

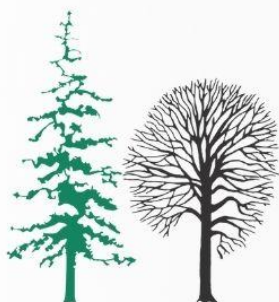
Ciljni raziskovalni program "Naša hrana,
podeželje in naravni viri"



2022-2025

**NAČRTOVANJE TEHNOLOGIJ IN PRESOJA
KAKOVOSTI IZVAJANJA DEL V GOZDOVIH V
PODPORO BIOGOSPODARSTVU**

Planning of technologies and quality assessment
of forest operations in support of
the bio-economy



GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE



Univerza v Ljubljani
Biotehniška fakulteta

Oddelek za gozdarstvo
in obnovljive gozdne vire



Ciljni raziskovalni program »NAŠA HRANA, PODEŽELJE IN NARAVNI VIRI«

Težišče: Pametno, odporno in konkurenčno kmetijstvo, gozdarstvo, ribištvo in živilskopredelovalni sektor

Tematski sklop: Spodbujanje razvoja biogospodarstva na načelih krožnosti v kmetijstvu, živilski industriji in gozdarstvu

Tema: NAČRTOVANJE IN OCENA SODOBNIH TEHNOLOGIJ V GOZDNI PROIZVODNJI V PODPORO BIOGOSPODARSTVU

Naslov projekta:

NAČRTOVANJE TEHNOLOGIJ IN PRESOJA KAKOVOSTI IZVAJANJA DEL V GOZDOVIH V PODPORO BIOGOSPODARSTVU

Planning of technologies and quality assessment of forest operations in support of the bio-economy

Šifra projekta: V4-2209

Nosilna raziskovalna organizacija: Gozdarski inštitut Slovenije

Sodelujoče raziskovalne organizacije:

- ✓ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

Ime in priimek vodje projekta: dr. Nike Krajnc

Vsebinski spremljevalec: Tomaž Remic



arrs

JAVNA AGENCIJA ZA RAZISKOVALNO DEJAVNOST
REPUBLIKE SLOVENIJE



REPUBLIKA SLOVENIJA
**MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,
GOZDARSTVO IN PREHRANO**

Končno poročilo o rezultatih opravljenega raziskovalnega dela na projektu V4-2209 Načrtovanje in ocena sodobnih tehnologij v gozdni proizvodnji v podporo biogospodarstvu v okviru ciljnega raziskovalnega programa (CRP) »zagotovimo.si hrano za jutri«

Priloga 1: »Vsebinsko poročilo – študija«

Izvajalci projekta:

Dr. Nike Krajnc – vodja projekta

Matevž Triplat

Špela Ščap

dr. Darja Stare

dr. Jaša Saražin

prof. dr. Janez Krč

Gašper Ogrin

Martin Jež

Matjaž Dovečar

mag. Marjan Dolenšek

Peter Smolnikar

Urban Žitko

dr. Igor Potočnik

Sodelujoči avtorji:

Jan Mihelič, Darko Pristovnik, dr. Robert Robek, mag. Janez Zafran

1	Projekt TEHGOZD.....	8
1.1	Povzetek projekta.....	8
1.2	Izhodišča projekta.....	8
1.3	Struktura projekta	10
2	Merila umeščanja sodobnih tehnologij v gozdni prostor (DS2).....	11
2.1	Predlog okoljskih, ekonomskih in socialnih meril za obravnavane skupine tehnologij pridobivanja lesa	11
2.1.1	Metoda dela.....	11
2.1.2	Pregled dosedanjih raziskav	12
2.1.2.1	Produktivnost.....	15
2.1.2.2	Stroški	16
2.1.2.3	Vpliv na tla in sestoj	17
2.1.2.4	Vpliv tehnologije na zaposlenost	17
2.1.2.5	Uporabnost za industrijo.....	17
2.1.2.6	Varnost pri delu	18
2.1.2.7	Vpliv na vodne vire	18
2.1.2.8	Onesnaževanje okolja.....	18
2.1.2.9	Vpliv drugih gozdnih funkcij.....	18
2.1.2.10	Dostopnost izobraževanja.....	18
2.1.2.11	Družbena sprejemljivost.....	19
2.1.2.12	Ergonomija	19
2.1.3	Zaključki.....	19
2.2	Družbeno usklajena merila s pripadajočimi utežmi	20
2.2.1	Vrednotenje meril.....	22
2.2.2	Analiza vrednotenja meril.....	24

2.2.3	Validacija.....	26
2.2.4	Identificirane mejne vrednosti	26
2.2.4.1	Validacija kriterijev in vplivnih dejavnikov	29
2.3	Metodologija za modelno umeščanje tehnologij v gozdni prostor	39
2.3.1	Metoda in materiali.....	40
2.3.1.1	Obravnavane tehnologije pridobivanja lesa	40
2.3.1.2	Nabor podatkovnih baz.....	41
2.3.1.3	Osnovni nivo izračunov (gozdni sestoj).....	42
2.3.1.4	Podroben opis izbora vhodnih parametrov	43
2.3.1.5	Vrednotenje primernosti tehnologij glede na operativne pogoje	53
2.3.1.6	Modelno ocenjena najprimernejša kombinacija tehnologij.....	57
2.3.1.7	Primerljive možnosti izbire kombinacije tehnologij	58
2.3.1.8	Druge posebnosti modelnega umeščanja kombinacij tehnologij v gozdni prostor	58
2.3.1.9	Izločanje gozdnih rezervatov	59
2.3.1.10	Zapis modela v programskem orodju R-studio	59
2.3.2	Rezultati modela	60
2.3.3	Validacija modela.....	64
2.3.4	Interaktivno orodje.....	67
2.3.5	Možnosti nadgradnje modela umeščanja tehnologij v prostor.....	69
2.3.5.1	Izboljšana ločljivost in ažurnost podatkov.....	69
2.3.5.2	Vključevanje dodatnih parametrov	69
2.3.6	Zaključki.....	71
3	Optimizacija omrežja gozdnih prometnic (DS3)	73
3.1	Gozdno gradbeništvo v bližnjih državah	73

