteristike sistemskih rješenja za pošumljavanje u Bosni i Hercegovini. *Šumarstvo i prerada drveta*, br. 7–9, XXXIV, 217–225.
- Calder, I. R. (1996). Water use by forests at the plot and catchment scale. *Commonwealth Forestry Review*, 75, 19–30.
- Campagnaro, T., Brundu, G., Sitzia, T. (2018). Five major invasive alien tree species in European Union forest habitat types of the Alpine and Continental biogeographical regions. *Journal for Nature Conservation*, 43, 227–238.
- Campbell, I., Cobane, E., Giovacchini, R., Murray, T. (2013). *Design and construction of a tree-climbing robot. Project report*. Worcester Polytechnic Institute.
- Carle, J. B., Duval, A., Ashfordc, S. (2020). The future of planted forests. *International Forestry Review*, 22(1), 65–80.
- Carle, J. B. & Holmgren, L. P. B. (2009). Wood from planted forests: global outlook to 2030. In: *Planted forests: uses, impacts and sustainability*, 47–59. Wallingford UK: CABI.
- Castro, J., Leverkus, A. B., Fuster, F. (2015). A new device to foster oak forest restoration via seed sowing. *New Forests*, 46, 919–929.
- Castro, J., Zamora, R., Hódar, J. A., Gómez, J. M. (2002). Use of shrubs as nurse plants: a new technique for reforestation in Mediterranean mountains. *Restoration ecology*, 10(2), 297–305.

- Celma, S., Blate, K., Lazdiņa, D., Dūmiņš, K., Neimane, S., Štāls, T. A., Štikāne, K. (2019). Effect of soil preparation method on root development of *P. sylvestris* and *P. abies* saplings in commercial forest stands. *New Forests*, 50(2), 283–290.
- Chen, M., Zhou, Q. & Zhong, P. (2023). Research on structural innovation of intelligent tree planting robot. *Highlights in Science, Engineering and Technology*, 53, 10–17.
- Цвјетићанин, Р., Брујић, Ј., Перовић, М., Ступар, Б. (2016). Дендрологија. Београд: Универзитет у Београду, Шумарски факултет, 3–557.
- Свјетковић, В. (2018). *Genetičko-fiziološki varijabilitet smrče (Picea abies Karst.) u testovima potomstva u Bosni i Hercegovini*. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, 1–271.
- Свјетковић, В. & Матаруга, М. (2020). Afforestation and Its Climate Change Impact, In: Filho WL (ed) *Life on Land. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals*, Springer Nature Switzerland, 1–15.
- Свјетковић, В., Матаруга, М., Даничић, В. (2022). A new model for calculating planting density in establishing planted forests. *International conference FORS2D “Perspectives of forestry and related sectors as drivers of sustainable development in the post-Covid era”*, Banja Luka. Book of abstracts, 124.
- Свјетковић, В. (2023). Агрошумарство – стање и потенцијали. У: Матаруга, М., Јањић, В., Пржуљ, Н. Природни ресурси у функцији развоја друштва XXI вијека. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија LIII, 339–369.
- Свјетковић, В., Матаруга, М. (2019). Извјештај за пројекат Препоруке о густини садње у ЈП „Шуме Републике Српске“ а. д. Соколац. ЈПШ „Шуме Републике Српске“ а. д. Соколац, 1–25.
- Чомић, Д. (2021). Асортиман садног материјала за газдинства ЈПШ „Шуме Републике Српске“ а. д. Соколац – економско-финансијска анализа. У: Асортиман шумског садног материјала за газдинства ЈПШ „Шуме Републике Српске“ а. д. Соколац (реализација Мастер плана пошумљавања голети) – Завршни извјештај (ур. Матаруга и сар., 2021). Шумарски факултет Универзитета у Бањој Луци, 91–147.
- Daley, D. F. (2019). *Understanding the Lived Experience of Ancient Roman Gardens*. Union college, 1–89.
- Davis, S. A., Jacobs, F. D. (2005). Quantifying root system quality of nursery seedlings and relationship to outplanting performance. *New Forests*, 30, 295–311.
- Den Herder, M., Burgess, P. J., Mosquera-Losada, M. R., Herzog, F., Hartel, T., Upson, M., Viholainen, I., Rosati, A. (2015a). Preliminary stratification and quantification of agroforestry in Europe. *Milestone Report 1.1 for EU FP7 AGFORWARD Research Project 613520* (доступно на: <http://agforward.eu/index.php/en/preliminary-stratification-and-quantification-of-agroforestry-in-europe.html>, приступљено: 6. 7. 2023).
- Den Herder, M., Moreno, G., Mosquera-Losada, R., Palma, J., Sidiropoulou, A., Santiago Freijanes, J. J., Crous-Duran, J., Paulo, J., Tomé, M., Pantera, A., Papanastasis, V., Mantzanas, K., Pachana, P., Burgess, P. J. (2015b). Current extent and trends of agroforestry in the EU27. *AGFORWARD 613520* (доступно на <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/10839/1/REP-AGFORWARD.pdf>, приступљено: 6. 7. 2023).
- Dimitz, L. (1905). *Die forstlichen verhältnisse und einrichtungen Bosniens und Hercegovina*. W. Frick.
- Drew, T. J., & Flewelling, J. W. (1979). Stand density management: an alternative approach and its application to Douglas-fir plantations. *Forest science*, 25(3), 518–532.

- Đikić, S. (1957). Historijski razvoj devastacije i degradacije krša u Bosni i Hercegovini. *Savezno savjetovanje o kršu u Splitu*, 1957, sv. III, 125–138.
- Ђоровић, М., Исајев, В., Кадовић, Р. (2003). Системи антиерозионог пошумљавања и затрављивања. Шумарски факултет Универзитета у Бањој Луци, 1–402.
- Ellenberg, H. (1974). Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. (1. Aufl.) *Scripta Geobotanica*, 9: 1–97.
- Ellenberg, H., Leuschner, C. (2010). *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*, 6th Ulmer, Stuttgart, DE, 1357.
- Evans, J. (2009). *Planted forests: uses, impacts, and sustainability*. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome and CABI, 1–213.
- Favas, P. J., Pratas, J., Varun, M., D'Souza, R. & Paul, M. S. (2014). Phytoremediation of soils contaminated with metals and metalloids at mining areas: potential of native flora. *Environmental risk assessment of soil contamination*, 3, 485–516.
- FAO (1967). Actual and potential role of man-made forests in the changing world pattern of wood consumption. Secretariat Note. *Proceedings of the World Symposium on Man-made Forests and their Industrial Importance*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1–50.
- FAO (2005). *Global Forest Resources Assessment 2005*. UN Food and Agriculture Organization, Rome.
- FAO (2006). Global planted forests thematic study: Results and analysis. *Planted forests working paper*, 38, FAO, Rome, Italy, 1–178.
- FAO (2018a). Planted forests: a solution for green development. *Summary report of the fourth international congress on planted forests*. Beijing, China, October 2018, 1–16.
- FAO (2018b). Подизање и нега шумских култура. Пројекат: Подршка спровођењу политике и стратегије о шумама на Косову*: 2–12.
- FAO (2020a). *Global Forest Resources Assessment 2020 – Key findings*. Rome (доступно на: <https://doi.org/10.4060/ca8753en>, приступљено 27. 1. 2023).
- FAO (2020b): Terms and Definitions FRA 2020. *Forest Resources Assessment Working Paper*, 188. Food and agricultural organization of the United Nations Rome (доступно на: <chrome-extension://efaidnbmnnnnibpcajpcglefindmkaj/https://www.fao.org/3/I8661EN/i8661en.pdf>, приступљено 11. 5. 2023).
- Fonseca, F., Figueiredo, T. D. (2016). Effects of site preparation on physical and chemical properties as indicators of forest soil quality. *Gaia Scientia*, 10, 38–46.
- Franco, J. A., Gaspar, P., Mesias, F. J. (2012). Economic analysis of scenarios for the sustainability of extensive livestock farming in Spain under the CAP. *Ecological Economics*, 74, 120–129.
- Gajić, G. (2005). Model rekultivacije degradiranih zemljišta kod površinske eksploatacije. *Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci*, br. 4, 65–76.
- Gold, M. A. (2017). *Agroforestry*. Encyclopedia Britannica.
- Gold, M. A., Rietveld, W. J., Garrett, H. E., Fisher, R. F. (2000). Agroforestry nomenclature, concepts, and practices for the USA. In: Garrett H. E., Rietveld W. J. and Fisher R. F. (eds.) *North American Agroforestry: An Integrated Science and Practice*. American Society of Agronomy Inc. Madison, WI, 63–78.
- Gosme, M., Mézière, D., Burgess, P. (2016). System Report: Durum Wheat Production in Agroforestry Systems in France. *Project AGFORWARD (613520), workpackage 4: Agroforestry for arable farmers*, 2–12.

- Grossnickle, S. C. (2000). *Ecophysiology of northern spruce species: the performance of planted seedlings*. NRC Research Press, 1–407.
- Grossnickle, S. C. (2012). Why seedlings survive: importance of plant attributes. *New Forests*, 43(5–6): 711–738.
- Grossnickle, S. C. (2016). Restoration silviculture: An ecophysiological perspective: Lessons learned across 40 years. *Reforesta*, 1(1), 1–36.
- Grossnickle, S. C., Ivetić, V. (2017). Direct seeding in reforestation—a field performance review. *Reforesta*, (4), 94–142.
- Grossnickle C. S., MacDonald, E. J. (2018). Seedling Quality: History, Application, and Plant Attributes, *Forests*, 9, doi:10.3390/f9050283, 1–23.
- Gui, P., Tang, L., Mukhopadhyay, S. (2018). A novel robotic tree climbing mechanism with anti-falling functionality for tree pruning. *Journal of Mechanisms and Robotics*, 10(1), 014502.
- Gürth, P., Velasquez, C. (1991). Qualitätsuntersuchungen an Eichenjungbeständen im Markgräflerland. *Forst und Holz*, 46(23), 671–677.
- Говедар, З., Балиан, Д., Микић, Т., Пинтарић, К. (2003). Успијевање различитих провенијенција зелене дуглазије (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) у оквиру IUFRO програма на огледној површини „Црна Локва” код Градишке. Шумарство, бр. 3–4, 61–70.
- Hackett, C., Vanclay, J. K. (1998). Mobilizing expert knowledge of tree growth with the PLANTGRO and INFER systems. *Ecol. Model*, 106, 233–246.
- Hains, M. J. (2002). *Determining the correct planting depth for container-grown longleaf pine seedlings*. Comp. 2003, 66.
- Handler, S., Pike, C., St. Clair, B. (2018). *Assisted Migration*. USDA Forest Service Climate Change Resource Center (доступно на: <https://www.fs.usda.gov/ccrc/topics/assisted-migration>, приступљено 25. 9. 2023).
- Hanley, D. P., Reutebuch, S. (1984). *Conifer pruning basis for family forest landowners. Conifer pruning*. Washington State University, College of Agricultural, Human, and Natural Resource Sciences, 1–8.
- Hasse, D., Landis, D. T., Dumroese, K. (2014). Outplanting. In: (Wilkinson, K. M., Landis, T. D., Haase, D. L., Daley, B. F., Dumroese, R. K.) *Tropical Nursery Manual*. Washington: USDA Forest Service, 313–337.
- Heitzman, E., Grell, A. (2003). Auger planting of oak seedlings. *Northern Journal of Applied Forestry*, 20(2), 92.
- Henry, J. (1949). Agricultural practices in relation to soil conservation. *Emp. Cotton Growing Rev.*, Vol. XXVI (1).
- Hobbs, S. D. (1982). *Effect of auger planting on survival and growth of Douglas-fir on droughty sites*. Research note, 72, 1–5.
- Hoskins, W. G. (1991). *The making of the English landscape*. Penguin Books Ltd, 1–304.
- Hugo, E. (1977). Dosadašnja iskustva i rezultati rekonstrukcije bukovih šuma na području „Natron” Maglaj. *Radovi Šumarskog fakulteta i instituta za šumarstvo u Sarajevu, Simpozijum o uzgoju šuma u okviru 25-godišnjice šumarskog fakulteta u Sarajevu 23. oktobra 1974. godine*, XIX, knjiga 19, sveska 4, 53–71.
- Hunter, M. C., Smith, R. G., Schipanski, M. E., Atwood, L. W. & Mortensen, D. A. (2017). Agriculture in 2050: recalibrating targets for sustainable intensification. *Bioscience*, 67(4), 386–391.

- Indufor (2012): *FSC Current and Future Plantations*. A12-06869. October 4, 2012. (доступно на: <http://ic.fsc.org/download.strategic-review-on-the-future-of-forest-plantationsfull-report.672.htm>, приступљено: 15. 8. 2023).
- Innes, J. L. (2004). Carbon cycle. In: Burley, J., Evans, J. and Youngquist, J. (eds) *Encyclopedia of Forest Science*, Vol. 1. Elsevier, Oxford, 139–144.
- IPBES (2023). *Summary for Policymakers of the Thematic Assessment Report on Invasive Alien Species and their Control of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Roy, H. E., Pauchard, A., Stoett, P., Renard Truong, T., Bacher, S., Galil, B. S., Hulme, P. E., Ikeda, T., Sankaran, K. V., McGeoch, M. A., Meyerson, L. A., Nuñez, M. A., Ordóñez, A., Rahlao, S. J., Schwindt, E., Seebens, H., Sheppard, A. W., and Vandvik, V. (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany (доступно на: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7430692>, приступљено: 11. 11. 2023).
- Ishigure, Y., Kachi, H., Mori, Y., Kawasaki, H. (2010). Pruning machine with a mechanism for preventing branch bite. *Proceedings of Forest Engineering: Meeting the Needs of the Society and the Environment (FORMEC 2010)*, 1–9.
- IUCN (2021). *Deforestation and Forest Degradation: Issues Brief*. Gland, Switzerland (доступно на https://www.iucn.org/sites/dev/files/deforestation-forest_degradation_issues_brief_final.pdf, приступљено 11. 12. 2023).
- Ivkov, R. (1971). Šumske kulture i plantaže – Tehnika podizanja i gajenja. Naučna knjiga Beograd.
- Иветић, В., Вилотић, Д. (2014). Улога плантажног шумарства у одрживом развоју. Гласник Шумарског факултета, Специјално издање, 157–180.
- Ivetić, V., Devetaković, J. & Janković, I. K. (2021). Is planting trees good or bad?. In: *E3S Web of Conferences* (Vol. 296, p. 04012). EDP Sciences.
- Jobidon, R. (1995). *Autécologie de quelques espèces de compétition d'importance pour la régénération forestière au Québec: revue de littérature*. Ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière. Québec.
- Jovančević, M. (1974). Prirodno podmlađivanje duglazije (*Pseudotsuga taxifolia* Britt.) u sjemenskom objektu „Petrovići” – Olovo. *Narodni šumar*, 7–9, 231–235.
- Jovanović, S. (1980). *Gajenje šuma. Metodi prirodnog obnavljanja i negovanja šuma. Knjiga druga*. Naučna knjiga Beograd, 3–15.
- Julve, P. (2015). *Baseflor. Index botanique, écologique et chorologique de la flore de France* (доступно на: <http://biodiversite.wallonie.be/fr/julve-ph-1998-baseflor-index-botanique-ecologique-et-chorologique-de-la-flore-de-france-version-31-decembre-2002-http-pe.html?IDD=167772196&IDC=3046>, приступљено: 11. 12. 2023).
- Karadžić, D., Anđelić, M. (2001). *Bolesti u šumskim rasadnicima*. Savez gorana Crne Gore Podgorica, 1–99.
- Kenk, G., Guehne, S. (2001). Management of transformation in central Europe. *Forest Ecology and Management*, 151, 107–119.
- Khan, M. A. W., Chaudhary, N. R. (1961). Eucalypt trials in India. *Proceedings of the 10th All-India Silvicultural Conference*, Dehra Dun, 535–545.
- Klisz, M., Chakraborty, D., Cvjetković, B., Grabner, M., Lintunen, A., Mayer, K., ... Rossi, S. (2023). Functional Traits of Boreal Species and Adaptation to Local Conditions. In: *Boreal Forests in the Face of Climate Change: Sustainable Management*. Cham: Springer International Publishing, 323–355.
- Knežević, S. (1966). Slaba propaganda šumarstva. *Narodni šumar*, 1–2, 32.

- Kohli, R. K., Singh, H. P., Batish, D. R., Jose, S. (2008). Ecological interactions in agroforestry: an overview. *Ecological basis of agroforestry*, 3–14.
- König, A. O. (2005). Provenance research: evaluating the spatial pattern of genetic variation. *Conservation and management of forest genetic resources in Europe*, 275–333.
- Konnert, M., Fady, B., Gömöry, D., A'Hara, S., Wolter, F., Ducci, F., Koskela, J., Bozzano, M., Maaten, T. and Kowalczyk, J. (2015). *Use and transfer of forest reproductive material in Europe in the context of climate change*. European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN), Bioversity International, Rome, Italy. XVI, 75 p.
- Korhonen, J., Nepal, P., Prestemon, J. P., Cubbage, F. W. (2021). Projecting global and regional outlooks for planted forests under the shared socio-economic pathways. *New Forests*, 52, 197–216.
- Krebs, P., Ulmke, F., Tinner, W., Conedera, M. (2022). The Roman Legacy on European Chestnut and Walnut Arboriculture. *Environmental Archaeology*, 1–22., doi: 10.1080/14614103.2022.2137648
- Krstić, M. (2006). *Gajenje šuma. Konzervacija, melioracija i vještačko obnavljanje*. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, 328–345.
- Lamb, D., Erskine, P. D. & Parrotta, J. A. (2005). Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science*, vol. 310, 1628–1632.
- Land Use and Land Cover Aerial Frame Survey (LUCAS) (2012). *Land cover / Land use statistics from Eurostat 2012* (доступно на: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/lucas/introduction>, приступљено 21. 7. 2023).
- Landis, T. D. (2011). The target plant concept—a history and brief overview. In: Riley LE, Haase DL, Pinto JR, technical coordinators. *National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations—2010*. Proceedings, 61–66.
- Landis, T. D., Tinus, R. W., Barnett, J. P. (1998). *The Container Tree Nursery Manual. Volume 6, Seedling propagation*. Agric. Handbk. 674. Washington, DC: USDA Forest Service, 1–163.
- Langvall, O., Nilsson, U., Örlander, G. (2001). Frost damage to planted Norway spruce seedlings—influence of site preparation and seedling type. *Forest Ecology and Management*, 141(3), 223–235.
- Leverkus, A. B., Levy, L., Andivia, E., Annighöfer, P., De Cuyper, B., Ivetic, V., ...Villar-Salvador, P. (2021). Restoring oak forests through direct seeding or planting: Protocol for a continental-scale experiment. *Plos one*, 16(11), e0259552, 1–14.
- Löf, M., Dey, D. C., Navarro, R. M. & Jacobs, D. F. (2012). Mechanical site preparation for forest restoration. *New Forests*, 43, 825–848.
- Lovell, S. T., Dupraz, C., Gold, M., Jose, S., Revord, R., Stanek, E., Wolz, K. J. (2018). Temperate agroforestry research: considering multifunctional woody polycultures and the design of long-term field trials. *Agroforestry Systems*, 92, 1397–1415.
- Lowenthal, D. (2000). *George Perkins Marsh – Prophet of Conservation*. University of Washington Press, Seattle, 3–435.
- Lowery, R. F., Gjerstad, D. H. (1991). Chemical and Mechanical Site Preparation. In (eds): Duryea, M. L., Dougherty, P. M. *Forest Regeneration Manual*. Forestry Sciences, vol 36. Springer, Dordrecht (доступно на: https://doi.org/10.1007/978-94-011-3800-0_13, прегледано 10. 10. 2023).
- Лујић, Р. (1973). Шумске мелиорације. Шумарски факултет Универзитета у Београду.

- Malkamäki, A., D'Amato, D., Hogarth, N. J., Kanninen, M., Pirard, R., Toppinen, A., Zhou, W. (2018). A systematic review of the socio-economic impacts of large-scale tree plantations, worldwide. *Global Environmental Change*, 53, 90–103.
- Manner, J., Ersson, B. T. (2021). Mechanized tree planting in Nordic forestry: simulating a machine concept for continuously advancing site preparation and planting. *Journal of Forest Science*, 67(5), 242–246.
- Mataruga, M. (2006). *Crni bor na stijenama*. Šumarski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, 1–282.
- Mataruga, M., Cvjetković, B., De Cuyper, B., Aneva, I., Zhelev, P., ... Villar-Salvador, P. (2023). Monitoring and control of forest seedling quality in Europe. *Forest ecology and management*, 546, id 121308, 1–10.
- Mataruga, M., Maunaga, Z., Govedar, Z., Došenović, Lj., Ivetić, V., Dukić, V., Sredić, S., Stupar, V., Čomić, D., Knežević, I., Daničić, V., Petković, V., Cvjetković, B., Stojanović, M. (2016). *Investicioni program gazdovanja šumskim plantažama za područje RŽR „Ljubija” Prijedor za period 2017–2021*. Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet, 1–198.
- Матаруга, М., Исајев, В., Орловић, С., Ђурић, Г., Брујић, Ј., Даничић, В., Цвјетковић, Б., Ћопић, М., Балотић, П. (2014). Програм очувања шумских генетичких ресурса Републике Српске, 2013—2025. година (прво издање). Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде у Влади Републике Српске, Бања Лука, 1–176.
- Матаруга, М., Брујић, Ј., Цвјетковић, Б., Ступар, В., Даничић, В. (2021). Станишту прилагођена производња садног материјала. У: Говедар, З., Матаруга, М. (ур.), План пошумљавања голети и газдовања шумским културама Републике Српске. Шумарски факултет Универзитета у Бањој Луци, 151–152.
- Матаруга, М., Цвјетковић, Б., Даничић, В., Софренић, Р. (2020a). Производња шумског сјемена – стање и правци унапређења. У: Говедар, З., Матаруга М. (ур.), Мастер план пошумљавања и газдовања шумским културама у Републици Српској. Шумарски факултет Универзитета у Бањој Луци, 65–91.
- Матаруга, М., Цвјетковић, Б., Даничић, В., Софренић, Р. (2020b). Производња шумског садног материјала у Центру за сјеменско-расадничку производњу Добој. У: Говедар, З., Матаруга М. (ур.), Мастер план пошумљавања и газдовања шумским културама у Републици Српској. Шумарски факултет Универзитета у Бањој Луци, 92–130.
- Малић, Н. (2023). Земљиште у сфери индустријализације и рударства – посљедице и санација. У: Илић, П., Говедар, З., Пржуљ, Н. (ур.), Животна средина. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија LV: 323–376.
- Малић, Н., Бијелић, В., Ковачевић, Г. (2010). Рекултивација техногених земљишта у Републици Српској. Зборник радова I међународног симпозијума „Савремене технологије у рударству и заштити животне средине – Рударство 2010”. Србија – Тара, 437–444.
- Matić, S. (1994). Prilog poznavanju broja biljaka i količine sjemena za kvalitetno podmlađivanje i pošumljavanje. *Šumarski list*, CXVIII, 71–79.
- Matić, S. (1996). Ekološke i gospodarske značajke revitalizacije privatnih šuma. *Zbornik radova HAZU*, Zagreb, 39–61.
- McAdam, J. H., Burgess, P. J., Graves, A. R., Rigueiro-Rodríguez, A., & Mosquera-Losada, M. R. (2009). Classifications and functions of agroforestry systems in Europe. *Agroforestry in Europe: Current status and future prospects*, 21–41.