3.1.1	Švica.....	74
3.1.2	Hrvaška:	81
3.1.3	Italija	85
3.2	Koncept meril in kazalnikov s predlogom kazalnikov kakovosti pri izvedbi posameznih gradbeno inženirskih objektov v gozdarstvu	89
3.2.1	Zaključki.....	97
3.3	Določitev kriterijev in indikatorjev pri odločanju za optimizacijo gozdnih prometnic.....	98
3.3.1	Področje tehnologije spravila in transporta gozdnih proizvodov.....	99
3.3.2	Področje stanja in lokacije obstoječih prometnic.....	101
3.3.3	Področje lastništva zemljišč	102
3.3.4	Področje/kriterij naravnih danosti zemljišča.....	103
3.3.5	Zaključek	105
3.4	Priročnik za podporo lastniku ob investiciji v omrežje gozdnih prometnic.....	106
3.4.1	Raba in vzdrževanje obstoječih prometnic	107
3.4.1.1	Kdo je upravičen uporabnik obstoječih prometnic?	107
3.4.1.2	Katera vzdrževalna dela se lahko izvajajo brez soglasja ZGS?	108
3.4.2	Optimizacija omrežja gozdnih prometnic	110
3.4.2.1	Različna območja v gozdnem prostoru in različni pristopi	110
3.4.2.2	Pregled tehnologij po primernosti	111
3.4.2.3	Priporočila o rekonstrukciji	113
3.4.2.4	Priporočila za optimizacijo sekundarnega prometnega omrežja	114
3.4.2.5	Priporočila za optimizacijo primarnega prometnega omrežja.....	117
3.4.2.6	Kako poteka postopek pridobitve dokumentacije za izvedbo izbrane investicije	119
3.4.3	Kako do izvajalca storitev gozdnega gradbeništva?	120

3.4.3.1	Izvajalci gozdnega gradbeništva	121
3.4.3.2	Podpis pogodbe z izvajalci	123
3.4.4	Spremljanje kakovosti gradnje	124
3.4.4.1	Kontrolni vprašalnik za spremljanje kakovosti gradnje gozdne vlake.....	124
3.4.5	Stroški gradnje in financiranje del.....	127
3.5	Zaključki	128
4	Ocena kakovosti pri izvajanju del v gozdovih	130
4.1	Pregled dokumentov in določb povezanih z izvajanjem del v gozdovih	130
4.1.1	Glavne določbe v zvezi z izvajanjem del v gozdovih	133
4.1.1.1	Področje dela	133
4.1.1.2	Področje zahtev in zahteve.....	133
4.1.2	Primeri ocenjevanja kakovosti izvajanja del v gozdovih iz tujine	145
4.2	Predlog objektivnih meril za oceno kakovosti izvedbe del v gozdovih	147
4.2.1	Vrednotenje z metodo SMART.....	149
4.3	Sistem za ocenjevanje kakovosti izvedbe del v gozdovih	150
4.3.1	Kontrolni vprašalnik za oceno kakovosti izvedbe del	151
4.3.2	Nagradnje ocene izvajalcev s strani naročnikov gozdarskih storitev na spletnem informacijskem sistemu MojGozdar.si	161
4.4	Zaključki.....	166
5	Komunikacija, prenos znanja ter promocija dosežkov za javnost	169

Viri 174

1 PROJEKT TEHGOZD

1.1 Povzetek projekta

Gozd in gozdarstvo imata pomembno vlogo pri doseganju ambicioznih ciljev razogljičenja družbe do leta 2050. Zaradi vse večjega zavedanja o posledicah klimatskih sprememb so gozdovi in gozdarstvo pod vse večjim drobnogledom javnosti in različnih interesnih skupin, kar zvišuje pomen okoljske in ekonomske ustreznosti pridobivanja lesa. Kakovost izvedbe del (gozdna dela, gozdne prometnice, prevoz lesa) je podoba, ki jo vidijo vsi uporabniki gozdnega prostora, zato je vprašanje kakovosti izvedbe ključno za pozitivno podobo gozdne proizvodnje v javnosti. Projekt naslavlja številne izzive s katerimi se srečujejo lastniki gozdov pri najemu storitve ali izvedbi del v gozdovih, ki jih opravijo sami.

Glavni namen projekta je priprava usmeritev za umeščanje tehnologij pridobivanja lesa v prostor in ocene kakovosti pri izvajanju del v gozdovih (nega in redne sečnje) ter gradnji gozdnih prometnic. Cilj projekta pa je nadgraditi obstoječa znanja o tehnoloških, ekonomskih in socialnih vidikih umeščanja tehnologij v prostor ter oblikovati orodje, ki bo podpiralo tako lastnike gozdov, izvajalce del kot tudi načrtovalce. Z metodologijo za presojo kakovosti na področju izvajanja del v gozdovih in gradnje gozdnih prometnic želimo omogočiti javni gozdarski službi in lastnikom gozdov oceno izvedenih del z relevantnimi in enotnimi kriteriji. Rezultati so neposredno namenjeni lastnikom gozda in izvajalcem del v gozdovih, odločevalcem ter strokovnemu kadru, zlasti v okviru javne gozdarske službe. Vmesni in končni rezultati so sooblikovani in preverjeni v dialogu s ključnimi deležniki.