- Mehrotra, V. S. (2005). *Mycorrhiza: role and applications*. Allied Publishers PVT. LTD. (доступно на <http://books.google.com.pk/books?id=-qDfgly-I4cC&printsec=frontcover&dq=Mycorrhiza&cd=2#v=onepage&q&f=false>, приступљено 21. 8. 2023).
- Mosquera-Losada, M. R., Moreno, G., Pardini, A., McAdam, J. H., Papanastasis, V., Burgess, P. J., ... Rigueiro-Rodríguez, A. (2012). Past, present and future of agroforestry systems in Europe. *Agroforestry-the future of global land use*, 285–312.
- Mosquera-Losada, M. R., Rodríguez-Barreira, S., López-Díaz, M. L., Fernández-Núñez, E., Rigueiro-Rodríguez, A. (2009). Biodiversity and silvopastoral system use change in very acid soils. *Agriculture, ecosystems & environment*, 131(3–4), 315–324.
- Mudrenović, S. (1974). Neka iskustva i rezultati na podizanju plantaža četinaru u „Incelu”. *Radovi Šumarskog fakulteta i instituta u Sarajevu*, knjiga 19, sveska 4, 85–96.
- Mudrenović, S. (1977). Neka iskustva i rezultati u podizanju plantaža četinaru u Incelu. *Radovi Šumarskog fakulteta i instituta za šumarstvo u Sarajevu, Simpozijum o uzgoju šuma u okviru 25-godišnjice šumarskog fakulteta u Sarajevu 23. oktobra 1974. godine*, godina XIX, knjiga 19, sveska 4, 85–96.
- Мрзић, Ј. (2023). Варијабилност дуглазије (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) у провенијеничном тесту „Црна Локва” – ШГ „Градишка”. Шумарски факултет Универзитета у Бањој Луци, 1–63.
- Nair, P.K.R. (1994). Agroforestry. Vol. 1. Academic Press New York, *Encyclopedia of agricultural sciences*, 13–25.
- Navarro, R. M., Villar-Salvador, P., Del Campo, A. (2006). Morfología y establecimiento de plantones. In: J. Cortina, J.L. Peñuelas, R. Savé, J. Puértolas, and A. Vilagrosa (eds), *Calidad de Planta Forestal para la Restauración en Ambientes Mediterráneos. Estado Actual de Conocimientos*. Serie forestal. DGB. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, Spain, 67–88.
- Niculescu V.-N., Pátráucean A., Ionescu I.-C., Filipescu C.-N., Pribeagu R.-A., Simca I., (2006). Effect of European beech artificial pruning on wound occlusion and wood quality. *Proceedings International Conference “Beech silviculture in Europe’s largest beech country” – IUFRO WP 1.01.07 Ecology and silviculture of beech, 4-8 September*, 4–66.
- Niculescu, V. N., Hernea, C., Sandi, V. (2018). Alley cropping with strawberries: Two case-studies in Romania. *Reforesta*, 6: 31–40.
- Nilsson, U., Allen, H. L. (2003). Short-and long-term effects of site preparation, fertilization and vegetation control on growth and stand development of planted loblolly pine. *Forest Ecology and Management*, 175(1–3), 367–377.
- Nedović, V. (1972). Rast i razvoj američkog borovca (*Pinus strobus* L.) u intenzivnoj kulturi Spomen na Preslici kod Doboja. *Narodni šumar*, sveska 1–2/72, 3–16.
- Ocvirek, M., Orlić, S., Perić, S. (2002). Utjecaj različitih načina uzgoja sadnica obične smreke (*Picea abies* Karst.) na njihov rast. *Rad. šumar. inst.*, 37 (1): 5–8.
- O’Hara, K. L. (2007). Pruning wounds and occlusion: A long-standing conundrum in forestry. *Journal of Forestry*, 105(3), 131–138.
- Oliet, J. A., Artero, F., Cuadros, S., Puértolas, J., Luna, L. & Grau, J. M. (2012). Deep planting with shelters improves performance of different stocktype sizes under arid Mediterranean conditions. *New Forests*, 43, 925–939.
- Olson, R. K., Schoeneberger, M. M., Aschmann, S. G. (2000). An ecological foundation for temperate agroforestry. *North American agroforestry: an integrated science and practice*. American Society of Agronomy, Madison, WI, 31–61.

- Ortloff, W. (1999). Sustainability issues in Switzerland's forests. *New Forests*, 18, 59–73.
- Ortolani, M. R., Schirone, A., Camillotti, G., Schirone, B. (2015). Aerial reforestation by seed bombs. In: Ivetić V, Stanković D. (eds.) Proceedings: International Conference Reforestation Challenges. 03-06 June 2015, Belgrade, Serbia. *Reforesta*, 227–233.
- Palacios, G., Cerrillo, R. M. N., Del Campo, A., Toral, M. (2009). Site preparation, stock quality and planting date effect on early establishment of Holm oak (*Quercus ilex* L.) seedlings. *Ecological engineering*, 35(1), 38–46.
- Palma, J. H. N., Graves, A. R., Bunce, R. G. H., Burgess, P. J., De Filippi, R., Keesman, K. J., ... Herzog, F. (2007). Modeling environmental benefits of silvoarable agroforestry in Europe. *Agriculture, ecosystems & environment*, 119 (3–4), 320–334.
- Payn, T., Carnus, J. M., Freer-Smith, P., Kimberley, M., Kollert, W., Liu, S., ...Wingfield, M. J. (2015). Changes in planted forests and future global implications. *Forest Ecology and Management*, 352, 57–67.
- Pernot, C., Thiffault, N., DesRochers, A. (2019). Root system origin and structure influence planting shock of black spruce seedlings in boreal microsites. *Forest ecology and management*, 433, 594–605.
- Petrović, T., Pilipović, A. (2011). Hidrogelovi. *Polimeri*, 32, 31–33.
- Pignatti, S., Menegoni, P., Pietrosanti, S. (2005). Valori di bioindicazione delle piante vascolari della flora d'Italia. *Braun-Blanquetia*, 39, 1–97.
- Pilipović, A., Orlović, S., Rončević, S., Nikolić, N., Župunski, M. & Spasojević, J. (2015). Results of selection of poplars and willows for water and sediment phytoremediation. *Agric. For*, 61, 205–211.
- Pintarić, K. (1974). Problemi vezani za unošenje alohtonih vrsta drveća u šume Bosne. *Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo u Sarajevu, Simpozijum o uzgoju šuma u okviru proslave 25-godišnjice Šumarskog fakulteta u Sarajevu*, XIX, knjiga 19, sveska 4, 97–106.
- Pilipović, A., Zalesny Jr, R. S., Orlović, S., Drekić, M., Pekeć, S., Katanić, M. & Poljaković-Pajnik, L. (2020). Growth and physiological responses of three poplar clones grown on soils artificially contaminated with heavy metals, diesel fuel, and herbicides. *International Journal of Phytoremediation*, 22(4), 436–450.
- Pivet, B. E. (2001). *Phytoremediation of Contaminated Soil and Ground Water at Hazardous Waste Sites*. U. S. EPA Ground Water Issue. EPA/540/s-02/500, 1–9.
- Powers, R. F. (1999). On the sustainable productivity of planted forests. *New Forests*, 17(1), 263–306.
- Prasad, M. N. V., Freitas, H. M. (2003). Metal hyperaccumulation in plants - Biodiversity prospecting for phytoremediation technology. *Electronic Journal of Biotechnology*, Vol.6, No.3, 286–290.
- Querejeta, J. I., Barberá, G. G., Granados, A. & Castillo, V. M. (2008). Afforestation method affects the isotopic composition of planted *Pinus halepensis* in a semiarid region of Spain. *Forest Ecology and Management*, 254(1), 56–64.
- Radovanović, Ž. (1982). Dosadašnja iskustva u primjeni pojedinih metoda i sredstava rada na pošumljavanju. *Šumarstvo i prerada drveta*, 1–3, XXXVI, 49–54.
- Ramantswana, M., Guerra, S. P. S., Ersson, B. T. (2020). Advances in the mechanization of regenerating plantation forests: A review. *Current forestry reports*, 6, 143–158.
- Ratknić, M., eds. (2007). *Afforestation of bare lands and anthropogenically damaged soil*. Monography book, Institute of Forestry, Belgrade.

- Ravi, V., Vaughan, J. K., Wolcott, M. P., Lamb, B. K. (2019). Impacts of prescribed fires and benefits from their reduction for air quality, health, and visibility in the Pacific Northwest of the United States. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 69(3), 289–304.
- Reque, J. A., Martin, E. (2015). Designing acorn protection for direct seeding of quercus species in high predation areas. *Forest Systems*, 24(1), e018-e018.
- Ritchie, G. A. (1984). Assessing seedling quality. In: Duryea M. L. and Landis T. D. (eds), *Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings*. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, 243–259.
- Rose, R., Carlson, W. C., Morgan, P. (1990). The Target Seedling Concept. In: Rose, R., Campbell, S. J., Landis, T. D. (eds.) *Target Seedling Symposium: Proc, Combined Meeting of the Western Forest Nursery Assoc. Gen Tech Rep RM-200*. US Dept Agric Forest Serv Rocky Mtn Forest Range Exp Sta, Ft Collins, CO. p. 286.
- Rose, R., Haase, D. L. (2006). *Guide to reforestation in Oregon*. Corvallis, OR: Oregon State University, College of Forestry, 48 p.
- Savill, P. S., Evans, J., Auclair, D., Falck, J. (1997). *Plantation Silviculture in Europe*. Oxford University Press, Oxford, 3–243.
- Schmidt, L. (2008). A review of direct sowing versus planting in tropical afforestation and land rehabilitation. *Forest & Landscape*, Vol. 10, 37 p.
- Shield, I., Macalpine, W., Hanley, S., Karp, A. (2015). Breeding willow for short rotation coppice energy cropping. *Industrial crops: Breeding for bioenergy and bioproducts*, 67–80.
- Sikström, U., Hjelm, K., Hanssen, K. H., Saksa, T., Wallertz, K. (2020). Influence of mechanical site preparation on regeneration success of planted conifers in clearcuts in Fennoscandia—a review. *Silva Fennica*, vol. 52, no. 2, article id 10172, 1–35.
- Sloan, J. L., Jacobs, D. F. (2013). Fertilization at planting influences seedling growth and vegetative competition on a post-mining boreal reclamation site. *New Forests*, 44, 687–701.
- Stefanović, V., Beus, V., Burlica, Č., Dizdarević, H., Vukorep, I. (1983). *Ekološko-vegetacijska rejonizacija Bosne i Hercegovine*. Šumarski fakultet u Sarajevu, Posebna izdanja br. 17, 7–50.
- Stilinović, S. (1991). *Pošumljavanje*. Naučna knjiga Beograd, 1–266.
- Stilinović, S. et al. (1987). *Utvrdjivanje uzroka propadanja i sušenja šumskih kultura sa predlogom mera za njihovo otklanjanje*. Republička samoupravna interesna zajednica za šumarstvo SR Srbije, Beograd.
- Stojanović, B. (2007). Exchange Rate Regimes of the Dinar 1945–1990: An Assessment of Appropriateness and Efficiency. *Workshops Proceedings of OeNB Workshops: The Experience of Exchange Rate Regimes in Southeastern Europe in a Historical and Comparative Perspective, Second Conference of the South-Eastern European Monetary History Network (SEEMHN)*, 198–243.
- Стојановић, Љ., Крстић, М. (2000). Гајење шума III. Обнављање и нега главних врста дрвећа. Шумарски факултет Универзитета у Београду, 15–331.
- Thiffault N., Paquette A., Messier C. (2017). Early silvicultural guidelines for intensive management of hybrid larch plantations on fertile sub-boreal sites. *Silva Fennica*, vol. 51, no. 2, article id 1716. 13 p. (доступно на: <https://doi.org/10.14214/sf.1716>, приступљено 25. 5. 2023).

- Thiffault, N., Ward, C. (2018). Mid-and long-term effects of stock type on the growth and yield of spruce seedlings in a non-herbicide scenario. *Reforestia*, (6), 60–70.
- Tillotson, C. R. (1917) Nursery practice on the national forests. *USDA Agric. Bull.*, 479, p. 96.
- Tinus, R. W. (1974) Characteristics of seedlings with high survival potential. In: Tinus, R.W., Stein, W. I., Balmer, W. E. (eds), *Proceedings of the North American Containerized Forest Tree Seedling Symposium, Denver, CO, USA, 26–29 August 1974*. Great Plains Agricultural Council Publication No. 68: Lincoln, NE, USA, 276–282.
- Toumey, J. W., Korstian, C. F. (1942). *Seeding and planting in the practice of forestry* (3rd ed.). John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Troup, R. S. (1952). *Silvicultural Systems* (2nd ed.). Jones, E.W. (ed.). Clarendon Press.
- Tulstrup, N. P. (1959). International trade in forest tree seed. *Unasylva*, 13(4), 196–201.
- Turnbull, J. W. (2002). Tree domestication and the history of plantations. *The role of food, agriculture, forestry and fisheries in human nutrition*, 2, 48–74.
- Tylek, P., Szewczyk, G., Kormanek, M., Walczyk, J., Sowa, J. M., Pietrzykowski, M., ... & Szulc, T. (2023). Design of a Planting Module for an Automatic Device for Forest Regeneration. *Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering*, 44(1), 203–215.
- UNFCCC (2002). *Report of the Conference of the Parties on its Seventh Session, Held in Marrakech from 29 October–10 November 2001. Addendum Part Two: Action Taken by the Conference of the Parties, vol II (FCCC/CP/2001/13/Add. 1)*. United Nations Framework Convention on Climate Change Secretariat, Bonn, Germany.
- Van der Veen, M., Livarda, A., Hill, A. (2008). New plant foods in Roman Britain—dispersal and social access. *Environmental Archaeology*, 13(1), 11–36.
- Van Holsbeeck, S., Brown, M. (2022). *A review of current mechanical & robotic tree pruning equipment*. Forest & Wood Products Australia, 1–14.
- Vasić, V., Đurić, S., Jafari-Hajnal, T., Orlović, S., Vasić, S., Poljakovic Pajnik, L. & Galović, V. (2019). The microbiological response of forest soils after application of nicosulfuron, imazamox and cycloxydim. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16, 2305–2312.
- Vasić, V., Orlović, S., Grozdanić, Đ. & Galić, Z. (2011). Primena herbicida prilikom prirodnog obnavljanja sastojina hrasta kitnjaka u Nacionalnom parku Fruška gora. *Acta herbologica*, 20(2), 101–110.
- Veenvliet, J. K., Veenvliet, P., De Groot, M., Kutnar, L. (2019). *A field guide to invasive alien species in European forests*. Institute Symbiosis, so. e. and The Silva Slovenica Publishing Centre, Slovenian Forestry Institute, 23–135.
- Villar-Salvador, P., Planelles, R., Enriquez, E., Peñuelas-Rubira, J. (2004). Nursery cultivation regimes, plant functional attributes and field performance relationships in the Mediterranean oak *Quercus ilex* L. *Forest Ecology and Management*, 196, 257–266.
- Vítková, L., Krumm, F. (2016). *Introduced tree species in European forests: opportunities and challenges. Introduced tree species in European forests*. European forest institute, 3–412.
- Vujić, S., Dvejić, J., Miljanović, I., Dražić, D. (2009). *Projektovanje rekultivacije i uređenja predela površinskih kopova*. Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu i Akademija inženjerskih nauka, Odeljenje rudarskih i geoloških nauka.
- Vyskot, M. (1958). *Pastem dubu*. Praha
- Wang, D. (1988). The history of the ornamental plants of China. *Camellia News*, 107, 14–16.

- Wei-Rin, H., Z-Xun, Wang, Yun-Ke, Liang, Bing-Qing, H. (2023). Research analysis and prospect of omni-directional mobile robot[J]. *Technology and Innovation*, 04, 69–72.
- Wennstrom, U., Bergsten, U., Nilsson, J. (2007). Seedling establishment and growth after direct seeding with *Pinus sylvestris*: effects of seed type, seed origin, and seeding year. *Silva Fennica*, 41(2), 299p.
- West, P. W. (2014). *Growing plantation forests*. Second edition. Springer Cham Heidelberg New
- Wilken, G. C. (1976). Integrating forest and small-scale farm systems in Middle America. *Agroecosystems*, 3, 291–302.
- Willoughby, I., Jinks, R. L., Kerr, G., Gosling, P. G. (2004). Factors affecting the success of direct seeding for lowland afforestation in the UK. *Forestry*, 77(5), 467–482.
- Winter, R. K. (1974). *The Forest and Man*. Vantage, New York, USA.
- Wood, A. D. (1984). Developing a seed-containing dart and aerial delivery system for forestry applications. *For. Chron.*, 60, 86–92.
- Zomer, R. J., Neufeldt, H., Xu, J., Ahrends, A., Bossio, D., Trabucco, A., ... Wang, M. (2016). Global Tree Cover and Biomass Carbon on Agricultural Land: The contribution of agroforestry to global and national carbon budgets. *Scientific reports*, 6(1), 29987.





ОСНИВАЊЕ ПЛАНТАЖА

1. УВОД

Цивилизацијски развој и све израженија конкурентност у погледу коришћења земљишта, као ресурса, у сврху пољопривредне производње, индустрије, градње великих инфраструктурних објеката, туризма, са једне стране и шумарства са друге стране, један је од великих глобалних изазова, поготово данас, у ери климатских промјена. Истовремено, потреба за дрветом као обновљивим, еколошки погодним, карбон-неутралним материјалом, који има могућност вишенамјенске и каскадне употребе, постаје све израженија. Такође, све више се јавља потреба да се природне шуме заштите, да се смањи коришћење дрвета из таквих шума из више разлога: очувања биодиверзитета, тежег приступа шумама, већег удјела мануелног рада, производње шумских сортимената који нису униформни за једну грану индустрије и сл. Од шумских плантажа очекује се да имају високу производност (преко $10 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), да производња буде брза (кратак период опходње, тј. „ротације”), те да испуне екосистемске услуге. Плантажно шумарство се карактерише интензивном производњом те је често на граници између пољопривредне и шумарске производње. Шумске плантаже немају велики значај у очувању биодиверзитета *per se*, њихова основна улога јесте да смање притисак на природне шуме и тако сачувају биодиверзитет релоцирајући коришћење дрвета из природних шума на шумске плантаже.

Шумске плантаже се данас у свијету налазе на преко 130 милиона хектара са тенденцијом раста. Њихов удио је тек 3% у односу на укупну површину под шумом и 45% у односу на вјештачки основане шуме (FAO, 2020). Ипак, оне обезбјеђују око 33% укупне количине дрвета за резање на свјетском нивоу (Jurgensen et al., 2014). Гледајући у односу на просјечан прираст у шумама умјереног појаса, који износи између 1 и $10 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, у плантажама се прираст креће од 4 до $40 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Payn et al., 2015). Истина, на мањим површинама плантаже еукалип-

туса старости 6–8 година у источној и западној Африци, Бразилу и Новој Гвинеји имале су годишњи запремински прираст до $100 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Ове стопе раста резултат су пажљивог одабира локације, интензивних агротехничких мјера, одабира најбољих врста, провенијенција и генетског побољшања (FAO, 2001). Према неким литературним изворима, претпоставља се да површина од 150 милиона хектара може да задовољи све потребе за обловином ако се одржи минималан текући годишњи прираст од $10 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Међутим, ширење спектра употребе дрвета и све веће потребе тржишта земаља у развоју указују на чињеницу да ће плантажа дрвета бити све више. Зато, јасну површину под плантажама која би била довољна да се човјечанству обезбиједи довољно дрвета није лако претпоставити. О значају плантажа говори податак из 2000. године који наводи да су брзорастуће индустријске плантаже чиниле свега 1%, односно око 40 милиона хектара свјетских шума, али је из тих плантажа обезбјеђивана једна четвртина свих свјетских потреба за целулозним дрветом (Cubbage, 2003).

У многим дијеловима свијета, пројектовањем мозаичног система плантажа (просторна дистрибуција природних шума и плантажа, при чему и међу плантажама постоји разлика у одабраним врстама и сортама), оне могу да буду врло ефикасне у обезбјеђивању еколошких функција, као и у успоравању климатских промјена и других еколошких изазова (Raun et al., 2015). Плантаже које се добро пројектују и којима се управља на адекватан начин могу обезбиједити значајне количине робе и услуга за потребе друштва и тако омогуће да се другим, природним шумама газдује у сврху конзервације и у заштитне сврхе (Silva et al., 2019).

Употреба обновљивих извора енергије, укључујући и дрво, све више се промовише у развијеним земљама и потребе ће и даље расти с обзиром на високе цијене фосилних горива, као и због настојања да се са фосилних горива пређе на она која су еколошки прихватљивија. Стога, производња дрвета у плантажама уводи се у легислативу Европске Уније и у законе те се стимулише подстицајима као обновљив извор материјала и енергије. Процјена је да се из шумских плантажа обезбјеђује 15–20% свјетског дрвног горива, било као споредни производи или остаци из индустријских плантажа или као главни производ из намјенских плантажа за биоенергију (Иветић и Вилотић, 2014).

За производњу дрвета користи се широк спектар врста, а производни циклус је обично везан за одговарајуће димензије сортимената и потражњу на тржишту. За хемијску прераду се користи материјал који се производи у плантажама брзорастућих врста са мањим димен-

зијама него што је то случај код трупаца за резање. У производњи енергије продуктивност у плантажама изражава се у тонама суве материје по хектару годишње¹² ($tSM \cdot ha^{-1} \cdot год^{-1}$).

Улога плантажа у пружању екосистемских услуга понекад може да буде контроверзна. Плантаже које се састоје од једне интродуковане врсте дрвећа повезане су са проблемима одржавања квалитета земљишта, правима заједница које се налазе око плантажа, смањеним биодиверзитетом и негативним утицајима на животну средину, нарочито повећаном употребом воде (FAO, 2018). Стога, може се рећи да будућност плантажа иде у правцу коришћења више врста и креирању мозаичног распореда плантажа.

1.1. Историјат плантажног шумарства

Због различитог дефинисања појма плантажног шумарства кроз вријеме и простор, веома је тешко правити његову историјску ретроспективу. Ово посебно долази до изражаја код ширег поимања плантажног шумарства, гдје се оснивање шума, пошумљавање или садња садница декларишу као плантаже. Сматра се да су прве оплеменење тополе, још увијек несортне, произведене у Француској далеке 1760. године, те се Француска сматра зачетником плантажног шумарства у Европи. Прије стотину година, спроведена је прва успјешна контролисана, научно документована хибридизација топола. У Италији, у којој топола и тополарство имају посебан значај, 1939. године основан је Институт за тополе¹³, који је значајно унаприједио тополарство не само у Италији већ и у Европи и свијету, и у којем је синтетисан најпознатији клон топола, клон 'I-214'.

Код врба, активности на оплемењивању почињу око половине 19. вијека, а значајнија истраживања и производња оплемењених врба почиње 1900. године у Шведској (Heribert-Nilsson, 1918).

У даљем тексту биће приказан историјат плантажног шумарства на просторима бивше Југославије. Углавном су то били засади топола и врба, те ће о њима бити највише ријечи.

¹² tSM – тона суве масе.

¹³ Институт се називао Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura и основан је у Касале Монферату. Институт је дао немјерљив значај тополарству кроз развој нових сорти топола са унапријеђеним карактеристикама у смислу брзине раста, отпорности на болести и штеточине, квалитета дрвета и прилагођености различитим стаништима, те у технологијама оснивања плантажа.