1.2 Izhodišča projekta

Cilj evropskega zelenega dogovora je do leta 2050 narediti Evropo ogljično nevtrarno. Gozd in gozdarstvo imata pomembno vlogo pri doseganju teh ambicioznih ciljev. Na eni strani so gozdovi pomemben ponor ogljika, na drugi pa pomemben vir surovine – lesa, ki je prav tako ključen pri doseganju omenjenih ciljev. Zaradi vse večjega zavedanja o posledicah klimatskih sprememb so gozdovi in gozdarstvo pod vse večjim drobnogledom javnosti in različnih interesnih skupin.

V času, ko tako EU kot tudi domače politike podpirajo prehod v ogljično nevtralnost, je vprašanje okoljske in ekonomske ustreznosti pridobivanja lesa pomembno vprašanje, na katerem temelji tudi sprejemljivost sodobnih tehnologij in izvajanje del v gozdovih s strani širše javnosti. Kakovost izvedbe del (gozdna dela, gozdne prometnice, prevoz lesa) je podoba, ki jo vidijo vsi uporabniki gozdnega prostora, zato je vprašanje enotne ocene kakovosti izvedbe ključno za pozitivno podobo gozdne proizvodnje v javnosti. S predlaganim projektom prispevamo k nadaljnjemu razvoju znanj in spretnosti lastnikov gozdov, kot tudi strokovnega kadra, vključenega v izvajanje nalog javne gozdarske službe, za podporo trajnostnemu biogospodarstvu.

Usklajevanje socialnih, ekonomskih in okoljskih vidikov gospodarjenja z gozdovi je vse bolj

kompleksno. V kolikor želimo ohraniti stabilne gozdne ekosisteme in hkrati podpirati nadaljnji razvoj biogospodarstva so potrebni sodobni pristopi pri proizvodnji ter izkoriščanju drugih funkcij gozdov, kjer je ključnega pomena kakovost izvedenih del ter njihova okoljska sprejemljivost.

Glavni izzivi, ki jih naslavlja projekt so:

- ❖ Večji del gozdov je v zasebni lasti. Večino del v zasebnih gozdovih še vedno izvedejo lastniki gozdov sami, vendar se delež izvajanja del v gozdovih s pomočjo izvajalcev del povečuje.
- ❖ Lastniki gozdov ter izvajalci del v gozdovih lahko pridobijo sredstva za nakup sodobnih strojev in opreme za delo v gozdovih v okviru Programa razvoja podeželja (PRP), kar ima dolgoročni vpliv na izvedbo del v gozdovih.
- ❖ Obseg nege je še vedno nižji od načrtovane, zlasti v zasebnih gozdovih.
- ❖ Poleg sofinanciranja posameznih del na področju izvajanja nege gozdov je izbor ekonomske in gozdu prijazne tehnologije eden od pomembnih dejavnikov za povečanje obsega nege.
- ❖ Ob večjih sečiščih se pogosto pojavlja konflikt z drugimi uporabniki gozdnega prostora (javnostjo), predvsem zaradi različnih pričakovanj in mnenj o kakovosti izvedenih del.
- ❖ Cena izvedbe storitve je pogosto glavno ali edino vodilo, neupoštevaje kakovost izvedbe del v gozdovih ali gradnji gozdnih prometnic.
- ❖ Zaradi višanja stroškov goriva in dela sta učinkovitost izvedbe del in optimizacija stroškov ključni.
- ❖ Potreba po odločevalskih orodjih, ki bi omogočali oceno primernosti posameznih tehnologij iz okoljskega, tehnološkega in ekonomskega vidika. Potrebe obstajajo tako pri lastnikih gozdov kot tudi pri odločevalcih in načrtovalcih.

Glavni namen projekta je tako priprava usmeritev za umeščanje sodobnih tehnologij pridobivanja lesa v prostor in ocene kakovosti pri izvajanju del v gozdovih (nega in redne sečnje) ter gradnji gozdnih prometnic ter s tem povečati konkurenčnost gozdarskega sektorja in zagotoviti dovolj lesa za nadaljnji razvoj biogospodarstva in sočasni prehod v ogljično nevtralno družbo.

S projektom želimo nadgraditi obstoječa znanja o tehnoloških, ekonomskih in socialnih vidikih uvajanja sodobnih tehnologij ter oblikovati orodja, ki bodo podpirala tako lastnike gozdov, izvajalce del kot tudi načrtovalce predvsem pri izbiri ustrezne tehnologije, kakor tudi načrtovanju izvedbe in kontroli med in po izvedbi del. Z metodologijo za presojo kakovosti na področju izvajanja del v gozdovih in gradnji gozdnih prometnic želimo javni gozdarski službi in lastnikom gozdov omogočiti oceno izvedenih del z relevantnimi in enotnimi kriteriji. Rezultati so namenjeni neposredno lastnikom gozda in izvajalcem del v gozdovih, odločevalcem ter strokovnemu kadru, zlasti v okviru javne gozdarske službe. Vmesni in končni rezultati so sooblikovani in preverjeni v dialogu tako z izvajalci del v gozdovih kot tudi s

strokovnjaki, svetovalci, odločevalci in drugimi ključnimi deležniki.

S projektom želimo prispevati k doseganju naslednjih strateških ciljev ciljnega raziskovalnega programa:

- ❖ Povečevanje konkurenčnega gozdarstva.
- ❖ Spodbujanje razvoja biogospodarstva na načelih krožnosti v kmetijstvu, živilski industriji in gozdarstvu.

Podrobni cilji projekta

Cilj projekta je nadgraditi obstoječa znanja o tehnoloških, ekonomskih in socialnih vidikih umeščanja tehnologij v prostor ter oblikovati orodje, ki bo podpiralo tako lastnike gozdov, izvajalce del kot tudi načrtovalce.