Први засади топола основани су око 1920. године на подручју Делиблатске пешчаре. Циљ је био стабилизovati кретање пијеска, односно, спријечити и предуприједити појаву еолске ерозије на том простору. За садњу су коришћене домаће врсте топола, црна и бијела топола, као и култивари евроамеричких топола који су се називали „канадским” тополама. Иако у почетку нису имале велики значај и употребу код локалног становништва, брзо су нашле своју употребу као огрев, а касније и као материјал у грађевинарству. Тополе и врбе добиле су своју улогу у шумарству развојем дрвне и хемијске индустрије прераде дрвета. Тада је било потребно обезбиједити велике количине дрвета, што је допринијело потреби да се саде, гаје и користе интензивни засади наведених врста. У периоду између два свјетска рата расте потражња за дрветом врба и топола.

На подручју Краљевине Југославије, посебно у Подунављу и Подравини, током тридесетих година 20. вијека почињу да се оснивају засади топола на већим површинама. Користе се оплемењени култивари, односно клонови, као што су: ‘*serotina*’, ‘*merilandica*’, ‘*regenerata*’, ‘*robusta*’, као и други доступни клонови (Vasilić, 1963). Између два свјетска рата основано је око 4.000 хектара засада топола. У том периоду увиђа се предност оснивања плантажа садницама произведеним у расадницима, те се почињу производити саднице из резница узетих из новоформираних матичњака. Садња је била густа, са размацима 2×2 m и 3×3 m са продукционим периодом од 30–40 година и 2–3 прореде. Између стабала су гајене пољопривредне врсте, тзв. „окопавине”. Поред топола, резницама и прутевима, на плавнијим земљиштима оснивани су засади врба (Marković, 1986). Почетком Другог свјетског рата, рад на тополама и врбама скоро да је заустављен. Током 1942. године Шпановић објављује публикацију „Врба за плетарство”, гдје се говори о свим аспектима производње врба за плетарство. Након завршетка рата, започињу активности на поновном успостављању међународне сарадње у науци и пракси у функцији унапређења плантажног узгоја дрвенастих врста.

Да би се унаприједио рад са тополама на глобалном нивоу, комисија за тополе Француске иницирала је формирање међународног тијела које се бавило свим сегментима рада са тополама, те је успостављена Међународна комисија за тополе (енгл. *International Poplar Commission*). Комисија је основана 1947. године, са пет радних група које су се бавиле најзначајнијим питањима за тополарство (Guzina, 2000). Међународна комисија подржана је од стране FAO-а те постаје саставни дио те организације. Након тога почиње интензиван рад на развоју плантажног шумарства топола на међународном нивоу. Током

1956. године објављена је прва међународна публикација под окриљем FAO-а под насловом „Тополе у шумарству и коришћењу земљишта” (енгл. *Poplars in Forestry and Land Use*). Наведена публикација 1959. године преведена је и публикована у Федеративној Народној Републици Југославији. Данас се ова комисија назива Међународна комисија за тополе и друге брзорастуће врсте дрвећа за подршку људима и животној средини (енгл. *International Commission on Poplars and Other Fast-Growing Trees Sustaining People and the Environment*) која такође егзистира у оквиру FAO-а.

Након Другог свјетског рата, на нашим подручјима почиње интензивна садња топола. У 1950. години, процијењена површина под тополама кретала се око 10.000 хектара на подручју ФНР Југославије. У периоду од 1950 до 1960. године оснивају се плантаже топола скоро искључиво оплемењеним култиварима. Смањује се густина садње, која се креће од 550 до 1.250 садница по хектару са размацима од 6×2 m, 6×3 m, 4×2 m, 4×4 m, а, поред топола, као примијешане врсте саде се бријест, јоха, јасен, дуд, клен и сл. Користи се садни материјал произведен и његован у расадницима. Увидјевши значај и потенцијале тополарства, влада Федеративне Народне Републике Југославије задужила је тадашњи Савез пољопривредно-шумарских комора (СПШКЈ) да оснује Комисију за тополе у Југославији, што је учињено 1955. године, када је формирана Југословенска национална комисија за тополу – ЈНКТ. Током 1957. године ЈНКТ почиње са редовним публиковањем часописа „Топола”, који објављује научне и стручне радове о тополама и тополарству. На иницијативу ЈНКТ, 1958. године формира се Институт за тополарство у Новом Саду.

Крајем педесетих година, значајан број југословенских научних радника и стручњака иде на студијска путовања у земље Европе и САД-а са циљем да унаприједи своја знања у области тополарства. Након тога, уводе се нове методе и технологије у оснивању засада топола и њиховом гајењу, што доводи до значајног унапређења у раду са тополама на подручју Југославије. Тај период обиљежавају следеће чињенице: засади топола се одликују коришћењем искључиво селекционисаних клонова, примјењује се потпуна припрема земљишта, одржавање засада у првим годинама врши се сјетвом пољопривредних култура и примјеном агротехничких мјера, користе се двогодишње, правилно формиране саднице из расадничарске производње, примјењују се већи размаци садње док се садња врши на дубини око 80–100 cm, примјењују се све мјере заштите, те се планира продукциони период од 10 до 15 година са приносима $20\text{--}30 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Marković, 1986).

Период од 1956. до 1965. обиљежила је употреба италијанских клонова, а најпознатији је клон I-214, који је и данас у употреби. До 1965. године основано је преко 50.000 хектара засада топола, од којих се преко 70% одликовало употребом интензивне плантажне производње. Густина садње смањена је на 273 саднице, а користе се старије саднице (обично старости 2/3).

Период седамдесетих година обиљежен је масовним оснивањем плантажа топола, али се истовремено увиђају и недостаци који се односе углавном на неадекватан избор станишта на којима се оснивају, као и примјену неадекватне технологије рада у плантажама. Долази се до закључка да је прије оснивања засада потребно детаљно испитати особине земљишта, јер тополе нису дале добре резултате на глејним и замочвареним земљиштима. На таква станишта саде се врбе. Поред садница 2/3, почиње значајнија производња садница 1/2. Технологија „дубоке” садње све више се користи и даје одличне резултате, што доводи до повећања производности плантажа топола. У том периоду основано је око 26.000 хектара нових плантажа топола.

Југословенски пољопривредно-шумарски центар и Југословенска национална комисија за тополу током 1973. године покренуле су иницијативу да се на подручју СФРЈ оснују плантаже топола и врба на 200.000 хектара површине.

Марковић (1986) наводи да у периоду од 1971. до 1980. године долази до проблема са болестима изазваних гљивама *Dotichiza populea* и *Marssonina brunnea*, те се у том периоду оснива око 36.000 хектара нових засада на подручју СФРЈ, што је мање од планираног. Истовремено, изостају државни подстицаји за оснивање шума, а цијена дрвета била је у паду, што је довело до смањења инвестиција.

Током осамдесетих година, услови за оснивање плантажа топола и врба побољшавају се повећањем прерађивачких капацитета у Југославији, као и већем фондусу знања о превенцији болести и третирању болести у свим фазама рада, од расадничарске производње до коришћења плантажа. Региструју се нови клонови топола и врба. У свега 4 године, од 1981. до 1985, основано је око 27.000 хектара плантажа топола и врба. Тополе и врбе мањих димензија налазе своју примјену у индустрији целулозе, иверица и папира, те се садња прилагођава тако да се максимализује производност плантажа по јединици површине у што краћем периоду.

У наведеном периоду густина садње углавном је 555 садница по хектару са размаком од $4,25 \times 4,25$ m, при чему се планира једна прореда 7–10. године, када се уклања 50% стабала која имају пречник мањи

од 20 cm. Принос из прореда је $70\text{--}100\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$. Завршна сјеча је у 15. години, када се очекује принос $200\text{--}400\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$. Наведени период обиљежило је оснивање плантажа по принципима „дубоке” садње примјеном мотки старости 2/0 које су сађене на дубину од око три метра, односно до нивоа подземне воде, као и класична, „нормална” садња садница на дубину до једног метра.

Врбе су мање коришћене у оснивању плантажа, углавном због мање продуктивности, теже приступачности станишта, проблема са обрадом, као и мање потребе за тим дрветом. Ипак, врба има своје мјесто у плантажном шумарству у Југославији те се процјењује да је у полојима ријека 1/3 станишта погодна за оснивање плантажа врба. Током седамдесетих година почело се са употребом првих клонова врба за производњу дрвета за целулозу и корпарство.

Када је у питању плантажно шумарство у БиХ, плантаже кошарачке врбе могу се сматрати јединим правим плантажама јер су осниване оплемењеним репродуктивним материјалом (иако је то често било на искуственом нивоу узгајивача врбе, нису регистровани клонови). Током шездесетих година 20. вијека почело се са оснивањем плантажа четинарских врста за потребе индустрије. Коришћен је значајан број интродукованих врста као што су дуглазија, џиновска јела, Вајмутов бор и домаће врсте као што су смрча и бијели бор. Иако су примијењене све мјере агротехнике, такви засади се нису могли сматрати плантажама јер употрејебљени шумски репродуктивни материјал није био оплемењен.

Према Пројекцији програма за подизање интензивних култура и плантажа из 1965. године, планирано је да се плантаже топола и врба у БиХ оснују на 30.000 хектара (Вуга, 1974). Ипак, реалне пројекције на терену предвиђале су површину од око 19.000 хектара топола на слободним површинама и око 5.500 хектара на стаништима око путева. Од тога је 40% предвиђено да се гаји у облику интензивних плантажа, а 60% у облику дрвореда, класичног шумског узгоја или као појединачна и групна стабла. И ти подаци су редуковани јер се све више земљишта користило у пољопривредној производњи (Ћирић, 1974).

Основне смјернице газдовања шумама до 2005. године, које је сачинио Институт за шумарство у Сарајеву 1971. године (Матић et al., 1969), предвиђају да се оснује 50.000 хектара плантажа топола гдје би се 20% засада гајило у интензивном облику, по правилима плантажног шумарства. Босна и Херцеговина је током шездесетих и седамдесетих година имала постављене огледе са клоновима топола у којима су постижани врло запажени резултати. Међутим, смјернице се не реализу-

ју, углавном због оријентације БиХ производње на четинарске врсте дрвећа неопходних за рад великих индустријских постројења, којима је било потребно четинарско целулозно дрво.

Током и послје ратних дешавања на подручју БиХ (1991–1995. год.) у потпуности је заустављен процес оснивања плантажа. Тек у другој деценији XXI вијека почињу да се оснивају засади на малим приватним површинама, углавном у сливу ријеке Саве. Тада почиње тестирање клонова топола у ЈПШ „Шуме Републике Српске” а.д. Соколац на подручју ШГ „Градишка” – Градишка у сарадњи са Институтом за низијско шумарство и животну средину из Новог Сада, или некадашњег Института за тополарство. Препознајући значај плантажног шумарства, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Српске субвенционира заинтересоване привредне субјекте и појединце који оснивају плантаже топола. Кроз апликације на међународне пројекте финансира се оснивање плантажа топола у сливу ријеке Врбас са тендецијом њиховог даљег ширења у Републици Српској. Међутим, то су и даље мале површине које се простиру на свега неколико хектара. Ипак, ове површине представљају добар „полигон” за едукацију будућих стручњака у области плантажног шумарства.

2. ОСНОВНИ ПОЈМОВИ У ПЛАНТАЖНОМ ШУМАРСТВУ

Шумске плантаже су засади дрвећа, односно њихових нижих таксона (сорте, култивари), у којима се врши интензивно газдовање. Могу бити различите намјене. Најчешће се користе за производњу дрвета (без обзира на облик: техничко дрво, целулозно дрво, биомаса и сл.), а постоје плантаже којима је основна сврха производња других производа као што су плодови, смоле, ескудати и слично, те заштитна функција плантажа.

Постоји више дефиниција плантажа које се међусобно разликују. Тако Стилиновић (1991) наводи: „Под шумским плантажама подразумевају се шумске културе које су подигнуте оплемењеним биљкама – клоновима, култиварима или сортама.” У даљем тексту аутор наводи да је „начин гајења дрвећа у шумским плантажама веома интензиван, уз коришћење механизације, ђубрења и других поступака, да би се за што краће вријеме постигли што већи приноси у производњи дрвета.”

Закон о шумама Републике Српске дефинише шумске плантаже као подигнуте засаде оплемењеним биљкама (клоновима, култиварима или сортама) уз интензиван начин гајења (коришћење механизације, ђубрења и др.) да би се за што краће вријеме постигли што већи приноси у производњи дрвета. Наведена законска одредба скоро је идентична дефиницији Стилиновића.

Дефиниција плантажа FAO-а (2020) гласи: „Плантажама се сматра подручје са интензивним газдовањем једном врстом (домаћом или интродукованом) са униформном густином садње, једног доброг разреда и краћом ротацијом.”

FSC стандард дефинише шумску плантажу као површину под шумом основану садњом или сјетвом од домаћих или страних врста, често од једне или више врста, правилног распореда и исте старости, којој недостају основне карактеристике и елементи природних шума

(INDUFOR, 2012). Ова дефиниција је нешто шира и може да се поисто-вијети са свим вјештачки основаним шумама, те није најприкладнија као дефиниција плантажа.

Стантурф и сарадници (2001) наводе да плантажа треба да испуни три основна услова, а то су: (1) употреба прилагодљивог, доказаног клона, односно сорте, (2) квалитетно станиште и (3) примјена интензивне агротехнике (слика 2-1).



Слика 2-1.
Троугао дефиниције плантажа (по Stanturf et al., 2001)

Поред дефиниције шумских плантажа, потребно је објаснити још неке појмове који се сусрећу у плантажном шумарству и разликују се у односу на терминологију која се користи у класичном вјештачком оснивању шума.

Дужина продукционог периода често се дефинише као ротација (опходња). То подразумејева вријеме од момента оснивања плантаже па до момента њеног искоришћавања. Код плантажа које се обнављају изданаичким путем и код којих се користи биомаса у краћим временским периодима, то подразумејева вријеме између два коришћења (жетве) на истој површини.

Клон је скуп свих биљака који воде поријекло од једне матичне биљке – ортете. Клонови који настају у процесу вегетативног умножавања најчешће се користе у плантажном шумарству, те је често у употреби термин „клонско шумарство”. Клон је идентичан матичној биљци која је резултат дугорочног процеса оплемењивања. Најпознатији су клонови топола, врба, еукалиптуса, воћкарица као што је дивља трешња, али и неких четинарских врста као што је ситканска смрча.

Сорта је скуп гајених биљака које се издвајају по некој од својих особина од осталих. Термин сорте веже се за оба начина размножавања: генеративни и вегетативни начин размножавања. Са матичних индивидуа жељених карактеристика, а најчешће су то индивидуе из сјеменских плантажа или матичњака, зависно од врсте размножавања, врши се сакупљање сјемена или вегетативних дијелова биљака потребних за производњу садница, резница, мотки, итд. Такав садни материјал, који је у категорији тестираног, користи се за оснивање шумских плантажа.

Клон је вегетативно потомство од једне матичне биљке – орте-те. Све индивидуе које настају вегетативним размножавањем, „копирањем” генотипа, чине један клон. Често се термини сорте и клона поистовјећују, али треба имати у виду да је клон увијек вегетативно размножен. Сорта код генеративног потомства подразумијева да је сје-ме које се користи за оснивање плантажа у категорији тестираног, тј. доказане супериорности у упоредним тестовима.

Посебан вид плантажа јесу сјеменске плантаже, у којима је примарни циљ производња квалитетног полазног материјала. Сјеменске плантаже шумског дрвећа су везане за производњу шумског репродуктивног материјала и нису предмет плантажног шумарства у производном смислу, те се неће даље разматрати у овом уџбенику.



3. КЛАСИФИКАЦИЈА ШУМСКИХ ПЛАНТАЖА

Класификација шумских плантажа се врши на основу намјене и дужине производног циклуса (опходње или ротације).

3.1. Класификација плантажа на основу намјене

Према Онјеквелу и сарадницима (Onyekwelu et al., 2011), шумске плантаже се дијеле на:

1. производне:
 - а) индустријске;
 - б) плантаже за рурални развој.
2. заштитне.

Иветић и Вилотић (2014) наводе да шумске плантаже могу бити:

- а) индустријске;
- б) за производњу биомасе (засади кратке опходње – ЗКО, енгл. *short rotation coppice – SRC, short rotation forestry – SRF*);
- в) заштитне и бафер зоне;
- г) плантаже за фиторемедијацију;
- д) локалне – друштвене и
- ђ) плантаже у систему агрошумарства.

Према подјели Свјетске банке (Savill et al., 1997), плантаже су по-дијељене на три велике категорије:

- а) локалне – друштвене,
- б) еколошке и
- в) плантаже за индустријску употребу.

3.2. Подјела плантажа према дужини производног циклуса

Према дужини производног циклуса (који се често назива и опходњом и ротацијом), плантаже се дијеле на:

- дугорочне плантаже (*енгл. long term*), плантаже са дужином производног циклуса (ротацијом, опходњом) преко 20 година (слика 3-1),
- средњорочне плантаже (*енгл. mid term*), са дужином производног циклуса (ротацијом, опходњом) 4–10 година (слика 3-2),
- краткорочне плантаже (*енгл. short term, short rotation forestry – SRF, short rotation coppice – SRC*), плантаже са дужином производног циклуса (ротацијом, опходњом) до 4 године (слика 3-3).

Оваква подјела је најчешћа, мада постоје литературни извори који на другачије начине дијеле плантаже с обзиром на продукциони период. Ради поједностављења терминологије, у даљем тексту користиће се термини: „дугорочне”, „средњерочне” и „краткорочне” плантаже. Разлика у дужини производног циклуса условљава употребу дрвета произведеног у плантажама. Најчешће се дрво из дугорочних плантажа користи за производњу трупаца за резање и фурнир, дрво из средњерочних плантажа се користи за потребе хемијске индустрије (нпр. за производњу целулозе), а дрво из краткорочних плантажа се користи за потребе производње биомасе или енергије (тзв. „енергетски засади“).



Слика 3-1.
Дугорочна
плантажа (фото:
Матаруга, 2017)



Слика 3-2.
Средњерочна
плантажа (фото:
Матаруга, 2017)



Слика 3-3.
Краткорочна
плантажа (фото:
Цвјетковић,
2017)



4. ИЗБОР ВРСТЕ (ТАКСОНА) И ЗНАЧАЈ ЗА ОСНИВАЊЕ ПЛАНТАЖА

Данас, када се говори о плантажном узгоју дрвенастих врста које се размножавају генеративно, користи се шумски репродуктивни материјал (сјеме) које потиче из сјеменских плантажа и припада категоријама тестираног сјемена. За неке врсте постоје плантаже које имају генетичку добит преко 20%, а сјеме се производи у сјеменским плантажама треће и наредних генерација. Тако нпр. за оснивање плантажа дуглазије у САД-у користи се сјеме из треће генерације сјеменских плантажа, а сјеме бијелог бора у Шведској сакупља се из сјеменских плантажа пете генерације. Посебно се пројектује свака сјеменска плантажа да би се избјегло укрштање у сродству и могућност појаве неочекиваних и нежељених појава у потомству насталих укрштањем у сродству.

Код врста које се размножавају вегетативним путем, процес оплемењивања је отишао корак даље, тако да се за оснивање плантажа користе клонови (сорте) који су се издвојили по својим карактеристикама значајним за привреду. Сваки клон треба да има своју идентификациону карту („лична карта” клона) која садржи све неопходне податке у погледу његових еколошких особина, динамике раста, временског оквира у коме расте (дужина вегетационог периода), својства дрвета и намјене.

У плантажном шумарству најважнији корак је избор станишту одговарајуће врсте и њеног нижег таксона – сорте, односно клона. Таксон који се одабере треба да буде добро адаптиран на локалне климатске, едафске, орографске и биолошке услове. Иза селекције одговарајућег екотипа, провенијенције или клона треба да се налази научна основа у форми препорука (Freer-Smith et al., 2019). У европској и свјетској пракси, препорука за коришћење одговарајућег шумског репродуктивног материјала чини основу за добијање средстава подстицаја за оснивање плантажа.

Основне особине врста и нижих таксона, односно процес селекције шумског репродуктивног материјала *усмјерава се на*:

- бујност раста (пречник, висина) – што већи пречник и висина или што већа производност биомасе у што краћем периоду,
- прав(н)ост дебла – што правије дебло да би се добили што квалитетнији трупци за резање,
- осјетљивост на болести и штеточине – максимална отпорност на све биотичке и абиотичке штете,
- способност за ожиљавање (букет и калус) – способност брзог и лаког умножавања садног материјала,
- својства дрвета (механичка и хемијска прерада, запреминска маса, енергија) – клон треба да има својства која су пожељна са аспекта циља подизања плантаже.

Према подацима са глобалног нивоа, највећи проценат плантажа основан је врстама из рода *Pinus* (42%) и *Eucalyptus* (26%) (INDUFOR, 2012). Борови су најзаступљенији у Сјеверној и Латинској Америци, Океанији и Африци. Највећи дио плантажа еукалиптуса налази се у Аустралији, Латинској Америци, Европи и Азији. У Европи плантаже еукалиптуса најзаступљеније су у Шпанији и Португалу.

У плантажном шумарству Европе доминирају клонови врста то-пола (*Populus* spp) и врба (*Salix* spp). У Европи су значајно заступљене плантаже других, интродукованих врста као што су: еукалиптус, багрем, дуглазија, ситканска смрча, ариш, црвени храст, монтерејски бор, црни орах, боровац, итд. Што се тиче осталих врста, борови који се користе у оснивању плантажа у Сјеверној Европи јесу бијели бор (*Pinus sylvestris* L.) и усукани бор (*Pinus contorta* Douglas).

Највећи број плантажа састоји се само од једне врсте. Процесом оплемењивања кроз вријеме постиже се већа добит и квалитет, а смањује се диверзитет у плантажама (Иветић и сар., 2016). Усљед бројних несигурности које се могу јавити при оснивању таквих плантажа и гадовању њима, наука и пракса све јаче прокламују став да предност треба дати поликлонским или полифамилијарним засадима, умјесто моноклонским и монофамилијарним засадима, а велики потенцијал имају и мјешавине врста. Премда свако одступање од коришћења униформног шумског репродуктивног материјала у погледу разноликости врста и типова садног материјала при оснивању и управљању плантажама чини процес рада комплекснијим, постоје бројни примјери позитивног утицаја система плантажа који се састоје од више врста (односно њихових нижих таксона).

Избор врста се такође може заснивати на коришћењу неких других значајних екосистемских услуга. Треба подстицати врсте које чувају или мелиоришу земљиште и обезбјеђују његову стабилизацију. Посебно су значајни багрем и јоха, који играју значајну улогу у побољшању плодности земљишта и у редукцији потребе за вјештачким ђубривима.

4.1. Значај избора клона у плантажама топола

Када је у питању плантажно шумарство код нас, углавном се користе врсте из рода *Populus*, и то за потребе производње трупца за резање. Такву производњу карактерише претходна анализа еколошких карактеристика станишта да би се одредио одговарајући клон.

Полазни шумски репродуктивни материјал топола који се користи за оснивање плантажа и који је генетички унапријеђен за одређена подручја и циљ производње мора бити представљен на такав начин да онај ко оснива плантажу има што више информација – његову еколошку оптималну нишу, какав облик финалног производа може да очекује и у којем временском периоду, као и на шта треба да обрати пажњу у смислу потребних мјера њега и заштите. Стога се за такав материјал (за неке врсте) израђују идентификационе картице. Свакако треба имати у виду да исти клон показује разлике на различитим стаништима (Orlović et al., 1998).

На слици 4-1 приказан је примјер једне идентификационе карте за често коришћени клон тополе 'Orion'. Идентификациона карта клона 'Orion' у заглављу садржи име клона, компанију која је произвела клон и компанију која има право да дистрибуира репродуктивни материјал (резнице, мотке, саднице и друге вегетативне дијелове биљке).

Други дио информативне карте састоји се од тзв. „личне карте” клона, у којој је наведен назив врсте или врста, тј. подаци о родитељским индивидуама између којих је спроведена контролисана хибридизација и пол клона.

Сљедећи сегмент података односи се на морфологију стабла, а тиме и будуће сортименте, облик крошње, избојну моћ, облик дебла и облик и боју коре. Тако се код клона 'Orion' наводи да је крошња уска, скупљена, има средњу изданачку моћ, што је битно за могућност обнове оштећених дијелова стабла или избојну моћ из пањева у производњи биомасе, стабло је са благим закривљењима (синусоидно), што овај клон препоручује више за узгој биомасе него техничког дрвета. Код

неких других клонова, као што је ‘Oudenberg’ стабло је цилиндрично и хомогено, што му даје предност у гајењу плантажа групаца за резање.

Поред наведених сегмената идентификационе карте, постоји одјељак „култивација и производне карактеристике” (енгл. *Cultivation and production characteristic*), у којем се наводе способност ожиљавања, пожељне карактеристике земљишта на којима се гаји, период када клон најбрже расте, густина дрвета и препорука за облик плантажног гајења. На примјер, клон ‘Orion’ се препоручује за производњу биомасе.

Посљедњи сегмент података јесу подаци о отпорности на најчешће штеточине и болести. Поред наведених података, идентификациона карта може да садржи податке о минималној дужини вегетационог периода потребног да би саднице одређеног клона адекватно расле и развијале се у плантажама.

ORION CLONE

Selectioned clone from:
CRA-PLF, Casale Monferrato (AL)
Authorised distributor:
Biopoplar srl, Cavallermaggiore (CN)



Identity card

species	Populus x canadensis
CROSS	Populus deltoides Marsh. 'D0-006', Texas, USA (mother) x Populus nigra L. 'N094' Turro, Piacenza, Italia (father)
sex	male



Morphological and phenological characteristic



tree foliage	gathered
sprout	medium
trunk	sinuous
bark	smooth, brown

resistance to adversity

	very limited	limited	sufficient	high	very high
Spring defoliation					
Rusts					
Bronzing					
Cortical necrosis					
Brown spots					
Mosaic virus					
Wolly aphid					
Wind					

Cultivation and production characteristic

- High rooting of cuttings and rods;
- Suitable for many soils types, including the calcareous and dry ones;
- Remarkable growth in juvenile stage, higher production than I-214;
- Wood's basal density of 0.36g/cm³, suitable for biomass production.

Слика 4-1.

Идентификациона карта клона тополе ‘Orion’

Клон 'I-214' показао се као један од најпогоднијих клонова за наша подручја, гдје је у употреби већ неколико деценија. То је један од најстаријих и најпознатијих клонова тополе, селекционисан половином тридесетих година прошлог вијека, који још увијек показује добре резултате. Опходња са овим и сличним клоновима за производњу трупца за резање траје од 20 до 30 година, а пројектовани прираст се креће у интервалу од 20 до 60 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$. Запремина на крају опходње, у старости 25–30 година врло је зависна од услова станишта, а у просјеку износи 360–500 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Danilović et al., 2020; Čomić, 2021), па чак и до 580 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Andrašev et al., 2010). Поред наведеног клона, постоје на стотине других клонова топола који се користе у засадама широм Европе и свијета.

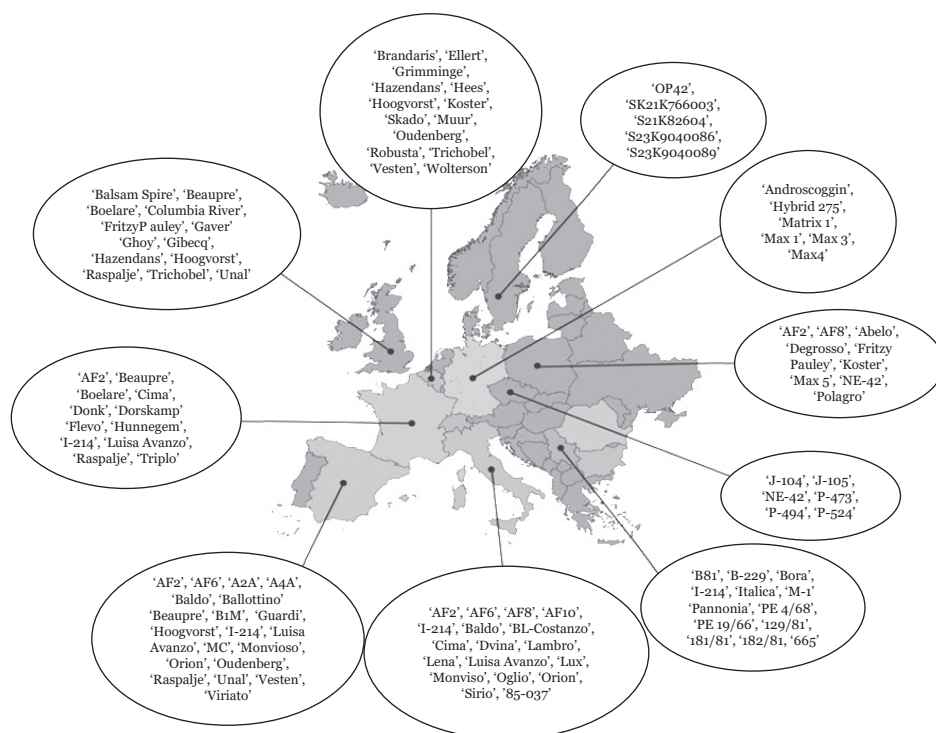
Када су у питању клонови за биомасу или енергетске плантаже, неки од најпознатијих клонова топола који се користе могу да достигну принос у просјеку од 10 до 15 $\text{tSM} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ (Niemczyk et al., 2016), а уз примјену свих мјера неки клонови (нпр. клон 'Baldo'), могу да достигну производност од 17,5 $\text{tSM} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ (Facciotto et al., 2018).

Процес синтезе нових клонова је константан, гдје се стално добијају нови са већом производношћу и бољом отпорношћу. Неки од примјера нових, тестних клонова јесу клонови 'H33' и 'H17', који су постигли одличне резултате у свијету, а слични подаци су добијени и у тестовима код нас. Досадашњи резултати указују на одличне карактеристике клона 'H33' са високом производности и при различим густинама садње у интервалу од 10.000 до 20.000 садница по хектару (Thevs et al., 2021).

У просјеку, тополе за продукцију биомасе имају производност од 10 до 12 $\text{tSM} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$. Кајба и сарадници (2011) наводе да је просјечан очекивани принос у засадама кратке опходње за производњу биомасе од 8 $\text{tSM} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ на лошијим стаништима, до 11 $\text{tSM} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ за квалитетнија станишта, до најпродуктивнијих тестираних клонова на одговарајућим земљиштима са производношћу од 20 $\text{tSM} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$. Рончевић и сарадници (2013), анализирајући различите клонове тополе, наводе да се на крају првог двогодишњег циклуса може очекивати принос биомасе од 10,35 $\text{tSM} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ за клонове са густином садње од 8.330 резница по хектару, до 18,86 $\text{tSM} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ за клонове са већом густином садње, од 16.660 резница по хектару. Аутори наводе да се, због веће изданачке моћи, већ у другом циклусу за одабране клонове може очекивати производност биомасе од чак 33,86 $\text{tSM} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ за густину садње од 16.660 резница по хектару.

Број синтетисаних клонова топола који се користе у Европи је велики. То су клонови који су синтетисани за све врсте плантажа (дугог, средње дугог и кратког производног циклуса) и за које је јако битно да, у ери климатских промјена, ефикасно користе воду и ресурсе који су им на располагању (Orlović et al., 2002).

На слици 4-2 приказани су клонови који се користе у Европи за оснивање плантажа топола. Избор клона увелико утиче на бројне особине дрвета, укључујући најбитнију – састав и енергетски потенцијал клонова (Клашња et al., 2012). Неки од најзначајнијих клонова који су синтетисани и користе се у Европи приказани су на слици 4-2.



Слика 4-2. Клонови тополе који се користе и тестирају у Европи (извор: Oliveira et al., 2020)

Да би се неки клон или сорта регистровали као клон за комерцијалну употребу, потребно је да докажу своју супериорност у огледима на отвореном, тј. у пољским огледима или клонским тестовима (слика 4-3). Пољски вишегодишњи огледи се оснивају по следећим принципима:

- на што више типова земљишта,
- са различитим размацима између индивидуа,
- са комбинацијом више клонова,
- са више типова садног материјала,
- поставља се стандард у огледу (да су сви огледи на свим мјестима идентични),
- врши се праћење: прираста, фенофаза листања и одбацивања листа,
- прати се морфологија, осјетљивости на болести,
- прате се абиотичка оштећења.

На крају, послје тестирања, уколико сорта (клон) покаже пожељне особине на основу интеракције генотипа и животне средине, врши се признавање сорте.



Слика 4-3.
Супериорност
једног клона у
односу на други
у поређењу
динамике раста
клонова тополе на
истој површини
(фото: Матаруга,
2016)

4.2. Стварање сорти топола

Процес оплемењивања и стварања сорти топола сталан је посао који се обавља да би се произвеле високопродуктивне, отпорне сорте топола. Два основна процеса у оплемењивању топола јесу:

1. селекција полазних индивидуа и
2. хибридизација.

Селекцијом се бирају полазне индивидуе које се одликују пожељним особинама. Полазни материјал су генотипови из природе као индивидуе пожељних својстава. Обично се комбинују индивидуе из различитих секција топола које имају добар раст и отпорност на болести. Ипак, сваки од одабраних генотипова има неку „слабост”, тј. неку непожељну особину коју би требало отклонити.

Тополе су дводоме врсте, што значи да постоје мушке и женске индивидуе. Хибридизација, као наредна фаза оплемењивања након селекције, користи се да би се створило хибридно потомство. Сјеме добијено хибридизацијом се сије, и гаје се нови генотипови. Међу тим генотиповима настоје се пронаћи индивидуе са позитивним својствима: индивидуе које се добро ожиљавају, отпорне на болести (и штеточине), брзо расту и имају одговарајући квалитет дебла. То је дуг процес који тражи велику посвећеност кроз процесе праћења и тестирања. Када се уочи да нека од индивидуа из потомства има тражене особине, она се даље вегетативно размножава те се од ње производи клон. Основне карактеристике сорте (клона) су наследност и стабилност.

Клон се, по правилима Међународне комисије за тополе, мора тестирати на више различитих локација, на више типова земљишта, примјеном различитих врста садног материјала. Огледи се подижу са више клонова, по стандардима (сви тестови су идентично организовани) и прате се таксациони елементи и морфологија стабла, врше се фенолошка осматрања, те се прати појава биотичких и абиотичких штета. Након тестирања, уколико сорта (клон) покаже да има пожељне особине које оплемењивач тражи, врши се признавање сорте на основу интеракције генотип × животна средина.

У процесу стварања клонова обично се укрштају врсте из различитих секција рода *Populus*.

4.2.1. Секција *Aigeiros*

Секција *Aigeiros* обухвата најзначајније врсте које се користе за синтезу нових клонова. Ова секција има врло широк ареал у Сјеверној

Америци, Европи и Азији. Из секције *Aigeiros* потиче највећи број клонова који се користе у пракси. Најзначајније врсте су:

Populus nigra (домаћа црна топола или европска црна топола) представља једну од најзначајнијих врста топола која се укршта са другим врстама ради стварања нових клонова. За њу је карактеристично да је врста у нестајању, углавном због осјетљивости на болести, али је истовремено врло адаптабилна и има добар потенцијал за ожиљавање.

Populus deltoides (америчка црна топола) одликује се брзим растом и отпорна је на рак коре (*D. populea*), одликује се правошћу дебла али се слабије ожиљава и мањи је пријем садница на терену.

Populus x euramericana или *Populus canadensis* (евроамеричка црна топола или канадска топола) представља хибрид између *Populus deltoides* и *Populus nigra*. Одликује се брзим растом, отпорношћу на болести, добро се адаптира и има висок проценат ожиљавања и одлично преживљавање на терену након садње. Најпознатији клонови селекцијонисани из овог хибрида су: 'I-214', 'Pannonia', 'Monteviso', 'Pegaso', итд.).

4.2.2. Секција *Tacamahaca*

Секција *Tacamahaca* има ареал у источној Азији и сјеверозападном дијелу Сјеверне Америке. Најзначајније врсте ове секције су:

Populus maximowiczii (миришљава топола из Кине и Кореје) – одликује се одличним ожиљавањем, раним листањем и отпорношћу на сушу захваљујући посебној заштити која се постиже постојањем хиподермалног ткива, а број стома је прилагођен сушним стаништима. Хибридизацијом са врстом *Populus nigra* створене су сорте топола које су у широкој употреби. То су: 'MAX 1', 'MAX 2', 'MAX 3', 'MAX 4'.

Populus trichocarpa, која потиче из сјеверозападног дијела Сјеверне Америке, одликује се брзим растом, добрим ожиљавањем, прилагођена је за брдска станишта. Укрштањем са врстом *Populus deltoides* створена је сорта 'UNAL'.

4.2.3. Секција *Leuce*

Врсте из секције *Leuce* су аутохтоне врсте, од којих су најпознатије бијела топола (*Populus alba*) и трепетљика (*Populus tremula*). Бијела топола се јавља уз ријеке, а размножава се из коријенских резница или микропропагацијом. Ријетко се користи за оснивање нових шума, а хибридује се са *Populus grandidentata* да би се добила сорта са правим деблом.

Populus tremula, трепетљика, налази се у брдско-планинској зони нашег поднебља. Одликује се брзим растом уз размножавање из коријенских резница или микропропагацијом. Хибридизација се врши са врстом *Populus tremuloides*, при чему се добијају сорте бржег раста и веће отпорности. Такође, синтетишу се хибриди између *Populus alba* и *Populus tremuloides*.

4.3. Значај избора клона код других врста које се плантажно гаје

Поред топола, у употреби су клонови врбе, поготово у скандинавским државама. У засадима кратке опходње у шест земаља Сјеверне Европе, принос врбе износи $7\text{--}9 \text{ tSM}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$ (Mola-Yudego, 2011). У истраживањима код нас (Krstinić i Kajba, 1993), плантаже врбе у старости од 7 година достизале су запремину $56\text{--}80 \text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$. Клон бијеле врбе 'V160' у 16. години достигао је запремину од $375 \text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$. Просјечни прираст код добро одабраних и станишту прилагођених клонова износио је годишње у интервалу $15\text{--}20 \text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$ у зависности од употребљеног клона. Посебно се истиче значај правилног одабира клона на стаништима, јер разлика између клонова у погледу производности у истој старости може да буде 3 пута већа уколико се одабере одговарајући клон (случај разлике клонова 'V161' са запремином од $249 \text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ и 'MB1' са запремином од $76,6 \text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ у старости од 16 година). Прираст код најбољих клонова био је у интервалу $12\text{--}16 \text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$. Неки клонови су имали просјечни годишњи прираст од чак $44 \text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ на стаништима гдје је компатибилност клона и станишта била потпуна (Krstinić, 1989).

Тестирање постојећих клонова врба веома је битно код избора најбољег. Тако се нпр. клон 'Tordis' у неким засадима показао као најпродуктивнији, постижући производност од $11,9 \text{ tSM}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$, а остали клонови, коју су некада показивали најбоље резултате и били широко коришћени, као нпр. клон 'Inger', показују скромније резултате. Овдје треба нагласити битност сталног праћења унапређења производности клонова. Шумарски стручњаци треба да се информишу о новим клоновима, методама и техникама рада са њима да би се постизала максимална производност и испунио зацртани производни циљ. Уколико се одабере одговарајући клон, уз фертилизацију и иригацију, клонови врба могу да достигну и преко $35 \text{ tSM}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$ (Christersson, 1987).

Багрем је једна од врста која показује добре резултате у гајењу. Синтетисани су бројни клонови багрема. Одабир доброг клона омогућава максималну производност. Тако клон 'Üllői' у петој години постиже производност од $8 \text{ tSM}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$, а у седмој години $9,7 \text{ tSM}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$.

⁻¹ (Rédei et al., 2011). Сличне масе су остварене и у Њемачкој (Huber et al., 2018). Код багрема који има намјену трупаца за резање прираст је најинтензивнији у периоду око двадесете године, када достиже вриједности $10\text{--}15\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ и запремине од чак $549\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ у четрдесетој години живота плантаже (Giurgiu & Drăghiciu, 2004).

Када су у питању четинарске врсте, ситканска смрча у плантажама у Ирској достиже просјечне годишње прирасте од $22\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{год.}^{-1}$ углавном на маргиналним пољопривредним земљиштима. Често се мијеша са аутохтоним врстама лишћара (јоха и бреза) са удјелом од 15%.

У чистим плантажама црног ораха, на добрим стаништима црни орах у старости од 40 година достиже запремине $275\text{--}341\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{год.}^{-1}$ и представља све чешћи избор у оснивању шума и плантажа код нас.

Анализа резултата плантажног гајења дуглазије у плантажама омогућава да се у 40. години произведе $600\text{--}800\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ у Француској, док се у старости од 60 до 80 година могу очекивати запремине $1.150\text{--}1.200\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ у Бугарској (Nicolescu et al., 2023). Дуглазија се показује као једна од пожељних врста за садњу код нас, а на то наводе резултати бројних истраживања (Мрзић, 2023). Посебну пажњу треба обратити на високопродуктивне провенијенције и унапријеђен шумски репродуктивни материјал из различитих провенијенција или из сјеменских плантажа. У Сједињеним Америчким Државама у употреби је сјеме из треће генерације сјеменских плантажа које омогућава генетичку добит од око 20% у погледу производности. Смрча у плантажама, зависно од старости и броја прореда, може да достигне прираст од око $9\text{--}10\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{год.}^{-1}$ (Katrevičs et al., 2018), као и бијели бор (Linkevičius et al., 2023).

Избор врсте и нижих таксона представља одлучујући фактор који дефинише успјешност будуће плантаже. У обзир треба узети биоеколошке карактеристике таксона и упоредити га са подацима о станишту. Добре резултате могу да понуде постојећи тестови потомства и провенијенција који се подижу управо у сврху препознавања најбољих провенијенција и индивидуа, гдје се добијају егзактни подаци о супериорности неке сорте, односно клона (слика 4-3).



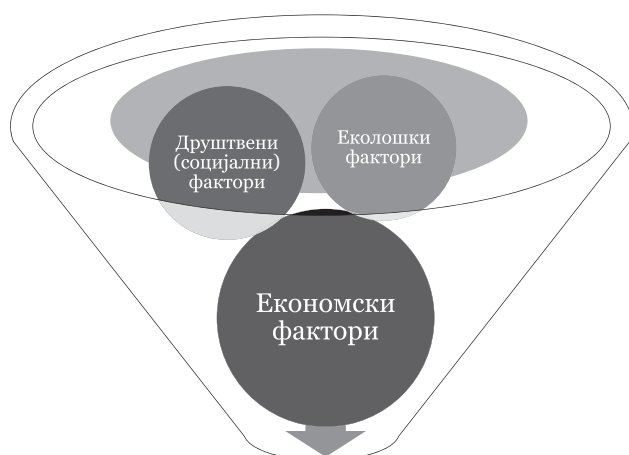
H 03

5. ИЗБОР СТАНИШТА ЗА ОСНИВАЊЕ ПЛАНТАЖА

Избор станишта представља једно од најбитнијих питања када се говори о плантажном шумарству. Највећи бенефити у производњи биомасе у свим плантажама дошли су првенствено од одабира локације за њихово оснивање. Свакако, уз избор станишта важни су: избор таксона, тип садног материјала, примјена агротехничких мјера.

С обзиром на високе захтјеве одабраних таксона за водом и хранљивим материјама, као и сталну обраду земљишта, не могу се користити станишта малог производног капацитета. Шумске плантаже се оснивају на земљиштима које имају добар квалитет или им се квалитет може значајно унаприједити одговарајућим агротехничким мјерама.

Код оснивања плантажа, углавном је приоритетан економски фактор (слика 5-1). Стога се и станишта бирају тако да испуњавају услове што јефтиније и рентабилније производње.



ИЗБОР СТАНИШТА

Слика 5-1.
Приоритети
у оснивању
плантажа у
погледу утицаја
главних фактора
(функција)
новог засада
(илустрација:
Цвјетковић, 2023)

Детаљно се процјењује принос плантажа, сви трошкови од оснивања до коришћења производа из плантажа, трошкови рада и транспорта. Бирају се станишта која су еколошки погодна, али се посебна пажња поклања економској компоненти, тј. оправданости инвестиције.

На нашим подручјима, гдје се већином оснивају плантаже топола, углавном се користе земљишта која се не могу користити за неметану и континуирану пољопривредну производњу, а имају висок производни потенцијал. То су земљишта у инундацијама, односно земљишта која често бивају плављена услед излијевања воде изазваним високим водостајем ријека и која се налазе у „небрањеним зонама”, тј. између ријечног корита и насипа. Обично су то:

- неразвијена хидроморфна земљишта, ријечни наноси,
- флувисол,
- хумофлувисол,
- друга неразвијена земљишта.

У даљем тексту акценат је на земљиштима која се најчешће користе код нас у плантажирању засада топола.

5.1. Флувисол и хумофлувисол

Земљишта са најповољнијим особинама за гајење топола јесу флувисол и хумофлувисол. Припадају класи неразвијених хидроморфних земљишта. Педогенеза је слабо изражена због младости наноса или непрекидне седиментације. Два наведена земљишта се по количини хумуса значајно разликују. Хумифлувисол има потпуно развијен хумусни слој дубине 20–30 см, док код флувисола тога нема, већ се јавља иницијални хоризонт хумуса. Такође, дубина подземне воде је већа код флувисола (више од 2 метра), док је код хумофлувисола та дубина преко 1 метар. Неке од основних карактеристика флувисола јесу:

- слојевитост,
- појава дебелих слојева пијеска,
- могућност прекида капиларитета,
- висока водопропустљивост,
- мали корисни водни капацитет,
- мали садржај хумуса,
- дубок ниво прве издани (преко 2 метра),
- велика амплитуда осциловања подземних вода.

Особине хумофлувисола су:

- хомоген текстурни састав,
- моћан хумусни хоризонт,

- добра дренираност,
- висок корисни водни капацитет,
- висок садржај хумуса,
- ниво прве издани од 1 до 2 метра.

Примјена агротехничких мјера на овим земљиштима је обавезна и тиме се настоји побољшати квалитет површинског слоја земљишта, редуковати коровска вегетација и побољшати услове за раст и развој плантажа топола.

Поред флувисола и хумофлувисола, на којима се најчешће гаје тополе, користе се и друга земљишта. Земљишта која се користе у производњи тополе за различите потребе јесу: семиглејна земљишта, псеудоглеј, ритска црница, еуглеј, чернозем и др.