Z metodologijo za presojo kakovosti na področju izvajanja del v gozdovih in gradnji gozdnih prometnic želimo javni gozdarski službi in lastnikom gozdov omogočiti oceno izvedenih del z relevantnimi in enotnimi kriteriji.

Podrobni cilji projekta so:

- ❖ Predlagati novo metodologijo za umeščanje procesov pridobivanja lesa v spreminjajočih se političnih, podnebnih, delovnih, tehnoloških in okoljskih razmerah.
- ❖ Pripraviti usmeritve za lastnike gozdov, ki bodo služile njihovi aktivaciji v smeri optimizacije mreže prometnic v gozdu ter bodo v pomoč pri načrtovanju vseh faz od idejne zasnove, do izvedbe in prevzema del povezanih z optimizacijo omrežja gozdnih prometnic.
- ❖ Izdelati spletno orodje, ki bo z izborom vhodnih podatkov podalo usmeritve lastniku za nadaljnje aktivnosti.
- ❖ Izbrati merila in pripraviti pripomoček za oceno kakovosti, ki bo omogočil oblikovanje objektivne ocene izvedbe del v gozdovih tudi nestrokovnjaku.

Glavni rezultati projekta so neposredno namenjeni lastnikom gozda in izvajalcem del v gozdovih, odločevalcem ter strokovnemu kadru, zlasti v okviru javne gozdarske službe.

1.3 Struktura projekta

Projekt je zgrajen iz petih med seboj tesno povezanih delovnih sklopov (DS). Delovni sklopi potekajo pogosto istočasno. Delimo jih v vsebinske delovne sklope (DS2, DS3 in DS4) ter DS v podporo izvedbi in promociji projekta (DS1 in DS5).

Delovni sklopi projekta so:

DS1: **Koordinacija;**

DS2: **Merila umeščanja sodobnih tehnologij v gozdni prostor;**

DS3: **Optimizacija omrežja gozdnih prometnic;**

DS4: **Ocena kakovosti pri izvajanju del v gozdovih;**

DS5: **Komunikacija, prenos znanja ter promocija dosežkov za javnost.**

2 MERILA UMEŠČANJA SODOBNIH TEHNOLOGIJ V GOZDNI PROSTOR (DS2)

Za celostno presojo in izbiro ustreznega tehnološkega modela moramo v konkretnih razmerah upoštevati tudi ekonomska, socialna in ergonomska merila izbrane tehnologije pridobivanja lesa. Pri presoji ustreznosti uporabe tehnoloških modelov v različnih delovnih razmerah je potrebno sodelovanje deležnikov, ki imajo različne, včasih lahko tudi nasprotujoče interese.

2.1 Predlog okoljskih, ekonomskih in socialnih meril za obravnavane skupine tehnologij pridobivanja lesa

Sečnja in spravilo lesa sta v zadnjih desetletjih po svetu doživela velike spremembe. Uporaba mehanizirane sečnje, hibridnih strojev, manjših strojev za sečnjo in spravilo so vse vrste mehanizacije, ki so v tem času postale prisotne in je bilo o njih posledično narejenih veliko raziskav. Pri načrtovanju gospodarjenja z gozdovi je pomembno, da imamo dober vpogled nad različnimi možnostmi sečnje in spravila, saj lahko le na tak način najbolje izkoristimo prednosti in se v čim večji meri izognemo slabostim različnih načinov sečnje in spravila. Na to, kateri način sečnje in spravila uporabimo za gospodarjenje z gozdom lahko vpliva veliko različnih dejavnikov, zato je načrtovanje kompleksen sistem odnosov, ki obsega nabor tehnologij, metod, sistemov in praks, ki se uporabljajo pri načrtovanju ter izvedbi pridobivanja lesa in nege gozda z upoštevanjem treh glavnih načel trajnostnega gospodarjenja: (1) okolje ; (2) gospodarstvo; (3) družba ali družbena blaginja. Nekatere zadnje raziskave na tem področju opozarjajo tudi na vključitev načel kot sta: (4) ergonomija in (5) kakovost izvedbe ali optimizacija kakovosti pridobivanja lesa.

V okviru drugega delovnega sklopa projekta TehGozd smo izvedli pregled meril umeščanja sodobnih tehnologij v gozdni prostor. Merila razumemo kot osnovo za vrednotenje, možnost objektivnih primerjav in presojanje različnih tehnologij na terenu. Pomembno je upoštevati tako ekonomska, socialna kot tudi okoljska merila, da lahko najbolje upoštevamo vse različne interese, ki so si lahko pogosto tudi nasprotujoči.

2.1.1 Metoda dela

V sklopu delovnega sklopa 2 (naloge 2.2) je bil v prvem koraku izveden pregled obstoječe znanstvene in strokovne literature s področja vplivnih dejavnikov pri izbiri ali načrtovanju tehnologij pridobivanja lesa. Na podlagi pregleda dosedanjih raziskav in obstoječih kriterijev in indikatorjev trajnostnega gospodarjenja je bil pripravljen predlog meril trajnostnega gospodarjenja z gozdovi s poudarkom na trajnostnem pridobivanju lesa (osnovni nabor), ki vsebuje: (1) produktivnost; (2) stroške pridobivanja; (3) vpliv na zaposlenost; (4) primernost za industrijo; (5) varnost in zdravje pri delu; (6) vpliv na gozdna tla in sestoje; (7) vplivi na vodne vire; (8) onesnaževanje okolja; (9) vpliv drugih funkcij gozda; (10) dostopnost izobraževanja in (11) družbena sprejemljivost. V nadaljevanju je ustanovljena strokovna skupina, na participativnih delavnicah, pregledala osnovni nabor meril in po svoji lastni strokovni presoji predlagala dodatno merilo, tako da smo v predhodni osnovni nabor meril vključili še merilo (12)

ergonomija. Podani so bili tudi predlogi za preimenovanje nekaterih že obstoječih meril. Končni usklajen nabor meril je prikazan v nadaljevanju.

V drugem koraku smo izvedli pregled literature z uporabo metod RoSES (<https://www.roses-reporting.com>) in PRISMA (<http://www.prisma-statement.org>). Analizirali smo vse objave v obdobju 2013–2023, pri čemer smo se omejili na članke v angleškem jeziku in jih iskali v kategoriji forestry, kar je omogočilo bolj ciljno iskanje strokovno relevantnih vsebin, saj imajo nekatere ključne besede preširok pomen. Poleg tega smo iskanje omejili na naslove objav, kar je prispevalo k večji natančnosti rezultatov. Ključne besede smo iskali v podatkovnih zbirkah in knjižničnih storitvah Clarivate – Web of Science (<https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search>).

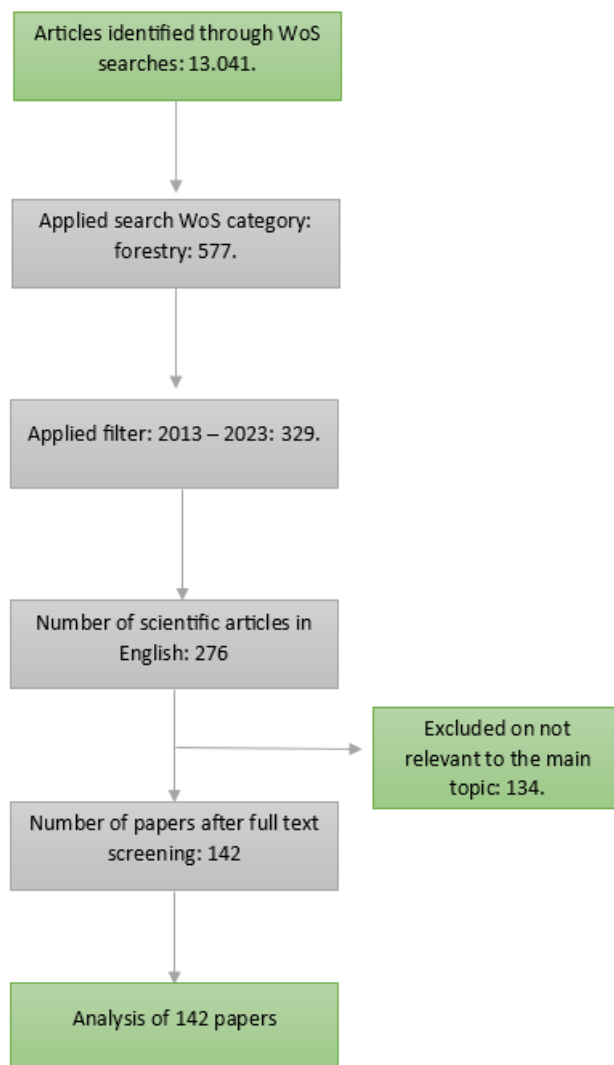
Vse študije smo glede na njihovo ustreznost ocenili s pomočjo naslednjih kriterijev:

- ❖ Ustreznost teme: Članki, ki so bili pregledani morajo vsebovati vidik sečnje ali spravila lesa in kako nanj potencialno vplivajo določena merila;
- ❖ Ustreznost za Slovenijo: Različni deli sveta dajejo prednost različnim metodam gospodarjenja z gozdom. Golosek je primer načina gospodarjenja, ki je npr. v Sloveniji prepovedan že od leta 1949, medtem ko se v nekaterih delih sveta pogosto uporablja. Članki, ki se osredotočajo na načine gospodarjenja, kot so goloseki ali plantažno gospodarjenje smo tako izključili;
- ❖ Jezik: Za našo študijo so primerni samo članki v angleščini, saj nimamo dovoljšnjega znanja drugih jezikov, v katerih se pogosto pojavljajo članki in
- ❖ Ustrezno leto objave: Omejili smo se na obdobje med leti 2013-2023, saj so pri gospodarjenju z gozdovi v zadnjih desetletjih nastale velike spremembe in želimo vključevati članke, ki so relevantni današnjemu stanju.

2.1.2 Pregled dosedanjih raziskav

Iskanje literature je potekalo, s pomočjo ključnih besed, na spletni referenčni podatkovni bazi Web of science. Pri iskanju smo uporabili možnost naprednega iskanja. Ključne besede, ki smo jih uporabljali so vključevale korene angleških izrazov za metode sečnje/spravila (fell*, harvest*; skid*; haul*, forw*; cable* yard*, logg*) in ključne besede, ki so bili koreni angleških besed in so bile vezane na kriterije, ki smo si jih zastavili (product*; cost*; impact*, soil*, stand*; impact*, tech*, empploy*; suitab*; health*, safe*; water*; enviro*; ecos*, serv*; educ*, train* in soc*, accept*). Iskali smo samo znanstvena dela objavljena med leti 2013-2023, ki so bila samo v angleškem jeziku. Glede tipa dokumenta smo se odločili samo za članke. V primeru Web of Science smo se omejili na kategorijo »Forestry«. Na podlagi uporabe prejšnje metode filtriranja smo samo z iskanjem kombinacij ključnih besed s pomočjo Web of Science dobili 13.119 različnih objav. Ker so nekatere ključne besede splošne in uporabljene v veliko različnih področjih smo nato objave omejili samo na kategorijo »forestry« oz. gozdarstvo, ki je število objav zmanjšalo na 589. Omejili smo se še na objave, ki so izšle v zadnjih 10 letih. Datum izida smo omejili na leta med 2013 in 2023. Ta kriterij nam je število objav zmanjšal na 335. S pomočjo hitrega vsebinskega pregleda smo nadalje izločili neustrezne objave glede na našo

tematiko ter izbrali 147 relevantnih študij, ki smo jih vključili v nadaljnjo analizo. Število dobljenih člankov in proces izločanja člankov, ki niso ustrezni za našo študijo je prikazan na shemi na sliki 1.