Избор станишта је посао који се одвија у више фаза. Поред дефинисања земљишта, потребно је да се дефинишу још неке особине станишта. Станишта која се користе у оснивању плантажа топола у догорочним засадима треба да имају одговарајући ниво подземних вода као и вријеме и дужину плављења у току године. Садња се врши углавном на тзв. „средњим положајима”, гдје плављење траје од 21 до 65 дана у години, при чему се користи дубока или нормална садња.

Код плантажа које се користе за биомасу и друге потребе, земљишта нису у зони плављења и налазе се на квалитетним, продуктивним земљиштима. Такви засади су углавном на плодним пољопривредним или маргиналним пољопривредним земљиштима близу путева и поtroшача.

Плантаже за друге намјене као што су производња специфичних споредних производа шумарства подижу се на стаништима која су компатибилна са специфичним условима врсте која се оснива.



6. РАДНЕ ЕТАПЕ У ПЛАНТАЖНОМ ШУМАРСТВУ

Радови у плантажама се реализују у етапама, при чему свака од активности треба да буде правилно и детаљно планирана. Информације о томе које се одлуке доносе у свакој од етапа у раду са плантажама, како изгледа засад у посматраним етапама, као и трајање сваке од етапа, приказане су на шеми 6-1. У поглављима након овог биће детаљније објашњене операције које се помињу у овом шематском приказу.

Прва радна операција која се реализује јесте планирање. Планира се површина на којој ће се вршити оснивање плантаже, дефинише се циљ оснивања плантаже, те се врши избор врсте (таксона), а затим извор шумског репродуктивног материјала. Наредна фаза је фаза припреме станишта за оснивање плантаже. Главне одлуке које се доносе везане су за интензитет припреме станишта и одређује се распоред и густина садње уколико то раније неким плановима, на вишем нивоу планирања, није дефинисано. Интензитет и јачина припреме дефинишу се у односу на стање површине и подразумевају комплетно уклањање вегетације, а затим обраду земљишта примјеном агротехничких мјера на читавој површини на којој се оснива плантажа. Вријеме припреме станишта најраније се може спровести годину дана унапријед, под условом да неће доћи до појаве коровске вегетације или појаве неког другог фактора који ће смањити ефекат обраде земљишта, до неколико дана непосредно прије оснивања плантаже.

Након припреме земљишта врши се садња садница или пободање резница или мотки. Непосредно прије садње или током садње врши се размјеравање и фертилизација, уколико је она предвиђена. На површини се налазе засађене саднице или пободене резнице, мотке или неки други облик садног материјала.

Након оснивања плантаже, потребно ју је одржавати. Главне одлуке које се доносе јесте учесталост одржавања (број одржавања по јединици времена) и методе одржавања (ручно или машински; укла-

њање комплетног корова или међуредна обрада, итд.). У овој фази се могу користити ђубрива да би се поспјешио раст садница или младих стабала. Тада се, ради одржавања погодног водно-ваздушног режима земљишта, обично врши обрада земљишта тањирањем једном до два пута у годину дана.

У току одржавања плантаже, постоји могућност међуредне садње пољопривредних култура. Тиме се омогућава редовна обрада земљишта и примјена агротехничких мјера од којих корист има и главни засад – плантажа, док власник плантаже кроз међуредни засад одржава плантажу и уједно остварује одређени приход од пољопривредне културе. Поред сјетве пољопривредних култура, могуће је одржавати плантажу кроз испашу домаћих животиња, уз обавезно вођење рачуна да животиње на било који начин не оштете дрвенасте врсте у плантажи. У плантажи се у овој фази налазе младе индивидуе, које су висине пар метара и имају снажан раст. Више о овој теми може се наћи у поглављу Агрошумарство.

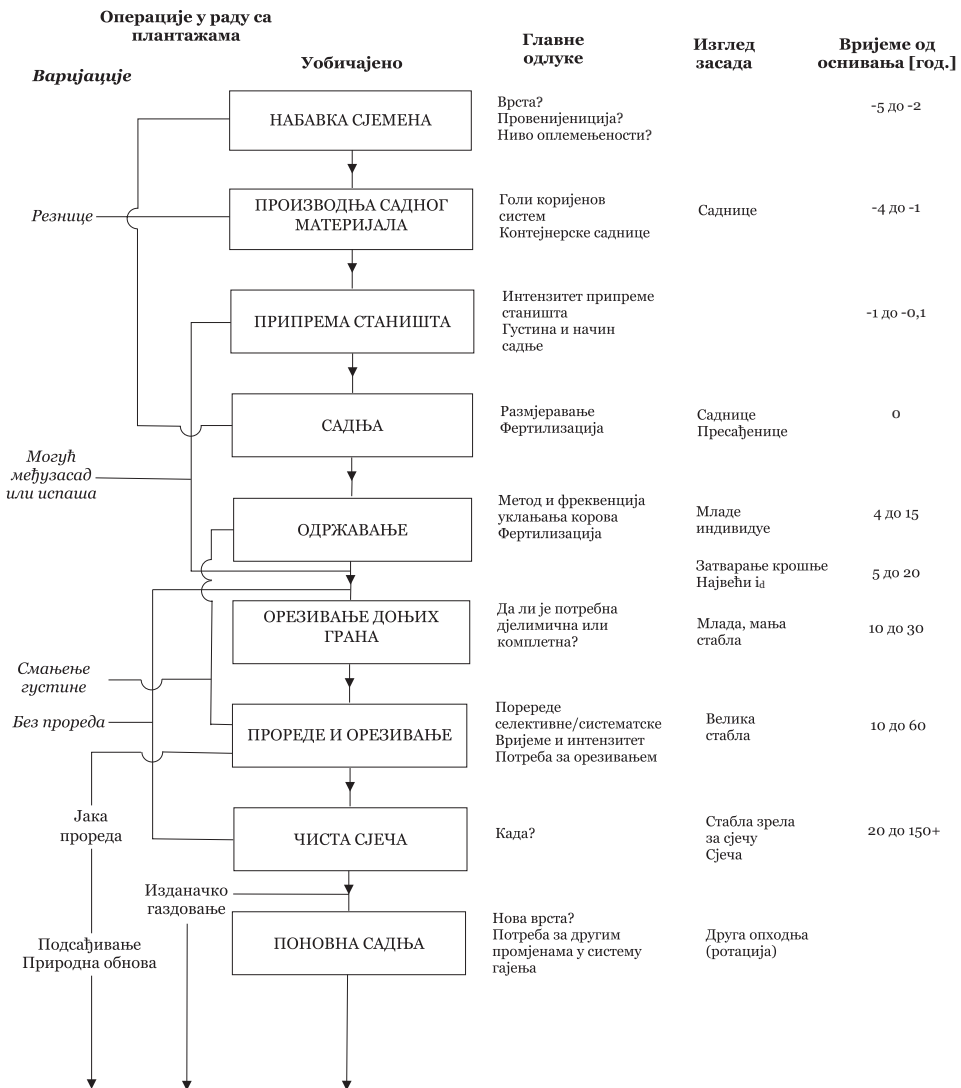
У наредној фази у дугорочним плантажама, у којима је већ на почетку дефинисана густина садње, почиње да се врши орезивање доњих грана да би се произвели што квалитетнији сортименти. Дефинише се колико грана ће се резати, у којем дијелу и колико често (код тополе нпр. дефинише се колико грана се орезује у доњим пршљеновима).

Уколико је плантажа основана са већим бројем стабала (већом густином) од оног који је планиран да остане на крају опходње, неоподно је вршити прореде. Главна одлука коју треба донијети јесте који тип прореда користити (селективне или систематске), са временом када ће се изводити и са јачином захвата. Плантаже у овој фази могу бити у различитој старости, зависно од врсте. Тако, за плантаже тополе та старост може бити већ око 8–10 година, док за друге врсте старости у којима се спроводе прореде могу бити веће: 20, 30 и више година. Прореде могу да буду „увод” на прелазак у систем природне обнове, у случају да се то поставља као циљ оснивања плантаже. Такав циљ је врло специфичан и поставља се ријетко. Прореде се у неким случајевима могу изоставити иако је густина засада велика, уколико је циљ производње што већа биомаса дрвета, без акцента на квалитет самог дрвета.

Након што плантажа достигне оптималну старост (зрелост) за сјечу, руководећи се сврхом којом је она основана, приступа се најчешће чистој сјечи или жетви, тј. уклањању свих стабала са површине. Плантажа тада треба да имају максималну економску вриједност.

Након чисте сјече, могућа су два сценарија. Први сценарио, који је карактеристичан за производњу фурнирских и тупаца за резање,

подразумијева чишћење површине и поновну садњу на истој површини, тј. оснивање плантаже. Тада се, на основу приноса плантаже, по структури и количини дрвета доносе одлуке о евентуалној промјени врсте и/или метода и техника оснивања и гајења плантажа. Други сценарио јесте прелазак на изданачко газдовање плантажом (енгл. *SRC – short rotation coppicing* или *SRF – short rotation forestry*), гдје се даље газдовање плантажом врши сјечом изданака.



Шема 6-1. Радови у шумским плантажама од планирања, преко оснивања до коришћења (извор: Savill et al., 1997, прилагођено)



7. РАДОВИ У ПРИПРЕМИ СТАНИШТА ЗА ОСНИВАЊЕ ПЛАНТАЖА

Припрема станишта за оснивање плантажа изводи се у облику припреме за најинтензивније облике пољопривредне производње. Обично су површине за оснивање плантажа на земљиштима која су пољопривредна или на другим земљиштима која се примјеном агротехничких мјера могу довести у облик погодан за оснивање плантажа. Припрема станишта за оснивање плантаже обухвата:

1. уклањање вегетације (уколико постоји),
2. обраду земљишта (обавезно).

7.1. Уклањање вегетације

У случају да се на планираној површини налази аутохтона вегетација, потребно је извршити њено потпуно уклањање. Начин уклањања постојеће вегетације зависи преваходно од њене структуре, односно да ли се ради о травнатој, грмоликом или дрвенастом облику вегетације. Ако су у питању стабла већих димензија (слика 7-1), онда се то ради моторним тестерама тако да се стабла обарају редом, усмјерено на линију извлачења, а потом се харвестером транспортују са третиране површине (слика 7-2). Дрвна маса се сортира тако да се припремљени трупци товаре и возе до мјеста примарне прераде, а грађевина обично меље и користи као биомаса. Ако је у питању површина зарасла жбуњем и стаблима мањих димензија (слика 7-3), онда се њихово уклањање може вршити ручно тримерима или „маказама” које се монтирају умјесто кашике багера који, крећући се по терену, „жање” све испред себе и слаже у редове. У случајевима као на слици 7-4, може се користити само малчер уз трактор јаче снаге, који сву постојећу вегетацију меље у ситне комаде и оставља на површини земљишта.



Слика 7-1.
Изглед
површине на
којој се прво
врши сјеча
стабала (фото:
Матаруга, 2021)



Слика 7-2.
Харвестер
у функцији
извлачења
оборених
стабала (фото:
Матаруга, 2021)



Слика 7-3. и 7-4. Различити типови вегетација на површини предвиђеној
за оснивање плантаже (фото: Цвјетковић, 2018)

Послије сјече и одвоза постојеће вегетације, приступа се вађењу пањева (најчешће багером – слика 7-5, као и склањање – гурање пањева и преостале грањевине дозером на за то претходно одређена мјеста –слика 7-6).



Слика 7-5.
Вађење пањева
и коријења
(фото: Матаруга,
2023)



Слика 7-6.
Уклањање
жбунасте
вегетације и
корова (фото:
Матаруга, 2023)

Да би се спријечила појава коровске вегетације, у току вегетационог периода потребно је аплицирати хербицид у одговарајућој количини, а третирање треба спровести у љето или у јесен у години прије садње. Оптимално рјешење је да се прва апликација хербицида врши у средини љета, са пратећим третманом у јесен да би се исконтролисао даљи процес развоја корова. Још један третман, непосредно прије садње, може доћи у обзир само на мјестима гдје је то неопходно. (DEFRA, 2002).

7.2. Обрада земљишта

Након уклањања конкурентске вегетације, врши се обрада земљишта на читавој површини. Обрада земљишта обухвата следеће радове: подривање (уколико је потребно), орање (слика 7-7) и уситњавање земљишта тањирањем (слика 7-8) и/или брнањем.



Слика 7-7.
Орање
површине за
плантажу (фото:
Матаруга, 2022)



Слика 7-8.
Фина обрада
– тањирање
површине за
плантажу (фото:
Матаруга, 2022)

Дубина обраде земљишта зависи од типа земљишта и најчешће је 60 cm, мада може ићи и до једног метра. Ово је важно јер се код земљишта које је раније коришћено у пољопривредне сврхе ствара непропусни и збијен слој испод 30-ак cm дубине. Ово је последица сталне и вишегодишње обраде земљишта у пољопривреди до ове дубине те сталног сабијања земљишта у нижем слоју. Орањем у дубину 60 cm преврће се и овај слој, и на тај начин обезбјеђују боље водно-ваздушне особине земљишта и бољи услови за раст и развој садница. У случају да се орање ради на „стандардној” дубини 25–30 cm, потребно је урадити подривање тј. разбијање овог слоја.

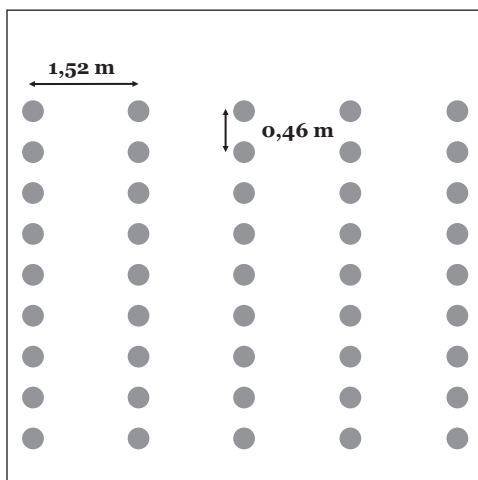
Вријеме обраде земљишта је најчешће у периоду мировања вегетације, касно у јесен на крају вегетационог периода или у прољеће прије кретања вегетације.

7.3. Густина и распоред садње

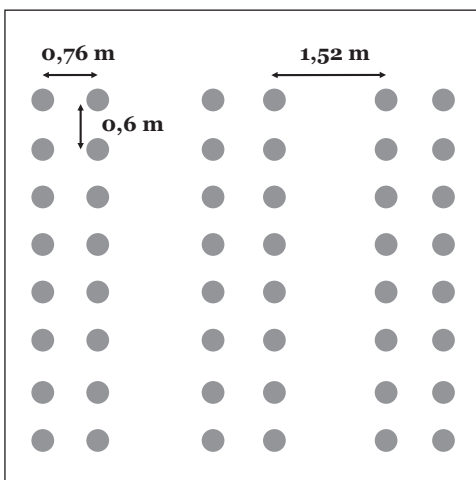
Прије припреме мјеста за садњу утврђују се густина и распоред садње. Густина и распоред садње зависе од врсте и намјене плантаже која се оснива. Код дугорочних плантажа (енгл. *long-term*), густина се креће од 4.25×4.25 m (при чему после дијагоналне прореди остаје густина 6×6 m), или 3×6 m са уклањањем реда у прореди (опет остаје 6×6 m), односно одмах садња 6×6 m или 7×7 m (уз обавезну корекцију грана). Искуство италијанских стручњака у области производње топола говори да једно стабло топола за оптималан развој треба да има 40 m^2 простора за развој. Код плантажа топола које се саде густином од 4.25×4.25 m планира се прореда у времену од 7. до 10. године, када се може очекивати $80\text{--}100 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ приноса из прореди. У 15. години очекује се принос од око $200\text{--}400 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, при чему 80% стабала има пречник преко 25 cm и око 20% стабала пречника испод 25 cm (Marković, 1986).

Код средњерочних плантажа, које су намијењене за производњу целулозног дрвета, размаци су мањи и најчешће су 2×3 m.

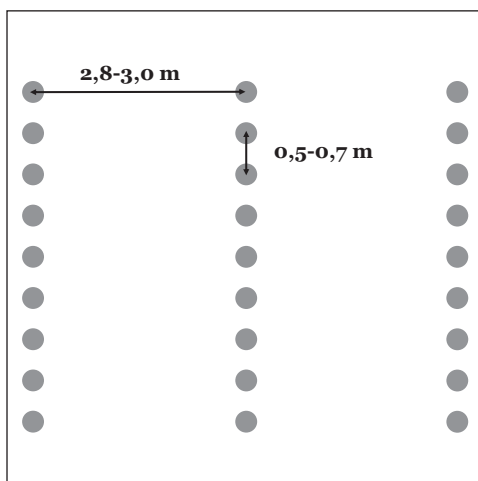
Код плантажа за производњу биомасе размаци су доста мањи, а густине достижу вриједности најчешће између 10 и 15 хиљада индивидуа по хектару. Због великог броја садница, за њихово оснивање најчешће се користе резнице. Оснивање се врши у редовима који могу бити једноструки и двоструки (слике 7-9 и 7-10), као што је случај код засада врбе. Размаци између редова су око 1,5 m, а између резница варирају у зависности од тога да ли се побадају у једноструке или двоструке редове. Тако је размак између редова 280–300 cm код једноструких и 180–270 cm код двоструких редова (слике 7-11 и 7-12; Spinelli et al., 2008).



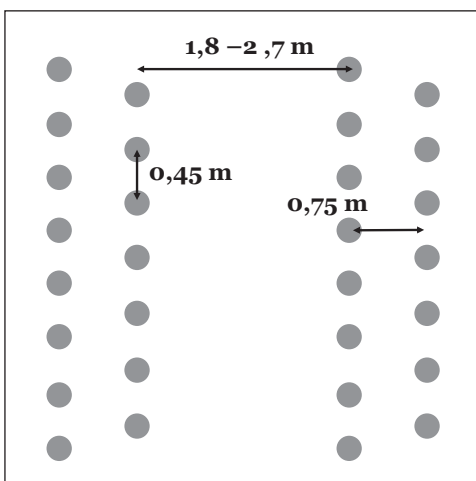
Слика 7-9. Једноструки редови код оснивања плантажа врба за биомасу (Gouker et al., 2021)



Слика 7-10. Двоструки редови код оснивања плантажа врба за биомасу (Gouker et al., 2021)



Слика 7-11. Једноструки редови код оснивања плантажа топола за биомасу (Spinelli et al., 2008)



Слика 7-12. Двоструки редови код оснивања плантажа топола за биомасу (Spinelli et al., 2008)

Након обраде земљишта врши се размјеравање површине на основу предложене густине и распореда садње и обиљежавају се позиције на којима ће се формирати јаме за садњу. Размјеравање се врши најчешће пантљиком (слика 7-13), а позиције за бушење рупа најчешће се означавају кречом (слика 7-14). Свака означена позиција пред-

ставља мјесто садње саднице или мотке, у зависности од врсте која се намјерава плантажно гајити.



Слика 7-13.
Размјеравање
површине
(фото:
Цвјетковић,
2018)



Слика 7-14.
Означавање
мјеста за
садњу (фото:
Цвјетковић,
2018)

Размјеравање је различито код плантажа различитих врста и на-мјена. Тако се за оснивање плантажа за биомасу углавном означавају редови који ће се пратити (слика 7-15). Густина садње је знатно већа, а за садњу се користе резнице или прутеви који се побадају у земљиште уз обиљежен ред.



Слика 7-15.
Размјеравање
површине
за оснивање
плантаже
топола за
биомасу (фото:
Цвјетковић,
2018)



8. МЕТОДЕ, ТЕХНИКЕ И ВРИЈЕМЕ ОСНИВАЊА ПЛАНТАЖА

У оснивању плантажа посебан акценат биће стављен на методе, технике и вријеме оснивања брзорастућих меких лишћара, посебно то-пола и врба. Слични радови се спроводе и у оснивању плантажа других врста.

8.1. Типови садног материјала у плантажном шумарству

Садни материјал у плантажном шумарству по својој суштини представља у потпуној мјери концепт намјенске производње садног материјала. Од плантажа се очекује максимална производност, те стога садни материјал мора да има висок степен генетичког, физиолошког и морфолошког квалитета.

Садни материјал који се најчешће употребљава у плантажном шумарству:

- саднице са голим коријеновим системом,
- саднице са обложеним коријеновим системом,
- резнице,
- мотке,
- прутеви,
- остали садни материјал добијен вегетативним методама производње.

Када се плантаже оснивају садницама које се производе из сјеме-на генеративним путем, што је специфично за велики број врста које се не размножавају добро вегетативним путем, користи се сјеме из опле-мењених извора. За оснивање се користе саднице голог коријеновог система (слика 8-1) и саднице обложеног коријеновог система, одно-сно контејнерске саднице (слика 8-2).



Слика 8-1. Саднице са голим коријеновим системом (фото: Цвјетковић, 2018)



Слика 8-2. Саднице са обложеним коријеновим системом (фото: Цвјетковић, 2017)

Код врста које се добро размножавају вегетативним путем говори се о тзв. клонском шумарству, јер у највећем броју случајева вегетативни материјал потиче од једне матичне биљке – ортете. При томе се користи шумски репродуктивни материјал у облику резница, садница произведених из резница, мотке – шумски репродуктивни материјал без коријеновог система, и прутеви.

Резнице су дијелови избојка који су најчешће дужине око 20 см и пречника 1–3 см на којима се налазе пупољци, и то најмање три витална лисна пупољка по резници (слика 8-3). Захваљујући израженој могућности стварања адвентивног коријеновог система и развоју коријена и надземних дијелова биљке, резнице се брзо оживљавају и почињу да развијају структурне дијелове биљке неопходне за живот (слика 8-4).

Мотке су карактеристичан тип садног материјала код топола. Мотке су надземни дијелови изданака (одсјечене „на пању”) и као такве користе се за оснивање плантажа топола углавном за дугорочно гајење (слика 8-5). Старост мотки обично се креће једну до двије године, а у неким случајевима могу да буду старости и по више година.



Слика 8-3. Сноп резница (фото: Цвјетковић, 2016)



Слика 8-4. Резница
након ожиљавања
(фото: Цвјетковић, 2016)

Садња мотки обично иде на веће дубине (два метра и више – до дубине подземне воде), те се мотке припремају када достигну одговарајуће димензије за дефинисано станиште. Захваљујући јакој избојној моћи, на мјесту пререза се убрзо након садње формира адвентивни коријенов систем те индивидуа тиме отпочиње нови живот у новооснованој плантажи. Мотке могу бити типа 1/0, 2/0, 3/0.

Саднице врста као што су тополе и врбе производе се из резница. Након побاداња резница и њиховог развоја и диференцирања надземног дијела избојка и коријена, већ по завршетку прве вегетационе сезоне произведена је садница старости 1/1 (слика 8-6) која може да се користи у садњи и оснивању плантажа. Типови садног материјала који се користе у плантажама топола су 1/1, 1/2, 2/2 и 2/3.