Slika 1: Prikaz postopka zbiranja ustreznih člankov, z začetnih 13.119 smo preko zahtev naštetih v metodah prišli do končnih 147 člankov.

V nadaljevanju smo podrobno pregledali pridobljene objave in izvedli analizo ključnih besed objav, da bi ugotovili, katera merila obravnavajo pridobljene objave. Analiza je bila izvedena s pomočjo generatorja besednih oblakov. Besedni oblak je vizualna predstavitev besed, ki se pogosto uporablja za upodobitev metapodatkov ključnih besed ali za vizualizacijo besedila v prosti obliki. V generator smo vključili ključne besede pridobljenih objav. Oblak besed je bil pripravljen z orodjem Wordclouds (<https://www.wordclouds.com>), ki s pomočjo preprostega algoritma pregleda besedilo in izpostavi besede, ki se v besedilu pogosto pojavljajo. Bolj pogosto kot se pojavljajo, bolj velik je napis besede (Slika 2).

Preglednica 1: Prispevki, ki smo jih zbrali preko naprednega iskanja, razvrščeni po vsebovanih podatkih o sečnji/spravilu in merilih.

Merilo	Sečnja	Vlačenje	Spravilo	Žično spravilo	Skupaj
Produktivnost	55	26	31	19	88
Stroški	37	22	23	12	62
Vpliv na tla in sesto	35	10	14	2	46
Vpliv tehnologije na zaposlenost	7	0	2	1	9
Primernost za industrijo	4	3	4	5	6
Varnost in zdravje pri delu	6	0	0	3	8
Vplivi na vodne vire	15	1	0	0	16
Okoljska primernost	5	2	3	0	6
VPLIV na EKOSISTEMSKO STORITVE	7	0	1	0	7
Dostopnost izobraževanja	4	0	0	0	4
Družbena sprejemljivost	1	0	0	0	1
Ergonomija	3	2	4	0	5

V temu delu smo podrobneje pregledali vsa merila in jih analizirali glede na to, kateri prispevki jih pokrivajo.

2.1.2.1 Produktivnost

Na temo produktivnosti je bilo zajetih največ različnih prispevkov, skupaj smo jih zbrali 88. Trend, ki ga opažamo pri teh prispevkih je ta, da to tematiko pogosto vključujejo še druga merila, najpogosteje merilo o stroških in o vplivu na tla/sesto. Največ študij je raziskovalnih in vključujejo manjše število merenj. Imamo primere študij za različne vrste mehanizacije.

Prve, ki bi jih izpostavili so študije, ki se ukvarjajo s produktivnostjo žičničnega spravila. Imamo štiri raziskave o produktivnosti žičnic [1-4]([4]1, [1]3, [2]4,[3] 10), dve, ki se osredotočata na produktivnost manjših žičnic [5,6](2, 12) (kar je uporabno za manjše lastnike gozdov), uporabo različnih metod spravila hlodov [7,8](5, 6), študijo, ki preučuje razlike med spravilom gor in dol po hribu [9](8), študije ki se osredotočajo na spravilo z žičnico v težkih razmerah [10-12](9, 14, 141) (spravilo bora po napadu škodljivcev, strmi tereni in zamočvirjena tla) in študijo, ki preučuje produktivnost novih električno rekupirajočih žičnic [13] .

Podobno imamo kar nekaj primerov študij, ki se ukvarjajo s produktivnostjo zgibnih polprikoličarjev. Imamo nekaj študij produktivnosti [14-19], nekaj študij s težavnimi razmerami [20-22] in še študijo, ki obravnava produktivnost traktorja s prikolico [23].

Pri vleki po tleh imamo nekaj različnih študij, ki se ukvarjajo samo s produktivnostjo [17,24-26], dve, ki sta vezani na slabše odprte gozdove in daljšo pravilno razdaljo [27,28], eno v zahtevnih razmerah [29] in eno kjer se preučuje kmetijski traktor z vitlom namesto zgibnika [30].

Zadnja posamezna kategorija vključuje stroje za sečnjo, stroje za podiranje in zbiranje, prirejene bage in sečnjo z motorno žago. Imamo nekaj študij produktivnosti strojev za sečnjo, ki izpostavljajo različne dejavnike in so lahko narejeni na krajšem ali daljšem časovnem obdobju [31-47], preučevanje posebne metode za izboljševanje produktivnosti strojev za sečnjo [48], študije stroja za podiranje in zbiranje v različnih razmerah [49-53], pregledni prispevek za stroj za podiranje in zbiranje [54], produktivnost sečnje z motorno žago [53,55,56] in produktivnost s prilagojenim bagrom [57].

Imamo še kar nekaj študij, ki vključujejo več vrst sečnje in spravila, to so lahko študije, ki preučujejo sečnjo in spravilo v istem sistemu [38,58-62], več vrst sečnje [34,63-67]) ali spravila na enkrat [68], bolj obsežni prispevki [69-72] ali pregledni prispevki [73-75], ki vsebujejo velike količine podatkov iz drugih študij.

Omeniti velja še prispevke, ki imajo bolj drugačne teme od omenjenih, na primer uporaba drevesne, debelne in sortimentne metode pri spravilu [76-79], prispevki o različnih modelih in metodah, ki nam lahko pomagajo pri izračunavanju produktivnosti ali pomagajo pri izboljšanju produktivnosti na terenu [80-85].