Саднице старости 1/1 су саднице које имају и надземни и подземни дио биљке (коријен) те представљају један од најчешћих типова садног материјала за подизање плантажа дугог производног циклуса. Саднице овог типа су оптималан избор у погледу односа цијене и квалитета те могу да се користе на широком спектру добро припремљених терена, а најбоље резултате дају на хумофлувисолима. Овај тип сад-



Слика 8-5. Мотке као тип садног материјала код топола старости 1/0 (фото: Цвјетковић, 2016)



Слика 8-6. Саднице као тип садног материјала код топола старости 1/1 (фото: Цвјетковић, 2016)

ног материјала, саднице 1/1, сматрају се физиолошки најквалитетнијим садницама. Саднице старости 2/2 већих су димензија. Дају добре резултате, али траже веће и обимније радове на припреми мјеста за садњу и нешто су теже за транспорт и манипулацију на терену. Старије саднице, с обзиром на велике димензије које достижу, користе се за специфичне намјене, на мјестима као што су ловишта (да се смањи негативан утицај дивљачи) или на теренима гдје се захтијева употреба већих садница услед еколошких ограничења (нпр. низак ниво подземне воде, често плављење ријека уз протицање воде кроз засад, итд.).

Прутеви (слика 8-7) као тип садног материјала нешто се рјеђе користе. Већи су по димензијама од резница, што би им могла бити компаративна предност у односу на резнице. Ипак, прутеви се користе у оснивању плантажа врба, и то најчешће средње дугог производног циклуса. Њихова предност се огледа у чињеници да се могу дубље по-

бити у земљиште и да им је надземни дио значајније развијен у односу на резнице. Стога, са прутевима треба рачунати на стаништима гдје је потребна већа стартна предност полазног материјала, али без обима радова који је неопходан за садњу садница или мотки у смислу бушења јама за садњу. Прутеви могу да подсјећају на мотке, али основна разлика између њих је: (1) у њиховим димензијама, (2) прутеви се много чешће користе за оснивање плантажа врба, (3) прутеви могу бити без терминалног врха, скраћени, док мотке треба да имају терминални врх.



Слика 8-7.

Прутеви врбе

(извор:

[https://www.crops4energy.co.uk/wp-content/uploads/](https://www.crops4energy.co.uk/wp-content/uploads/2013/07/SRC-willow-rods.jpg)

[2013/07/SRC-](https://www.crops4energy.co.uk/wp-content/uploads/2013/07/SRC-willow-rods.jpg)

[willow-rods.jpg](https://www.crops4energy.co.uk/wp-content/uploads/2013/07/SRC-willow-rods.jpg))

Култура ткива такође пружа могућност копирања, тј. клонирања индивидуа у неограничен број индивидуа без потребе за сакупљањем сјемена. Ова метода се користи већ дужи низ година у процесима оплемењивања као и у производњи садног материјала.

У последње вријеме, напредком технологије, све више се у системе производње садног материјала уводе технологије соматске ембриогенезе као специфичног облика културе ткива, гдје се полазни материјал узима из сјемена. Ефекти климатских промјена доводе до појаве мање количине квалитетног сјемена неопходног за производњу садног материјала. Стога се примјењују нове технологије, као што је соматска ембриогенеза, гдје се из једне сјеменке може произвести небројено копија (Nazubska-Przybył et al., 2022). Ова технологија још увијек није заживјела у пуном капацитету, али би у наредном периоду, поготово код четинарских врста дрвећа, могла да добије значајнији удио у производњи садног материјала. Најчешће се примјењује код четинарских врста дрвећа из рода *Pinus* (слика 8-8).



Слика 8-8.
Саднице смрче
произведене
соматском
ембриогенезом
(фото:
Цвјетковић,
2023)

8.2. Оснивање дугорочних плантажа

Оснивање дугорочних плантажа или плантажа дугог производног циклуса врши се садницама или моткама. Код оснивања плантажа топола постоји специфичност у погледу садње садног материјала садница, односно мотки. При томе се разликују „нормална” и „дубока” садња. Нормална садња подразумијева копање јама дубине 60–100 cm, при чему се садница са коријеном сади по истом принципу као и код оснивања шума (на истој дубини на којој је била у расаднику). Пречник јаме може да буде 20–30 cm и у данашње вријеме се копање јама врши механизовано, употребом трактора и сврдла (слика 8-9), у које се одмах потом сади садница (слике 8-10, 8-13).

Дубока садња представља садњу мотки, тј. садног материјала топола без коријеновог система. При таквом виду садње, дубина садње је значајно већа него код плитке садње. Врши се механизовано употребом дугих тракторских сврдла (слика 8-11), која могу да досегну дубину неколико метара. Практично, дубина јаме зависи од нивоа подземне воде. Самим тим и садни материјал, односно мотке дугачке су и побијају се вертикално (слике 8-12, 8-13) тако да основа мотке буде у контакту са подземном водом. Дубина побијања двогодишњих мотки таква је да се први висински прираст комплетан сади у земљу.

Дубина садње је важан фактор који зависи од нивоа подземних вода (ниво издани). Ниво подземне воде и структура земљишта одређују дубину садње, као и тип садног материјала. На стаништима гдје



Слика 8-9. Садња садница тополе
(фото: Матаруга, 2023)



Слика 8-10. Садња
садница тополе (фото:
Матаруга, 2023)



Слика 8-11. Сврдло за садњу мотки
тополе (фото: Ковачевић, 2023)

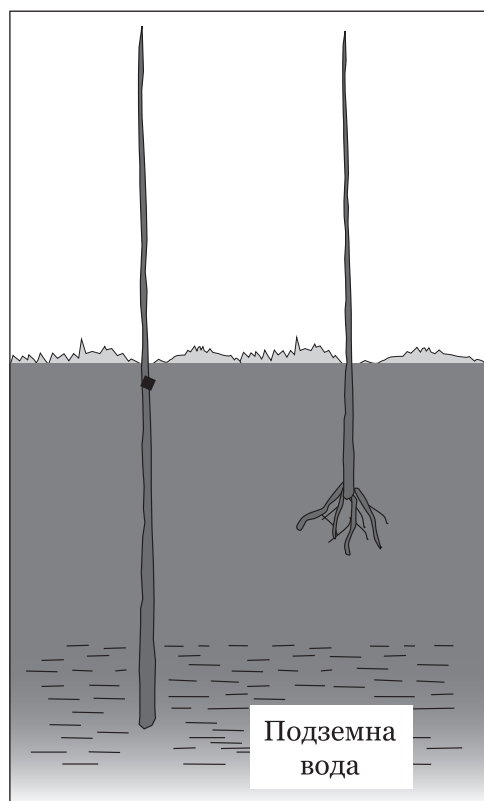


Слика 8-12. Садња мотки тополе
(фото: Ковачевић, 2023)

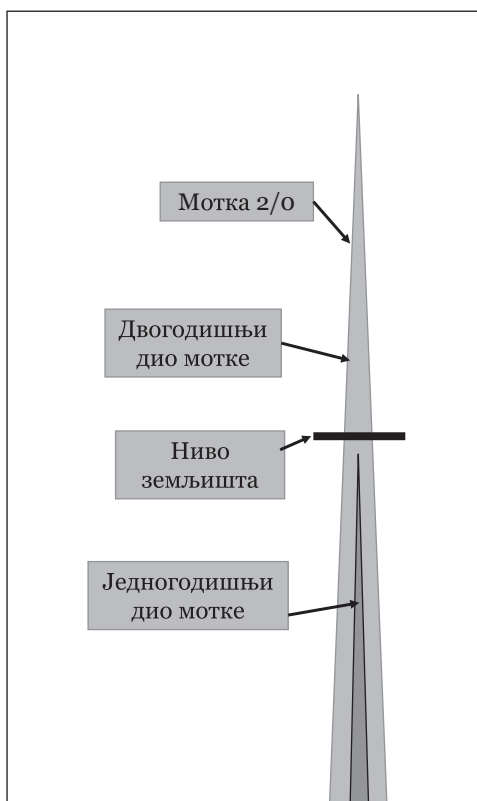
је низак ниво подземних вода или гдје се налази слој шљунка који прекида капиларно кретање вода потребно је извршити дубљу садњу. За те сврхе се користи садни материјал у облику мотке, при чему дубина садње није условљена зоном коријеновог врата. Ако се користе саднице 1/0, онда се обично садња реализује на дубину око 1 m. Ако

се користе саднице 2/0, онда се рупе копају дубоким сврдлом (слика 8-13 и 8-14), а саднице саде све док зона прошлогодишњег љетораста (висина саднице узраста 1/0) не буде потпуно у земљи. Мотке старости 1/0 могу да се саде нормалном садњом на дубину од 1,2 m и постигну добре резултате опстанака на добро одабраним стаништима (Stojnić et al., 2023).

Дубина садње двогодишњих мотки мора да буде на већој дубини од првог вертикалног прираста (висине коју је мотка достигла прве године) (слика 8-14). Тиме се спречавају пуцање коре и стабла топола и појава болести коју проузрокује гљива *Dotichiza populea*.



Слика 8-13. Дубока и нормална садња топола, лијево – дубока садња мотке, десно – нормална садња саднице (илустрација: Цвјетковић, 2023)



Слика 8-14. Систем дубоке садње мотки типа 2/0 (илустрација: Цвјетковић, 2023)

8.3. Оснивање средњерочних плантажа

Када је у питању оснивање плантажа средње дугог производног циклуса, најчешћа им је намјена брза производња целулозног дрвета, иако се, као такве, проредама могу превести у плантаже дугог производног циклуса за производњу дрвета за резање. Оваква пракса је ријетка у нашим условима, док је у земљама Западне Европе нешто чешћа. Примјењује се метода оснивања резницама или прутевима (слика 8-15). Прутеви се побадају у земљиште на дубину 30–60 cm, што им даје стартну предност у односу на резнице јер се коријенов систем почиње развијати на већој дубини. При садњи се користе пољопривредни трактори са прикључним машинама испред и/или иза трактора. Испред трактора се монтира риљач који прави бразду, а иза трактора је садилица. Да би се правилно вршила садња, довољно је да радници прате синхронизовани рад прикључног уређаја и постављају прутеве у моменту када садилица дође у положај за прихватање прута.

Садња се обично врши на дистанци 1–2 m са размаком између редова од 3 m. Технике садње прутева у интензивној производњи међусобно су прилично сличне, а разлике се огледају у дубини садње, размаку и физичким димензијама самог прута, што је условљено стандардима садилице.



Слика 8-15.
Оснивање
плантажа
прутевима
(извор: [https://
biophilja.net/
agroforst-bei-
biophilja/](https://biophilja.net/agroforst-bei-biophilja/))

Плантаже средње дугог производног циклуса могу се оснивати и другим садним материјалом, као што су резнице или саднице. Код оснивања резницама, морају се спроводити прореде у раним фазама раста да би се регулисао оптималан распоред и густина у засаду. При оснивању садницама важи правило гушће садње него што је то за оснивање плантажа дугог производног циклуса.

8.4. Оснивање краткорочних плантажа

За подизање засада за биомасу користе се резнице брзорастућих врста меких лишћара, најчешће тополе и врбе, које се побадају ручно и машински у земљу (слике 8-16 и 8-17). С обзиром на обим радова побадања резница, преферира се механизовани начин побадања резница. Начини побадања резница приказани су на сликама 8-16 и 8-17.



Слика 8-16. Пободање резница ручно (фото: Цвјетковић, 2016)



Слика 8-17. Пободање резница машински (фото: Biopolar srl)

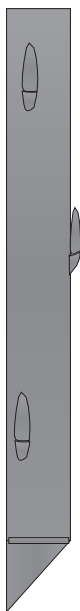
Резнице се побадају вертикално у припремљено земљиште на дубину 1–2 cm испод површине земљишта (слика 8-16).

При оснивању плантажа побадањем резница посебно треба водити рачуна о поларитету резница, тј. имати у виду да су резнице позитивно геотропне и да се избојци формирају на дисталном краку (морфолошки горњи дио резнице), а коријенов систем на проксималном краку (морфолошки доњи дио резнице). С обзиром на то да се побада велики број резница у јединици времена, те да радник који побада резнице треба да их постави правилно, настоји се олакшати уочљивост дисталног и проксималног крака. Први морфолошки параметар јесте

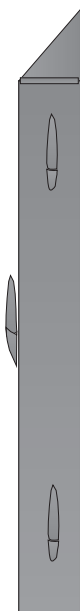
усмјереност пупољака. Међутим, радник често може изгубити концентрацију; с обзиром на број резница које сади, немогуће је да на резницама константно уочава поларитет. Стога се примјењују неке од следећих метода припреме резница:

- проксимални дио резнице се одсијече накосо. Тиме се резница лакше побада у земљиште и оријентација је јасна (слика 8-18),
- дистални дио саднице се одсијече накосо. Оваквим начином се спречава задржавање воде на горњем дијелу резнице и смањује опасност од појаве болести (слика 8-19),
- дистални или проксимални крак су различито обојени, при чему то уједно може да буде неко заштитно средство против болести (слика 8-20).

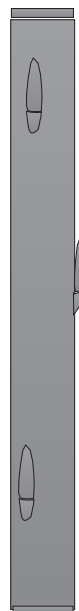
Свакако треба нагласити да угао реза не утиче значајно на процес ожиљавања, већ се овдје користи искључиво ради „оријентације резнице”. Након побадања, слиједи процес ожиљавања резнице, формирање адвентивног коријеновог система и надземног дијела нове биљке.



Слика 8-18. Резница са косим резом на проксималном крају (илустрација: Цвјетковић, 2023)



Слика 8-19. Резница са косим резом на дисталном крају (илустрација: Цвјетковић, 2023)



Слика 8-20. Резница без косих резова са ознакама дисталног и проксималног краја (илустрација: Цвјетковић, 2023)

8.5. Вријеме оснивања плантажа

Вријеме оснивања плантажа је јако битно. Избор времена садње зависи од низа околности, прије свега од времена опадања листа са садница у расадницима, затим од припремљености терена и степена организованости и обима радова, а понајвише од климатских прилика које владају у сезони садње. Поред осталог, вријеме садње у великој мјери зависи и од својстава фенолошких карактеристика клона или сорте, затим од избора начина садње и врсте садног материјала, као и од других околности.

Оснивање плантажа треба да се врши у периоду у којем садница, резница, прут, мотка или било који други тип садног материјала трпе најмањи шок пресадње. Садња се препоручује у јесен, током зиме (уколико постоје услови за садњу) и у рано прољеће, када је температура земљишта око 3–5 °C.

Код плантажа топола, као најчешћег облика плантажа код нас, при оснивању плантажа за производњу биомасе и трупаца за резање зимска садња омогућава да се постигне пријем садница од 99%. Јесења садња има проценат пријема око 94%, прољећна око 89%. Код плантажа топола за производњу трупаца за резање и целулозе, пожељно је да постоји период плављења 21–65 дана (тзв. средњи положаји). Уколико се врши дубока зимска садња, може се очекивати пријем на терену у износу од 100% (Нерпка et al., 1986).

9. РАДОВИ НАКОН ОСНИВАЊА ПЛАНТАЖА

Одржавање плантаже после оснивања мора бити систематско и редовно. Број активности и интензитет опадају са старошћу плантаже.

Одржавање генерално обухвата следеће радове:

- уклањање коровске вегетације,
- култивацију земљишта у првим годинама,
- заштиту од штетних биотичких и абиотичких фактора,
- формирање пожељних облика стабала и крошњи.

Постоје разлике у одржавању код плантажа за дугорочну, средњерочну и краткорочну производњу. Разлике проистичу из циља гадовања и очекиваног асортимана производа из плантажа. Уколико се очекује производња квалитетног дрвета, потребно је вршити интервенције у крошњи. Насупрот ових, код плантажа кратког производног циклуса хабитус биљака уопште није битан, него се настоји радовима након оснивања плантаже омогућити што већи принос биомасе.

9.1. Радови у дугорочним плантажама

У плантажама четинара и тврдых лишћара, радови након оснивања фокусирани су на што већу производност што квалитетнијег техничког дрвета, односно сортимената за потребе дрвопрераде. Радови обухватају третирање конкурентске вегетације, заштиту од штетних биотичких и абиотичких фактора, уз нешто рјеђу употребу фертилизације и/или наводњавања.

Након садње прати се динамика раста, врше се агротехничке мјере и мјере заштите. Уколико се непосредно после садње десе веће штете на садницама, тада је потребно извести „чеповање“, односно пресијецање саднице у зони коријеновог врата. Ово се обично ради оштрим јачим маказама (за орезивање воћа), мада се може радити и моторном тестером (слика 9-1). Ова операција се изводи уколико на-

стане штета на било ком надземном дијелу саднице која значајно утиче на облик и квалитет дебла. То могу бити преломи узроковани дејством инсеката, болести, вјетра, снијега, механичких озљеда и других фактора који доводе до значајних деформација. Након чеповања, из коријена избијају многобројни избојци од којих се бира један, најбољи, док се остали одсијецају и уклањају. Избојак који је остао представља будуће стабло које ће се гајити до краја опходње.



Слика 9-1. „Чеповање” садница

Након чеповања и након појаве избојака, као и код младих садница топола, у пазуху листова јављају се заперци који својим развојем могу да доведу до споријег раста и неправилног развоја крошње. Ти заперци се најчешће уклањају кидањем руком или оштрим алатом. Тај процес се назива „пинцирање”. Уклањање заперака се врши оног момента када се они примијете, и то је углавном у периоду касног прољећа. Према искуствима практичара, тај процес се врши једанпут или више пута годишње.

Да би се под контролом држала конкурентска вегетација, неопходно је окопавање садница и међуредна обрада – она се

врши у првој години 4–6 пута, да би се касније интензитет смањио на 1 до 2 пута. Обрада може да се врши мануелно, што је скупље и временски дуже траје. Данас је у употреби углавном механизована обрада примјеном прикључног алата, тањирача, у које су уграђени модерни сензори тако да се ширина тањирача током рада прилагођава распореду стабала у засаду кроз процес варијабилног подешавања димензија (ширине). Наиме, такве прикључне машине имају сензоре који „уочавају” стабла на њиховом путу, те се аутоматски скупљају и шире да не би оштетиле саднице и да би се у исто вријеме обрадила површина у реду међу садницама. Тањирање се врши пар пута годишње, да би се уништио коров и побољшале водно-ваздушне карактеристике земљишта. У каснијим годинама може да се врши малчирање (слика 9-2).



Слика 9-2.
Малчирана
површина
(фото: Матаруга,
2022)

Послије достизања одређене старости, потреба за обрадом земљишта и третирање корова се смањује јер коров више не представља проблем одраслим стаблима. Обрада може да се врши 1–2 пута тањирањем да би се побољшао водно-ваздушни режим земљишта. Такође, може да се спроводи фертилизација која, према истраживањима већег броја аутора, може повећати принос и до 20%.

Орезивање грана је обавезна мјера његе у плантажама топола дугог производног циклуса и врши се:

- у засадима основаним нормалном и дубоком садњом (од II до VI године),
- у II години у I пршљену се врши корекционо орезивање и орежу се све гране до 1/2 стабла,
- на почетку III вегетације орежу се најдебље гране (2–3) у првом пршљену и врши се корекционо орезивање грана у II пршљену (1–2),
- на почетку IV вегетације, орежу се све гране у I пршљену, најдебље у II пршљену и корекционо у III пршљену,
- у засадима на лошијим земљиштима орезивање се обавља сваке друге или треће године,
- премазивање заштитним средством.

9.2. Радови у средњерочним плантажама

Радови у средњерочним плантажама слични су радовима у дугорочним плантажама. Основна разлика је у томе што се не врше корекције крошње, јер је циљ произвести што већу количину дрвне запремине по јединици површине са што већим удјелом целулозе без мјера за формирање правилног облика крошње као што је то случај

код дугорочних плантажа (слика 9-3). Такве плантаже имају потребу за агротехничким мјерама као што су површинска обрада земљишта и заштита од штетних инсеката и болести, као и од штетних абиотичких фактора у првим годинама након оснивања. У каснијем периоду учесталост примјене агротехничких мјера се смањује или потпуно изостаје неколико година прије почетка коришћења плантажа. Проблем рада у таквим плантажама јесте што је густина садње већа него код плантажа са дугом опходњом, а изостају мјере орезивања грана. Уколико је међуредна обрада неопходна или је неопходно примијенити неки од пестицида проласком између редова, онда се може извршити орезивање грана.



Слика 9-3.
Средњерочна
плантажа (на
десној страни)
у поређењу са
дугорочном
плантажом
(на лијевој
страни) (фото:
Матаруга,
2017)

9.3. Радови у краткорочним плантажама

С обзиром на то да се ради о интензивном засаду, врло кратке опходње у односу на остале типове плантажа, неопходно је предузети све агротехничке мјере како би се засад одржао у најбољем могућем стању и произвео максималну количину дрвета за биомасу или производњу енергије (тзв. „енергетске“ плантаже). Од врста најчешће се користе тополе и врбе, али добре резултате могу да постигну: бријест, јоха, багрем, платан и друге. Активности које се предузимају након оснивања су: агротехничке мјере на побољшању водно-ваздушног режима земљишта, контрола корова, заштита од штеточина и болести, фертилизација и иригација.

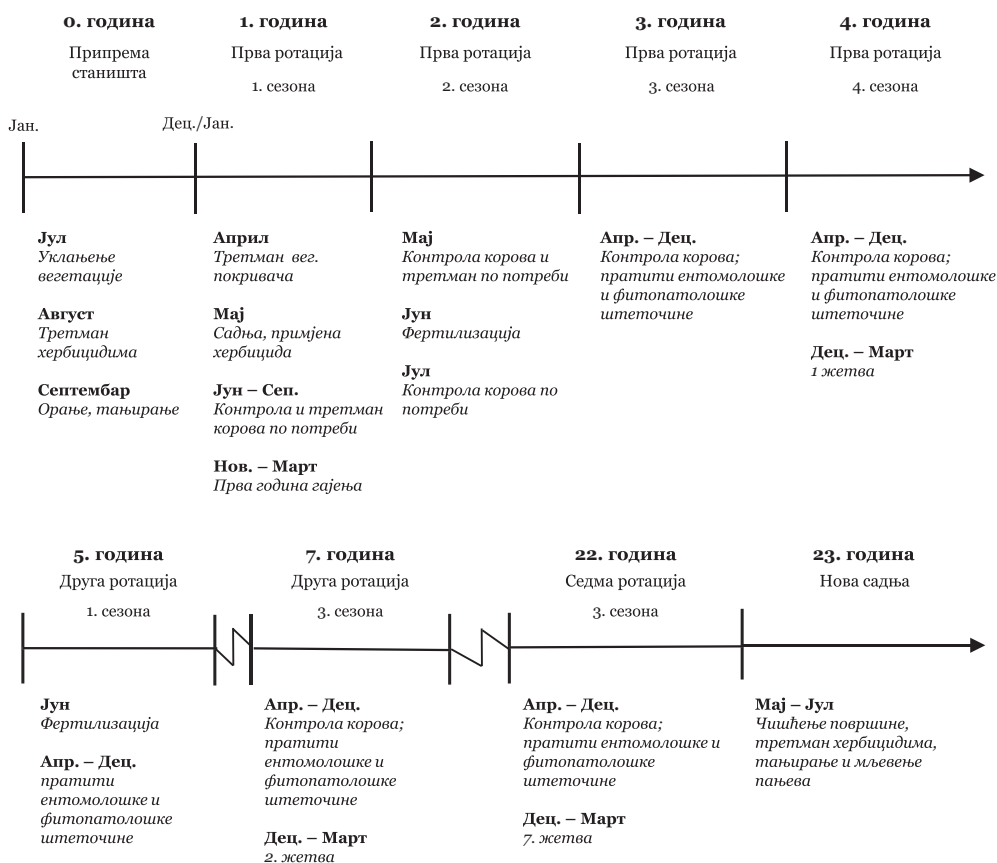
Специфичност рада у краткорочним плантажама огледа се у изостанку било каквих мјера корекција крошње и облика стабла. Потенцира се производња што веће количине биомасе по јединици површине. Густине садње су велике, а распоред биљака је у једноструким и двоструким редовима, чему се прилагођавају све агротехничке мјере.