2.1.2.2 Stroški

Prispevki, ki se ukvarjajo z ugotavljanjem produktivnosti praviloma vsebujejo tudi podatke o stroških sečnje in spravila. Prispevki, ki se ukvarjajo z ugotavljanjem stroškov so tako pogosto enaki kot tisti v že predstavljenem sklopu produktivnosti. Tematiki se pogosto prekrivata in preudarnost produktivnosti je pogosto presojana tudi z ovrednotenjem stroškov. V naboru identificiranih prispevkov je takšnih 55 od 62 prispevkov.

Najprej lahko izpostavimo prispevke, ki se ukvarjajo s stroški spravila lesa. To so prispevki, ki se ukvarjajo s stroški različnih žičnic v različnih razmerah [1,2,5,8-10,12,13], prispevki ki se ukvarjajo s stroški uporabe zgibnih polprikoličarjev in traktorjev s prikolico [14,16,18-20,22,23,86,87] ter prispevki, ki se ukvarjajo s stroški zgibnikov in traktorjev z vitlom [17,25,27-30,88].

Kategorija, ki vključuje sečnjo in stroje za sečnjo vsebuje največ različnih prispevkov. Imamo kar nekaj prispevkov, ki preučujejo stroške strojev za sečnjo [35,37,41,42,46,47,89,90], stroške uporabe stroja za podiranje in zbiranje [49-53], stroške pri sečnji z motorno žago [56,91] in stroške pri uporabi prilagojenega bagra [57].

Imamo še študije, ki vključujejo stroške več strojev v istem sistemu [58-60,62], več vrst mehaniziranega pridobivanja lesa na enkrat [34,63-67], bolj obsežne stroškovne študije sečnje in spravila [70,72,92] in pregledne prispevke, ki vsebujejo podatke iz večjega števila drugih študij [74,93].

Dobili smo še dva prispevka, ki primerjata stroške uporabe različnih metod spravila [78,79] in več prispevkov, ki nam predstavljajo različne modele, s katerimi je možno računati, predvideti in izboljšati stroške na terenu [82,84,85,94,95].

2.1.2.3 Vpliv na tla in sestoj

Vpliv na sestoj ali tla je tretje najbolj zastopano merilo pri izbranih prispevkih. Prispevki se v manjši meri pokrivajo s tistimi, ki se ukvarjajo s produktivnostjo in stroški, takih je 14 od 46.

Tema, ki se pogosto pojavlja pri izbranih prispevkih je uporaba različnih metod spravila, npr. primerjava med uporabo drevesne, debelne in sortimente metode v gozdu in kako to vpliva na tla/sestoj [35,58,76,79,96-100]. Zasledimo lahko kar nekaj prispevkov, ki obravnavajo vpliv specifične vrste mehanizacije na zbitost tal v gozdu in potencialen vpliv na nekatere druge karakteristike tal v gozdu [12,52,53,59,63,64,67,101-113], ali širši pogled na učinek sečnje na sestoj in tla [114-127]. To so lahko različni načini gospodarjenja, povečana intenzivnost, sečnje določenih vrst, učinek po določenem številu let itd. Zadnja kategorija, ki jo želimo izpostaviti so predstavitve različnih modelov, ki lahko predvidevajo vpliv sečnje/spravila na sestoj/tla in so lahko uporabni za načrtovanje gospodarjenja z gozdovi [81,83,85].

2.1.2.4 Vpliv tehnologije na zaposlenost

Prispevkov, ki obravnavajo mogoč vpliv tehnologije na zaposlenost je očitno manj, kot prispevkov pod prejšnjimi merili. Večina teh prispevkov se tudi ne ukvarja direktno z vplivom mehanizacije na zaposlenost, temveč pogosto govori o temah kot sta produktivnost in stroški ter posledično omenja vpliv na izkoriščenost in zaposlenost [42,53,90]. Na to temo imamo še dva pregledna prispevka [71,93] in prispevek, pri katerem se namesto posebnega procesorja na gozdni cesti uporabi procesorska glava harvesterja [35], prispevek kjer raziskujejo vpliv podaljšanega delovnega časa voznika harvesterja [47] in študija, ki pokriva različne vrste sečnje in spravila, kjer uporabljajo metodo, ki vsako posekano enoto lesa povežejo z določenim številom delovnih mest v lesni verigi [128].

2.1.2.5 Uporabnost za industrijo

To merilo vključuje zgolj 6 različnih prispevkov vsi pa vključujejo tudi druga merila. Dva prispevka, ki preučujeta uporabnost žičnic v gozdarstvu [1,13], prispevek, ki se predvsem osredotoča na človeški vpliv pri delu v gozdu [71], dva prispevka, ki predstavljata modele za načrtovanje prometnic [82,95] in en prispevek, ki predstavlja AHP metodo za načrtovanje tehnologij glede na dejavnike, ki so na terenu prisotni [83].

2.1.2.6 Varnost pri delu

To merilo predstavlja 8 različnih prispevkov, ki so v večini nepovezani z drugimi merili. Imamo en prispevek, ki predstavlja bolj varno alternativo sečnje s pomočjo vitla in sicer pri žičničnem spravilu [2], predstavitev sistema za izboljšanje varnosti pri delu z žičnico [129], prispevek o vplivih na izpolnjevanje varnostnih ukrepov pri delu [130], prispevek o varnosti pri delu v podrtem sestoju (32), prispevek, ki predstavlja postopek izboljšave mehanizacije vključno z varnostjo s pomočjo anket uporabnikov [80], način izboljšanja varnosti pri delu s pomočjo učenja z igro [131], prispevek, ki predstavlja metodo meritve psihične obremenitve voznika stroja za sečnjo [132] in še bolj obširen pregledni prispevek varstva pri delu [133].