На шеми 9-1, на примјеру краткорочне плантаже врбе за производњу биомасе, приказани су радови од припреме станишта до последње године коришћења плантажа. У првој години се врши припрема земљишта за оснивање плантаже, у наредној години се плантажа оснива, а након тога одржава и користи. На примјеру је приказано гајење плантаже чији је период између два коришћења (жетве) 3 године. Након сваке жетве врши се фертилизација. Остатак времена се врши контрола и третман коровске вегетације примјеном механизације и хемијским третманима, као и праћење појаве штеточина и болести и њихов третман.

Краткорочне плантаже су специфичне јер се одликују врло великом густином и разгранатим коријеновим системом који конкуришу једни другима за нутријенте и воду. Ове двије чињенице, комбиноване са дугом вегетационом сезоном, онемогућавају засаду да се ефикасно снабдијева нутријентима. Због тога се идентификују тзв. нитратно угрожене зоне (DEFRA, 2002) и врши фертилизација по потреби. Ђубрива која се аплицирају најчешће су нитратна и обезбјеђују неопходне нутријенте за формирање лисне површине. Количине које се наводе у литератури су варијабилне и крећу се од 150 до 300 kg·ha⁻¹ (Moscatelli et al., 2008).

Поред повећаних потреба за нутријентима, краткорочне плантаже имају велике потребе за водом. У истраживањима у плантажама то-

пола за биомасу, постоји врло висока позитивна корелација између наводњавања засада и продуктивности. Истраживања указују да уколико се не примјењује иригација, количина произведене биомасе може да буде око 2–4 пута мања, тј. производност у плантажама у којима остаје иригација креће се око $6\text{--}12 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год.}^{-1}$ апсолутно суве масе, док је производност у плантажама у којим се врши фертилизација и иригација око $25 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год.}^{-1}$ (Vietto et al., 2011).



Шема 9-1. Распоред радова у плантажама врбе кратког производног циклуса (извор: Abrahamson et al., 2002)

9.4. Заштита плантажа од штетних абиотичких и биотичких фактора

С обзиром на то да се плантаже састоје од једне сорте, односно једног клона, такви засади се сматрају осјетљивијим на утицаје штеточина. Стога је плантаже потребно редовно штитити од штетних фактора абиотичке и биотичке природе, током цијелог „живота” плантаже.

Коровска вегетација, као компетитор засађеним биљкама, представља један од најзначајнијих проблема у одржавању плантажа. Коров се уништава механичким и хемијским путем. Код механичког уништавања корова примјењују се специјалне прикључне машине за чишћење засада од корова. Механичка борба против корова се најчешће спроводи малчерима, таруперима и другим прикључним машинама намијењеним за борбу против конкурентске вегетације, које дају задовољавајуће резултате (слика 9-4).



Слика 9-4.
Механичко
уништавање
корова на
примјеру
краткорочних
плантажа
(извор: DEFRA,
2002)

Шумске плантаже могу да буду веома осјетљиве на штете које се јављају услед напада инсеката и гљивичних обољења. Посматрано на најчешћој врсти која се код нас гаји у плантажама – тополи, према Михајловићу (2008) тренутно је познато преко 130 врста инсеката који узрокују штете. Међу најзначајнијим инсектима који се налазе и представљају опасност за интензивне засаде топола јесу: *Melasoma populi*, *Saperda populnea*, *Sciapteron tabaniformis*, *Stilpnotia salicis*,

итд. Проблем углавном представљају врсте из фамилија *Limantridae* и *Tipulidae*. На слици 9-5 приказана је *Melasoma populi* (велика тополина буба листара), а на слици 9-6 *Sciapteron tabaniformis* (мали тополин стаклокрилац). Заштита од болести и штеточина врши се прскалицама и атомизерима, а у неким случајевима долази у обзир и механичко уклањање имага, ларви или јаја инсеката.



Слика 9-5. *Melasoma populi* на засаду тополе (фото: Цвјетковић, 2021)



Слика 9-6. *Sciapteron tabaniformis* – штете на засаду тополе (фото: Цвјетковић, 2021)

Тако се као третман борбе против тополине бубе листаре (*Chrysomela* (= *Melasoma*) *populi* L.) врши третирање инсектицидом који се користи 3 пута у првој години оснивања плантажа. Истовремено, врше се мјере заштите засада од напада тополиног стаклокрилца (*Paranthrene tabaniformis*) кроз инјектовање средстава на бази нафте у отворе које начине инсекти на садницама и санирање оштећења, односно улазног отвора стакларским гитом.

Фитопатогене гљиве могу да створе највеће проблеме, а третмани у већ основаној плантажи су скупи, док је ефикасност обично ниска. Зато се у поступку оплемењивања настоји произвести материјал који је отпоран на болести. Најпознатији узрочник болести јесте *Dothiciza populea*, која изазива рак коре код топола, као и *Marssonina brunnea*, узрочник смеђе пјегавости лишћа топола.

Мимо тога, плантаже су често угрожене од стране дивљачи, која обично плантаже види као извор хране (нарочито током зимског периода, када има мање хране у природи).

Од сисара, штету на плантажним засадима могу да направе даброви, јелени, зечеви, волухарице, вјеверице и друга дивљач. Методе борбе су различите. Препоруке су да се поставља ограда као врло ефикасан начин заштите, али уједно и најскупљи метод заштите засада, или да се користе репеленти који могу да буду добра заштита, али углавном краткорочна, те је потребно често понављати третман.

Најчешћи абиотички узрочници штета у плантажним засадама јесу: мразеви, екстремно високе и ниске температуре, град, олује, поплаве и суша. Сви они могу знатно да редукују принос или чак да доведу до пропадања плантажа. Глобално повећање просјечне годишње температуре и све чешћа појава температурних екстрема и суша, узрокују чешће појаве пожара. Пожари могу да нанесу огромне штете у плантажама. Посебно су угрожене плантаже четинара и плантаже које се налазе у топлијим областима Европе и свијета, као што су нпр. плантаже еукалиптуса и неких врста борова у медитеранској области. Стога је при планирању оснивања плантажа потребно водити рачуна о могућим опцијама за заштиту плантажа од пожара. То може укључивати пројектовање противпожарних пруга, система за рано уочавање и упозоравање на пожаре, гајење више различитих врста у плантажама и сл.

О фитопатогеним гљивама, инсектима, штетама од дивљачи и абиотичким штетама више је написано у уџбеницима који се изучавају у оквиру уже научне области Интегрална заштита шума.



10. ПЛАНТАЖЕ ДРУГИХ ВРСТА

Плантаже топола имају доминантну улогу у плантажном шумарству код нас. Такође, плантаже кошарачке врбе имају дужу историју, али су осниване на значајно мањим површинама. Од врста које имају потенцијал да се плантажно гаје, а које су већ тестиране код нас, издваја се 7–8 врста. То су: багрем, јоха, црни орах, дивља трешња, дуглазија, боровац, циновска јела, ариш, као и аутохтоне врсте из групе племенитих лишћара. Већина ових врста, као и неке друге које су значајне за наше поднебље, биће описане. Поред врста које би могле да се гаје код нас, биће описане врсте које се не користе код нас, али се често користе у европском плантажном шумарству (еукалиптус, ситканска смрча, усукани бор) и у свијету (монтерејски бор).

10.1. Багрем

Багрем (*Robinia pseudoacacia* L.) јесте сјеверноамеричка листопадна врста. Природни ареал распрострања је исток САД-а. У Европу је унесена као орнаментална врста и своју прву употребу нашла је у ботаничким баштама и парковима. Прва је дрвенаста врста која је из Сјеверне Америке унесена у Европу. Услиједила је експанзија садње багрема те се процјењује да се у Европи багрем налази на око 2,44 милиона хектара (Brus et al., 2019).

Багрем који се плантажно гаји (слика 10-1) и користи као дрво у грађевинарству, бродарству, за подове и паркетe, за вањско облагање, фурнир, као рудничко дрво, за бурад, жељезничке прагове, ограде, кутије, сандуке, резбарење, сјечку, пелете, иверице, виноградарско коље, итд. одликује се високом густином и калоријском моћи, те се стога све чешће употребљава као дрво за производњу биомасе за потребе производње топлотне енергије.



Слика 10-1.
Плантажа
багрема у
Мађарској,
клон *Üllői*
(фото: Жолт
Кешери)

Најбоље успијева на благо киселим до неутралним земљиштима рН 5,5–7, на дубоким, хранљивим, влажним, растреситим, добро дренираним, иловастим, пјесковито-иловастим и пјесковитим земљиштима (Rédei et al., 2011).

Оснивање засада багрема врши се на два начина:

- пободањем коријенских резница (рјеђа варијанта),
- садњом садница.

Пободање коријенских резница је ријетко. Плантаже за продукцију биомасе и производњу дрвета углавном се оснивају садницама. Густина садње при оснивању плантажа креће се $1,5 \times 1 \text{ m}$ за најчешће мађарске култиваре: ‘*Üllői*’, ‘*Jászkiséri*’, ‘*Nyírségi*’ и ‘*Kiscsalai*’, при чему је густина садње била 6.667 садница по хектару.

Могући су и другачији распореди садње, као што су:

- једноструки редови са размаком између редова 1,80–2 m и резница у реду 0,75–0,85 m,
- двоструки редови са размаком између два реда 0,75 m и размаком између двоструких редова од 1,8 до 2 m.

Наведени размаци дефинишу густине садње, које се крећу у интервалу 6.600–9.200 резница, док је опстанак садница око 85% (Böhm et al., 2011).

Код оснивања засада за производњу дрвета, размаци између садње су: $1,5 \times 0,5 \text{ m}$; $1,5 \times 1,0 \text{ m}$; $1,5 \times 1,5 \text{ m}$; $2 \times 0,5 \text{ m}$; $2 \times 1 \text{ m}$; $2 \times 1,5 \text{ m}$. Најчешћи размак садње који се користи у Мађарској за производњу трупаца за резање је $2,4 \times 0,7 \text{ m}$ и $2,4 \times 1 \text{ m}$, односно, захтијева се густина од најмање 4.000 садница по хектару.

Резултати истраживања у плантажама за биомасу указују на то да је могуће постићи једногодишњи прираст у износу од око $10 \text{ tSM} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год.}^{-1}$ (Rédei et al., 2011).

Број стабала који остаје на крају за сјечу креће се у интервалу од 120 до 500, најчешће 300–350 стабала (Nicolescu et al., 2020a). Багрем на квалитетним стаништима може да достигне запремину од $550 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ у старости од 40 година.

10.2. Црни орах

Црни орах (*Juglans nigra* L.) врста је која све више добија на значају у плантажном шумарству на нашим подручјима. Црни орах је препознат као „аристократа међу финим тврдим лишћарима”. То је листопадно дрво које може да достигне висину до 50 m и пречник до 3 m. Оптимална станишта су му она која су добро обезбијеђена водом, тј. наша станишта храста лужњака, пољског јасена и јохе (Nicolescu et al., 2020b). У Европи црни орах захтијева вегетациони период у трајању од 140 до 150 дана. Врста је веома отпорна на ниске зимске температуре, па тако не страда на температурама од -30°C (Lestrade et al., 2012).

Истраживања показују да производност на алувијалним подручјима може да буде преко $350 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ у старости до 40 година. Зависно од избора станишта и примјене агротехничких мјера, црни орах може да постигне просјечан годишњи прираст $3\text{--}11 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (Nicolescu et al., 2020b).

Оснивање засада се врши на два начина:

1. сјетвом сјемена директно на терену (рјеђе се примјењује),
2. садњом садница (чешће се примјењује).

Сјетва сјемена на терену се препоручује у јесен, под условом да нема опасности од глодара. Сјетва се препоручује због брзог развоја врло јаког осовинског коријеновог система. Сјетва се врши у редове у размаку од $0,5 \times 3 \text{ m}$ или $1 \times 2 \text{ m}$.

Садња се обавља једногодишњим или двогодишњим садницама. Посебну пажњу треба обратити на жилу срчаницу која је јако развијена код садница и може бити оштећена (значајно редукована) током пресадње. Густине садње за подизање засада црног ораха значајно варирају. Најрјеђа садња врши се у Француској (70–100 стабала по хектару). Већа растојања, као што је $3 \times 3 \text{ m}$ (1.100 садница по хектару), могу да произведу висококвалитетно дрво у релативно краћем периоду него

када се гушће сади. Сматра се да је то оптимална густина за производњу црног ораха у погледу брзине раста, квалитета дрвета, узгојних мјера и потребе за проредама у раној фази (Pedlar, 2006). То је уједно густина која се препоручује за плантажни узгој врсте, с обзиром на то да је могуће примијенити агротехничке мјере употребом механизације (слика 10-2).

Црни орах је екстремно вриједна врста дрвећа у Европи и САД-у и користи се за производњу фурнира, декоративне намјене и за масивни намјештај.



Слика 10-2.
Засад црног
ораха код нас
у старости 20
година
(фото:
Матаруга,
2021)

10.3. Јоха

Јоха (*Alnus glutinosa* L.) је лишћар који има ареал у читавој Европи, а биљежили су се примјерци у сјеверној Африци, на Кавказу, у југозападној Азији и западном Сибиру. Припада групи брзорастућих лишћара и обично достиже висину од 10 до 25 метара, а у изузетним случајевима и до 35–40 метара (Krstinić et al., 2001). Расте моноподијално и врло брзо се чисти од доњих грана.

Дрво јохе је бакуљаво, што значи да не постоји разлика између бјељике и срчке на попречном пресјеку дрвета. Користи се за столарију и за производњу фурнира (Claessens et al., 2010). Представља врло добру мелиоративну врсту којој листови опадају зелени, те се такви брже разлажу и стварају повољно тло за друге врсте. Истовремено, захваљујући симбиози са специфичном бактеријом, фиксатором азота по називу *Frankia alni*, способна је да фиксира азот у земљишту и тиме поправља својство хранљивости земљишта.

Препоручене густине садње за подизање засада за производњу трупца за резање у Европи крећу се у распону од 800 до 3.333 садница по хектару, према различитим ауторима. Коришћење мањих густина садње (400–600 садница по хектару) могуће је у случајевима када се користи унапријеђен полазни шумски репродуктивни материјал. Производност јоке може да се креће до $14 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год.}^{-1}$ на повољним стаништима која су претходно припремљена. Продукциони период траје до 40 година. Код подизања засада намијењених за биомасу, густина садње се креће од $1,5 \times 1,5 \text{ m}$ до $0,9 \times 0,6 \text{ m}$, а производност се креће $10\text{--}12 \text{ tSM} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год.}^{-1}$ (Wittwer & Stringer, 1985). Тип садног материјала који се користи углавном је 1+0.

10.4. Дивља трешња

Дивља трешња (*Prunus avium* L.) представља врло интересантну врсту у области прераде дрвета због специфичне боје и квалитета дрвета. У Европи се гаји на преко 220.000 ha и та површина је у порасту (Ducci et al., 2013). Може да достигне висине до 28 m и пречнике у интервалу 50–90 cm на најбољим стаништима при старости 70–80 година (Ducci et al., 2013). У старости од 20 година достиже висине 16–20 m и пречнике на прсној висини 15–27,3 cm (Sprengel et al., 2018). Боље резултате постиже ако се сади у комбинацији са неким другим врстама као што су јоха, багрем, па чак и орах (Loewe et al., 2013). Иако је брзина продукције битна, оплемењивачи акценат стављају на правилну архитектуру стабла, квалитет дрвета и адаптабилност. Интензивни радови на оплемењивању трешње за потребе производње дрвета започети су шездесетих година прошлог вијека. Током осамдесетих и деведесетих година, Европска регулатива је подстицала оснивање плантажа дивље трешње на маргиналним пољопривредним земљиштима кроз програм подстицаја, што говори о посебном значају ове врсте за шумарство, очување биодиверзитета и дрвопрерађивачку индустрију.

Трешња је хелиофитна врста, те за свој раст и развој тражи свјетлост, топлоту и хранљиве материје. Преферира терене са мањом киселости земљишта.

Одлично расте у првих 40 година, што је за плантажно шумарство пожељно, послије чега долази до опадања динамике раста. Врста се одлично показала у условима интензивне плантажне производње, при чему се користе одговарајуће мјере прореда, орезивања грана, фертилизација и сл. Гаји се као монокултура или са другим врстама.

За оснивање плантажа користи се широк спектар садног материјала, генеративног и вегетативног поријекла. У Европи се често оснивање врши шумским репродуктивним материјалом из плантажа друге и треће генерације (Daugaviete et al., 2021), или садницама 1–3 године старости. Поред тога, користе се клонови трешње прозведени културом ткива и резницама. Селекционисано је на десетине клонова који се даље умножавају вегетативно, тестирају и користе у оснивању нових плантажа.

Размак садње је различит и зависи од намјене плантаже и примјесе других врста. Трешња у плантажама може да се сади у монокултурама или у комбинацији са другим врстама. Густина садње се креће од 277 садница по хектару (размак садње 6×6 m) до 6.000 садница по хектару (размак садње $1 \times 1,5$ m). На слици 10-3 приказана је 13 година стара плантажа трешње са размаком садње $3,5 \times 4$ m.



Слика 10-3.
Плантажа
дивље трешње
(извор: Ducci et
al., 2013)

10.5. Дуглазија

Дуглазија (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) економски је најзначајнија алохтона четинарска врста у Европи. То је врста која има врло широк ареал у Сједињеним Америчким Државама и Канади. У Европи постиже одличне резултате. Тако, у старости од 40 година, запремина дрвета може да достигне до $1.000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$.

Оптимална станишта за дуглазију су станишта са просјечном годишњом температуром 7,5–12 °C, у вегетационом периоду 12–15 °C и трајањем вегетационог периода 150–200 дана. Врста добро подноси ниске температуре у вријеме мировања вегетације, чак и до -30 °C, али је осјетљива на ране и касне мразеве. Због тога се практикује уношење на станишта гдје постоји надстојна вегетација у виду пионирских врста или старе састојине која се касније уклања. У погледу земљишта, дуглазија је веома пластична врста. Добро се развија на топлим, свјежим и рахлим земљиштима, а у погледу механичког састава најбоље јој одговарају пјесковите иловаче или иловасте пијесци, док глиновита земљишта треба избјегавати. За добре приносе дуглазију треба садити на земљиштима дубљим од 80 cm на којима се може неометано закоријенити.

За оснивање плантажа користи се сјеме из категорије „тестирано”. Густине садње су различите и крећу се од 500 до 4.000 садница по хектару. С обзиром на чињеницу да се плантаже оснивају тако да се могу одржавати пољопривредном механизацијом, често се користе шири размаци у садњи, нпр. 3 × 3 m, 4 × 1 m и сл.

Због жиле срчанице препоручује се садња дуглазије на дубоким, свјежим земљиштима. На нашим просторима оптимална су јој станишта субмонтане и монтане букве, као и станишта китњака и граба.

Продуктивност дуглазије је врло висока. Тако резултати истраживања указују да правилно одабран полазни материјал гарантује просјечне годишње запреминске прирасте преко 20 m³·ha⁻¹, у неким случајевима преко 26 m³·ha⁻¹ (Thurm & Pretzsch, 2016).

10.6. Боровац

Боровац (*Pinus strobus* L.) или Вајмутов бор је врста која се често користи за оснивање шума како у свијету тако и код нас. Поријеклом је из сјевероисточног дијела Сјеверне Америке. Одговарају му нешто хладнији климати и хумиднија клима. Има врло широк ареал, при чему се количина падавина у природним стаништима креће од 500 до 2.000 mm. Просјечна годишња температура варира од 6 до 10 °C. У вегетационом периоду одговарају му температуре у интервалу 15–17 °C и са 250–600 mm падавина. Расте добро на једноличним, преко 60 cm дубоким, свјежим до мокрим иловасто-пјесковитим земљиштима. Не погодују му глејна земљишта са промјенљивом влажношћу (псеудоглеј, глеј). Добре резултате Вајмутов бор може да покаже у зони шума китњака и обичног граба (у свјежијој варијанти), појасу букових шума,

као и у појасу буково-јелових шума (Pintarić, 1974). За оснивање плантажа у САД-у користи се сортни материјал, али све више и у Европи, при чему доминирају сорте отпорне на гљиву *Cronartium ribicola*.

Када се узгаја на најбољим стаништима, просјечан годишњи прираст ове врсте износи око $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ у старости 50 година (Radu, 2008).

Густина садње је нешто већа: углавном се наводе густине од 2.222 саднице по хектару (најчешћи размак је $3 \times 1,5 \text{ m}$). У плантажама боровца предлаже се да се од 20. до 25. године изврше шематске прореде, при чему се уклања сваки други ред, а стабла добијају већи простор, чиме се повећава дебљински прираст и стабилизује плантажа у погледу опасности од сњеголома и вјетролома.

10.7. Ситканска смрча

Ситканска смрча (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) представља једну од најзаступљенијих врста у плантажама у Европи. Природно се распростире у западном дијелу Сјеверне Америке. Доминира у сјеверној Европи, док на нашим подручјима није дала запаженије резултате. Ситканска смрча се размножава сјеменом, али у посљедње вријеме се све више користе вегетативне методе размножавања: резницама и културом ткива. Све већи број плантажа оснива се од клонова који имају доказан квалитет у погледу жељених карактеристика.

Ситканска смрча је ограничена на подручје морске климе са обилном влагом током цијеле године, релативно благим зимама и хладним љетима. Љетње температуре се смањују идући од југа ка сјеверу уз ријетке појаве екстремних температура. Количина воде која јој је потребна зависи од провенијенције. У најсувљим климатима налази се у зони са падавинама од нешто изнад 600 mm, па до зоне гдје су падавине преко $2.000 \text{ mm} \cdot \text{год}^{-1}$.

У погледу земљишта расте на ширем спектру, а добре резултате даје на смеђим, дубоким земљиштима, као и на дубљим земљиштима из класе хумусно-акумулативних земљишта.

У Великој Британији, ситканска смрча у 33. години живота имала је запремину од $651,6 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. У 64. години забиљежена је запремина од $1.209 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Прираст ситканске смрче износи у просјеку око $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ (Petr et al., 2008).

10.8. Еукалиптус

Еукалиптус (*Eucalyptus*) као род обухвата већи број врста које се користе у плантажном шумарству. Потиче из Аустралије и у домовини достиже импозантне димензије, понекад и преко 100 метара висине. Од преко 700 врста еукалиптуса, свега неколико се користи у плантажном шумарству, и то углавном за индустријске потребе (*Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus deglupta*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus saligna* и *Eucalyptus urophylla*). Процјењује се да је површина под плантажама еукалиптуса у свијету око 20 милиона хектара. Током осамдесетих година прошлог вијека, у плантажама еукалиптуса прираст се кретао $10\text{--}15\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{год.}^{-1}$, међутим, кроз процес оплемењавања врсте и кроз проналазак адекватних станишних услова еукалиптус је достигао прираст од $100\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{год.}^{-1}$ у трајању 6–8 година (FAO, 2001). У плантажама дуже опходње, прираст се креће у интервалу $33\text{--}70\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{год.}^{-1}$ (Pinilla et al., 1999). Еукалиптусом се углавном газдује изданачки, тј. по принципу *short rotation coppicing*, при чему су могуће 3–4 ротације. Еукалиптус се доминантно користи у индустрији целулозе и папира.

У Европи, еукалиптус представља другу најважнију интродуковану врсту, одмах након багрема. Еукалиптуси су најчешће сађена врста на Иберијском полуострву (Шпанија и Португал), при чему се годишње произведе од 14 милиона метара кубних дрвета из плантажа које се налазе на површини од око 1,4 милиона хектара површине. Остале државе имају знатно мање површине, углавном око 20.000 хектара (Италија, Турска), Грчка око 45.000 хектара, Француска око 2.000 (Tomé et al., 2021).

Узгаја се на продуктивним земљиштима, а дубина обраде је око 70 cm. Сади се у припремљене јаме. Уколико је нагиб терена већи од 25%, формирају се терасе. Оптимална густина садње је $1.000\text{--}1.250$ стабала·ha⁻¹. Размаци између садница су најчешће $3 \times 3\text{ m}$.

При оснивању, као и при одржавању, обавезна је употреба ђубрива, најчешће спороотапајућих. Посебан проблем је апсорпција воде, јер због брзог раста еукалиптуси апсорбују огромне количине воде. Стога се при оснивању плантажа праве планови чији је циљ умањити негативне ефекте великог коришћења воде које еукалиптуси узимају. Такође, постоји забринутост због утицаја великих комплекса плантажа на биодиверзитет, те се и тај параметар узима у обзир.

10.9. Усукани бор

Усукани бор (*Pinus contorta* Douglas) представља једну од често коришћених врста у оснивању плантажа на сјеверу Европе. Потиче са сјеверозапада Сјеверне Америке.

Плантаже ове врсте углавном се налазе у сјеверној Европи, гдје су услови за раст и развој повољнији него што је то у централној и јужној Европи, због чега се усукани бор у тим дијеловима Европе и не сади. Може да расте на сувим и на влажним земљиштима, од храњивима сиромашних до богатих земљишта. Понаша се као пионирска врста. Одлично подноси ниске температуре. Сади се у различитим густинама од 500 до 2.500, па чак и до 5.000 садница по хектару (Johnstone & Van Thienen, 2011).

У оптималним условима може да има велику производност. Обично се прираст креће од 5 до 10 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год.}^{-1}$, а истраживања из Шведске указују да усукани бор може да достигне прираст од 20 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год.}^{-1}$ уколико се гаји на квалитетнијим земљиштима и уз примјену свих агротехничких мјера (Shrimpton & Thompson, 1983). Продуктивност може да буде скоро 50% већа од домаћих борова (бијели бор) уколико се пронађе одговарајуће станиште.

10.10. Монтерејски бор

Монтерејски бор (*Pinus radiata* D. Don) природно се јавља само на калифорнијској обали и 800 km јужније на острву Гвадалупе. Више од 80 година гаји се плантажно у земљама јужне хемисфере: Аустралији, Новом Зеланду, Јужној Африци и Чилеу.

Највеће површине под плантажама монтерејског бора у Европи су на атлантским границама Шпаније јер ова врста добро расте у океанској клими. Клима која погодује овој врсти има сљедеће особине: укупна годишња количина падавина је 1.100–1.700 mm, и то је највећи дио падавина током зиме, средња температура најхладнијег мјесеца је између 7 и 11 °C, средња температура најтоплијег мјесеца је 16,5–18,5 °C. Отпоран је на хладноћу, али само краткотрајну – најнижа температура коју може да поднесе је око -7 °C. У европским државама забиљежен је прираст од 15 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год.}^{-1}$ у старости од 15 година. Просјечан годишњи прираст у старости од 40 година може да износи 25–30 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год.}^{-1}$ (Lamprecht, 1990). Међутим, на Новом Зеланду забиљежени су прирасти од чак 50 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год.}^{-1}$. На сувим стаништима прирасти се крећу око 11 $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{год.}^{-1}$.

Сади се 400–1.000 садница по хектару, док се на крају опходње број стабала своди на 200–400. На крају опходње у плантажама може да се произведе преко $1.000 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ дрвета.

10.11. Остале врсте које се користе у плантажном шумарству

Поред напријед наведених врста, у плантажном шумарству у свијету користи се велики број врста из родова *Acacia*, *Hevea*, *Tectonia*, *Casuarina*, *Dalbergia*, *Gmelina*, *Swietenia*, *Terminalia*, које због својих биооколошких карактеристика нису сађене нити тестиране на нашим подручјима, што не значи да се у будућности, у неком облику, то неће и десити.

За наша подручја и плантажно гајење могу да се користе врсте из рода бријестова, јаворова, јасенова, платана, те врсте попут мечје лијеске, питомог кестена, пауловније и многих других. Тестирања неких од наведених врста спроводе се у земљама у окружењу. Развој шумарства и потреба човјека за дрветом и осталим производима из плантажа могу да буду мотив за покретање пројеката оснивања плантажа већег броја шумских врста дрвећа.



11. ЛИТЕРАТУРА

- Abrahamson, L., Volk, T., Kopp, R., White, E., Ballard, J., (2002): *Willow Biomass Producer's Handbook*. State University of New York College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, New York, p 31.
- Andrašev, S., Rončević, S., Vučković, M., Bobinac, M., Danilović, M., Janjatović, G. (2010). Elements of structure and productivity of clone I-214 (*Populus* × *euramericana* (Dode) Guinier) plantations on the River Sava alluvium. *Glasnik Šumarskog fakulteta*, (101), 7–24.
- Böhm, C., Quinkenstein, A., Freese, D. (2011). Yield prediction of young black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) plantations for woody biomass production using allometric relations. *Annals of Forest Research*, 54(2), 215–227.
- Brus, R., Pötzelsberger, E., Lapin, K., Brundu, G., Orazio, C., Straigyte, L. & Hasenauer, H. (2019). Extent, distribution and origin of non-native forest tree species in Europe. *Scandinavian journal of forest research*, 34(7), 533–544.
- Bura, D. (1974). Akcija za podizanje novih 200.000 ha plantaža topola. *Topola*, 100/101, 9–14.
- Christersson, L. (1987). Biomass Production by Irrigated and Fertilized *Salix* Clones. *Biomass* 12: 83–95.
- Claessens, H., Oosterbaan, A., Savill, P., Rondeux, J. (2010). A review of the characteristics of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and their implications for silvicultural practices. *Forestry*, 83(2), 163–175.
- Čomić, D. (2021). *Ekonomski aspekti šumarstva u klimatskim promjenama*. Univerzitet u Banjoj Luci, Šumarski fakultet, 248–249.
- Cubbage, F. (2003). *Sustainable Forest Management, Forest Certification, Tree Improvement, and Forest Biotechnology*. Proceedings of the 27th Southern Forest Tree planters' notes, Vol. 54, No. 2, 38–41.
- Čurić, R. (1974). *Mogućnost uzgoja topola na neiskorišćenim proizvodnim prostorima u BiH s posebnim osvrtnom na region Hercegovine*. Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo u Sarajevu, Simpozijum o uzgoju šuma u okviru proslave 25-godišnjice Šumarskog fakulteta u Sarajevu, XIX, knjiga 19, sveska 4, 33–39.
- Danilović, M., Raković, D., Isajev, D., Antonić, S. (2020). Uporedna analiza sortimentne strukture klonova topole I-214 i Pannonia. *Glasnik Šumarskog fakulteta*, 122, 31–45.
- Daugaviete, M., Lazdiņa, D., Feldmane, D., Treigute, D., Daugavietis, U., Celma, S. & Zuševica, A. (2021). Sweet Cherry (*Prunus avium* L. Syn. *Cerasus avium* Moench.): A Study of its Distribution in Latvia and Superior Clone Selection for Cherry Plantations for Wood in Local Climatic Conditions. In: *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*, Vol. 75, No. 4, 282–291.

- DEFRA (2002). *Growing short rotation coppice. Best practice guidelines*. Defra Publications, London. (доступно на <http://www.defra.gov.uk/erdp/pdfs/>, приступљено 21. 10. 2023. год.).
- Ducci, F., De Cuyper, B., De Rogatis, A., Dufour, J. & Santi, F. (2013). Wild cherry breeding (*Prunus avium* L.). In: Pacues, L. (eds.) *Forest Tree Breeding in Europe: Current State-of-the-Art and Perspectives*, 463–511.
- Facciotto, G., Bergante, S., Alasia, F., Alasia, O., Allasia, E., Bertaina, F., Pignatti, G., Pontuale, G., Tomaiuolo, M., Verani, S., Nervo, G. (2018). Performances of 22 poplar genotypes selected in Europe in four different environments of Italy. *CREA Council for Agricultural Research and Economics. Research Centre for Forestry and Wood*, 1–39.
- FAO (2001). Mean annual volume increment of selected industrial forest plantation species. *Forest Plantation Thematic Papers, Working Paper 1*. Forest Resources Development Service, Forest Resources Division. FAO, Rome, 1–27.
- FAO (2018). Global Forest resources Assessment 2020 Terms and Definitions. *FAO Forest Resources Assessment working paper*, 188.
- FAO (2020). Global Forest Resources Assessment 2020 (Rome: FAO) (доступно на: <https://doi.org/10.4060/ca8753en>, приступљено 25.08. 2023.)
- Freer-Smith, P. H., Muys, B., Bozzano, M., Drössler, L., Farrelly, N., Jactel, H., ... & Orazio, C. (2019). Plantation forests in Europe: challenges and opportunities. *European Forest Institute*, Vol. 9, 1–52.
- Giurgiu, V., Drăghiciu, D. (2004) Mathematical-growth models and yield tables of stands. *Editura Ceres, București*, p. 607.
- Gouker, F. E., Fabio, E. S., Serapiglia, M. J. & Smart, L. B. (2021). Yield and biomass quality of shrub willow hybrids in differing rotation lengths and spacing designs. *Biomass and Bioenergy*, 146, 105977.
- Guzina, V. (2000). Podsećanje na osnivanje i na rad Međunarodne komisije za topolu (International Poplar Commission – IPC). *Topola*, 165/166, 7–12.
- Hazubska-Przybył, T., Wawrzyniak, M. K., Kijowska-Oberc, J., Staszak, A. M. & Ratajczak, E. (2022). Somatic embryogenesis of Norway spruce and Scots pine: Possibility of application in modern forestry. *Forests*, 13(2), 155.
- Heribert-Nilsson, N. (1918). *Experimentelle studien über variabilität, Spaltung, Artbildung, und evolution in der gattung Salix*. Lunds Universitats Arsskrift N. F. Avd 2, p. 144.
- Herpka, I., Marinković, P., Krstinić, A., Božić, J., Vratarić, P., Marković, J. (1986). *Topole i vrbe u Jugoslaviji*. Institut za topolarstvo Novi Sad, 9–267.
- Huber, J. A., Matiu, M. & Hülsbergen, K. J. (2018). First-rotation growth and stand structure dynamics of tree species in organic and conventional short-rotation agroforestry systems. *Heliyon*, 4(6), e00645.
- INDUFOR (2012): Strategic review on the future of forest plantations. (доступно на: <http://ic.fsc.org/download.strategic-review-on-the-future-of-forest-plantationsfull-report.672.htm>, приступљено 21. 08. 2023.)
- Иветић, В., Вилотић, Д. (2014). Улога плантажног шумарства у одрживом развоју. Гласник Шумарског факултета Београд, 157–180.
- Ivetić, V., Devetaković, J., Nonić, M., Stanković, D., & Šijačić-Nikolić, M. (2016). Genetic diversity and forest reproductive material-from seed source selection to planting. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 9(5), 801-812.
- Johnstone, W. D., van Thienen, F. J. (2011). The effects of plantation density on the growth and yield of lodgepole pine: 20-year results. *Extension Note-British Columbia Ministry of Forests and Range, Extension note*, 102, 1–7.

- Jurgensen, C., Kollert, W., Lebedys, A. (2014). Assessment of industrial roundwood production from planted forests, *Planted Forests and Trees Working Paper Series* (No. 48). FAO, (доступно на: <https://www.fao.org/publications/card/fr/c/e8dfb97e-d252-494e-b59b-a85ddc6a3f34/>, приступљено 21. 9. 2023.)
- Kajba, D., Domac, J., & Šegon, V. (2011). Estimation of short rotation crops potential in the Republic of Croatia: Illustration Case within FP7 project Biomass Energy Europe. *Šumarski list*, 135(7-8), 361-369.
- Katrevičs, J., Džeriņa, B., Neimane, U., Desaine, I., Bigača, Z. & Jansons, Ā. (2018). Production and profitability of low density Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) plantation at 50 years of age: case study from eastern Latvia. *Agronomy Research*, 16(1), 113–121.
- Klašnja, B., Orlović, S. & Galić, Z. (2012). Energy potential of poplar plantations in two spacings and two rotations. *Šumarski list*, 136 (3–4), 161–167.
- Krstinić, A. (1989). Selekcija klonova stablastih vrba podesnih za osnivanje kultura u Posavini. *Glasnik za šumske pokuse: Annales pro experimentis foresticis*, 25, 95–100.
- Krstinic, A., Gracan, J., Kajba, D. (2001). Noble Hardwoods Network: Report of the Fourth Meeting, 4-6 September 1999, Gmunden, Austria and the Fifth Meeting, 17-19 May 2001, Blessington, Ireland, J. Turok, G. Eriksson, K. Russel, S. Borelli, eds. *Biodiversity International*, 2002, 44–49.
- Krstinić, A., Kajba, D. (1993). Oplemenjivanje brzorastućih listača. *Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje: Annales pro experimentis foresticis editio peculiaris*, 4, 59–71.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas: posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. (GTZ) GmbH. República Federal de Alemania. p. 326.
- Lestrade, M., Becquey, J., Coello, J., Gonin, P. (2012). Autecologie of common walnut (*Juglans regia* L.), black walnut (*Juglans nigra* L.), and hybrid walnut (*Juglans x intermedia*). *Forêtentreprise*, 207, 5–12.
- Linkevičius, E., Šilinskas, B., Beniušienė, L., Aleinikovas, M., Kliučius, A. The Growing Dynamic of Pure Scots Pine Stands Using Different Thinning Regimes in Lithuania. *Forests*, 14(8), 1–11. (доступно на: <https://doi.org/10.3390/f14081610>, приступљено 21. 9. 2023.)
- Loewe, V., González, M. & Balzarini, M. (2013). Wild cherry tree (*Prunus avium* L.) growth in pure and mixed plantations in South America. *Forest Ecology and Management*, 306, 31–41.
- Marković, J. (1986). Zasadi vrba i topola. Засади врба и топола. U (eds. Hrepka i sar.) *Topole i vrbe u Jugoslaviji*, Institut za topolarstvo, Novi Sad, 36–44.
- Matić, V., Pintarić, K., Drinić, P. (1969). *Osnovne smjernice gazdovanja šumama Bosne i Hercegovine za period 1971–2005*. Institut za šumarstvo Sarajevo, p. 195.
- Михајловић, Љ. (2008). Шумарска ентомологија. Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд.
- Mola-Yudego, B. (2011). Trends and productivity improvements from commercial willow plantations in Sweden during the period 1986–2000. *Biomass and bioenergy*, 35(1), 446–453.
- Moscatelli, M. C., Lagomarsino, A., De Angelis, P. & Grego, S. (2008). Short-and medium-term contrasting effects of nitrogen fertilization on C and N cycling in a poplar plantation soil. *Forest Ecology and management*, 255(3–4), 447–454.

- Мрзић, Ј. (2023). Варијабилност дуглазије (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) у провенијеничном тесту „Црна Локва” – ШГ „Градишка”. Мастер рад, Шумарски факултет Универзитета у Бањој Луци, 1–63.
- Nicolescu, V. N., Mason, W. L., Bastien, J. C., Vor, T., Petkova, K., Podrázský, V., ... & Mihăilescu, G. (2023). Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) in Europe: an overview of management practices. *Journal of Forestry Research*, 1–18.
- Nicolescu, V. N., Rédei, K., Mason, W. L., Vor, T., Pöetzelsberger, E., Bastien, J. C., ... & Pástor, M. (2020a). Ecology, growth and management of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.), a non-native species integrated into European forests. *Journal of Forestry Research*, 31(4), 1081–1101.
- Nicolescu, V. N., Rédei, K., Vor, T., Bastien, J. C., Brus, R., Benčať, T., ... & Štefančík, I. (2020b). A review of black walnut (*Juglans nigra* L.) ecology and management in Europe. *Trees*, 34, 1087–1112.
- Niemczyk, M., Wojda, T. & Kaliszewski, A. (2016). Biomass productivity of selected poplar (*Populus* spp.) cultivars in short rotations in northern Poland. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 46(1), 1–9.
- Oliveira, N., Pérez-Cruzado, C., Cañellas, I., Rodríguez-Soalleiro, R. & Sixto, H. (2020). Poplar short rotation coppice plantations under Mediterranean conditions: The case of Spain. *Forests*, 11(12), 1352.
- Onyekwelu, J. C., Stimm, B. & Evans, J. (2011). Review plantation forestry. *Silviculture in the Tropics*, 399–454.
- Orlović, S. S., Pajević, S. P. & Krstić, B. Đ. (2002). Selection of black poplars for water use efficiency. *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke*, 102, 45–51.
- Orlović, S., Guzina, V., Krstić, B. & Merkulov, L. (1998). Genetic variability in anatomical, physiological and growth characteristics of hybrid poplar (*Populus x euramericana* Dode (Guinier)) and eastern cottonwood (*Populus deltoides* Bartr.) clones. *Silvae genetica*, 47(4), 183–189.
- Payn, T., Carnus, J. M., Freer-Smith, P., Kimberley, M., Kollert, W., Liu, S., ... & Wingfield, M. J. (2015). Changes in planted forests and future global implications. *Forest Ecology and Management*, 352, 57–67.
- Pedlar, J.H., McKenney, D.W., Fraleigh, S. (2006). Planting black walnut in southern Ontario: midrotation assessments of growth, yield, and silvicultural treatments. *Canadian Journal of Forest Research*, 36, 495–504.
- Petr, M., Patenaude, G. & Suárez, J. (2008). Forest Stand Volume of Sitka Spruce Plantations in Britain: Can Existing Laser Scanning Methods Based on the Conventional One Provide Better Results, a Comparison of Two Approaches. In: Bernard, L., Friis-Christensen, A., Pundt, H. (Eds.) Taking Geoinformation Science One Step Further, *The European Information Society: Taking Geoinformation Science One Step Further*, 1–26.
- Pinilla, S. J. C., Molina, B., M. P. Tosso, M. F. (1999). La investigación del INFOR: hacia el conocimiento del Eucalipto en Chile. In: *Proceedings of the IUFRO S4.11 International Symposium on Long-Term Observations and Research in Forestry* CATIE, Turrialba, Costa Rica, February 23–27, 1999, 43–62.
- Pintarić, K. (1974). Problemi vezani za unošenje alohtonih vrsta drveća u šume Bosne. *Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo u Sarajevu, Simpozijum o uzgoju šuma u okviru proslave 25-godišnjice Šumarskog fakulteta u Sarajevu*, XIX, knjiga 19, sveska 4, 97–106.
- Radu, S. (2008). *Pinus strobus*: past and future in Europe. A page of silvicultural history and international scientific cooperation. *Annals of Forest Research*, 133–140.

- Rédei, K., Csiha, I., Keserű, Z. (2011). Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) short-rotation crops under marginal site conditions. *Act. Silv. Lign. Hun.*, 7, 125–132.
- Rončević, S., Andrašev, S., Ivanišević, P., Kovačević, B. & Klačnja, B. (2013). Biomass production and energy potential of some eastern cottonwood (*Populus deltoides* Bartr. Ex Marsh.) clones in relation to planting spacing. *Šumarski list*, 137(1–2), 33–40.
- Savill, P., Evans, J., Auclair, D., Falck, J. (1997). *Plantation silviculture in Europe*. Oxford university press, 3–245.
- Shrimpton, D. M., Thomson, A. J. (1983). Growth characteristics of lodgepole pine associated with the start of mountain pine beetle outbreaks. *Canadian Journal of Forest Research*, 13(1), 137–144.
- Silva, L. N., Freer-Smith, P. & Madsen, P. (2019). Production, restoration, mitigation: a new generation of plantations. *New Forests*, 50, 153–168.
- Spinelli, R., Nati, C. & Magagnotti, N. (2008). Harvesting short-rotation poplar plantations for biomass production. *Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering*, 29(2), 129–139.
- Sprengel, L., Stangler, D. F., Sheppard, J., Morhart, C. & Spiecker, H. (2018). Comparative analysis of the effects of stem height and artificial pruning on seasonal radial growth dynamics of wild cherry (*Prunus avium* L.) and Sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) in a widely spaced system. *Forests*, 9(4), 174.
- Stanturf, J. A., Van Oosten, C., Netzer, D. A., Coleman, M. D. & Portwood, C. J. (2001). Ecology and silviculture of poplar plantations. *Poplar Culture in North America*, Part A, 153–206.
- Stilinović, S. (1991). *Pošumljavanje*. Naučna knjiga, Beograd, 1–266.
- Stojnić, S., Obućina, Z., Rađević, R., Dabić, S., Pap, P., Marković, M., Kovačević, B., Kesić, L., Orlović, S. (2023). Mogućnost osnivanja klonskih zasada crnih topola „plitkom sadnjom” sadnicama bez korena (1/0). *Topola/Poplar*, 212, 67–77.
- Шпановић, Т. (1942). Врба за плетарство. Издавачко-просветна задруга ИПЗОР, 3–53.
- Thevs, N., Fehrenz, S., Aliev, K., Emileva, B., Fazylbekov, R., Kentbaev, Y., ... & Zikirov, S. (2021). Growth rates of poplar cultivars across central Asia. *Forests*, 12(3), 373.
- Thurm, E. A., Pretzsch, H. (2016). Improved productivity and modified tree morphology of mixed versus pure stands of European beech (*Fagus sylvatica*) and Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) with increasing precipitation and age. *Annals of Forest Science*, 3, 1047–1061.
- Tomé, M., Almeida, M. H., Barreiro, S., Branco, M. R., Deus, E., Pinto, G., ... & Rodríguez-Soalleiro, R. (2021). Opportunities and challenges of Eucalyptus plantations in Europe: The Iberian Peninsula experience. *European Journal of Forest Research*, 140(3), 489–510.
- Vasilić, V. (1963). Topole u Jugoslaviji. *Topola*, 34/35, 8–15.
- Vietto, L., Nervo, G., Facciotto, G., Chiarabaglio, P. M. & Coaloa, D. (2011, March). Activities for sustainable poplar plantations management in Italy. In: *Actas del Tercer Congreso Internacional de las Salicáceas en Argentina 'Los álamos y los sauces junto al paisaje y el desarrollo productivo de la Patagonia'*, Neuquen, Argentina, 16–19.
- Wittwer, R. F., Stringer, J. W. (1985). Biomass production and nutrient accumulation in seedling and coppice hardwood plantations. *Forest Ecology and Management*, 13 (3–4), 223–233.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна и универзитетска библиотека
Републике Српске, Бања Лука

630*2(075.8)

ЦВЈЕТКОВИЋ, Бранислав, 1983-

Оснивање шума и плантажа / Бранислав Цвјетковић, Милан Матаруга. - 1. изд. - Бања Лука : Универзитет у Бањој Луци, Шумарски факултет, 2024 (Бања Лука : Службени гласник Републике Српске). - 371 стр. : илустр. ; 24 cm

Тираж 300. - Библиографија: стр. 367-371.

ISBN 978-99938-56-55-9

COBISS.RS-ID 140338433