2.1.2.7 Vpliv na vodne vire

Merilo vpliva na vodne vire je zastopano s 15 različnimi prispevki. Kar polovica prispevkov se poleg vodnih virov ukvarja tudi z merilom vpliva na tla/sestoj. Nekaj od teh se ukvarja z uporabo drevesne metode v gozdu in njenimi vplivi na vodo v tleh [96,97,100], drugi z vplivom sečnje na vodo v tleh [117,119] in tretji z vplivom sečnje in gospodarjenja na vodne vire v okolici sečnje, kako to vpliva na pretok vode, vsebnost sedimentov, drugih snovi in celo prisotnost živalskih vrst [88,125-127,134-138]. Nazadnje je vredno izpostaviti še prispevek, v katerem je predstavljen model za načrtovanje gospodarjenja na območjih, kjer sta proizvodna in vodna funkcija enako pomembni [139].

2.1.2.8 Onesnaževanje okolja

Merilo onesnaževanja okolja je izpostavljeno v 6 različnih prispevkih. Pogosto so to prispevki, ki so povezani z merilom produktivnosti. Tu prevladujejo prispevki, v katerih so poleg nekaterih drugih parametrov merili tudi emisije CO₂ [24,57,71,87]. Malo bolj posebna je študija, v kateri se pridobivanje biomase slabše kakovosti promovira kot vir energije [114]. Poleg tega imamo še študijo, katere glavni del je primerjava onesnaženja glede na različne metode sečnje/spravila [69].

2.1.2.9 Vpliv drugih gozdnih funkcij

Za to merilo je bilo dobljenih 7 prispevkov. Prispevki s tem merilom so pogosto povezani s tistimi, ki so povezani z merilom vpliva na sestoj/tla. Cilj tega merila je bil dobiti prispevke o vplivu drugih funkcij gozda na gospodarjenje, večina prispevkov pa ima obratno tematiko, npr. kako gospodarjenje vpliva na druge funkcije, [100,119,120,123,124]. Dve izjemi sta: prispevek, ki preučuje vpliv sezonskih omejitev (podobno funkcijam gozda) na gospodarjenje in sprejetost med gozdarji [92] ter prispevek, ki predstavlja model za stroškovno učinkovite varstvene ukrepe v gozdu [140].

2.1.2.10 Dostopnost izobraževanja

To merilo vključuje 4 prispevke, ki niso direktno povezani z dostopnostjo, temveč bolj z izkušnostjo delavcev. Taki primeri so prispevki, ki preverjajo vpliv izkušenosti delavcev na

produktivnost [36,44], prispevek, ki preverja izboljševanje produktivnosti upravljavcev strojev za sečnjo skozi urjenje [31] in predstavitev metode, ki s pomočjo učenja izboljša produktivnost voznikov harvesterjev [48].

2.1.2.11 Družbena sprejemljivost

Za to merilo smo dobili samo 1 prispevek. Ta prispevek se ukvarja z družbeno sprejemljivostjo pridobivanja biomase [141].

2.1.2.12 Ergonomija

Za to merilo smo dobili 5 različnih prispevkov, ki se osredotočajo specifično na ergonomijo dela z različnimi vrstami mehanizacije. [142] se ukvarja specifično z vplivom vožnje zgibnega polprikoličarja na hrbet in obolenja povezana z delom, prispevek [143] se prav tako ukvarja z ergonomičnostjo zgibnega polprikoličarja, le da je fokus na vplivu vrtljajev motorja in tlaka v črpalki na ergonomijo. Drugi trije prispevki [144-146] se ukvarjajo s primerjavo več različnih strojev in njihovimi vplivi na delavce. [144] se ukvarja s prilagojenimi gozdarskimi traktorji in strojem za podiranje in zbiranje, [145,146] pa oba predstavljata vsak svoj indeks, s katerim je primerjava vplivov na ergonomijo pri različnih strojih lažje izvedljiva.

2.1.3 Zaključki

Izsledki študije temeljijo na obsežnem pregledu literature in strokovnem vrednotenju sodobnih tehnologij v gozdarstvu. Ključna ugotovitev raziskave je, da je trajnostno pridobivanje lesa mogoče celovito vrednotiti z razširjenim naborom meril, ki poleg klasičnih okoljskih, ekonomskih in socialnih vključujejo tudi ergonomijo kot pomemben vidik delovnih pogojev in vpliva na delovno silo. Tak pristop omogoča bolj uravnoteženo presojo tehnologij, ki upošteva ne le učinkovitost in stroške, temveč tudi vplive na zdravje delavcev, okolje in družbeno sprejemljivost.

Analiza 147 znanstvenih prispevkov je pokazala, da so merila produktivnosti, stroškov in vpliva na tla najpogostejše obravnavana, kar potrjuje njihovo osrednjo vlogo pri načrtovanju tehnologij v gozdarstvu. Ta merila neposredno vplivajo na učinkovitost, stroškovno upravičenost in dolgoročno ohranjanje gozdnih ekosistemov, zato morajo ostati temeljni gradniki vsake presoje tehnologij, medtem ko so socialna merila, kot sta družbena sprejemljivost in dostopnost izobraževanja bistveno manj zastopana. S tem smo odgovorili na osrednje raziskovalno vprašanje: kako celovito opredeliti merila za trajnostno vrednotenje tehnologij pridobivanja lesa.

Ugotovitve imajo pomembne implikacije za gozdarsko stroko, saj omogočajo bolj uravnoteženo načrtovanje tehnologij z upoštevanjem širšega spektra vplivov. Prispevajo k zapolnjevanju vrzeli v znanju, zlasti na področju socialnih in ergonomskih vidikov, ki so bili doslej pogosto zanemarjeni ali obravnavani le obrobno. Družbena sprejemljivost, dostopnost izobraževanja in vpliv na zaposlovanje so merila, ki so v obstoječi literaturi redko sistematično

obravnavana, čeprav imajo ključno vlogo pri dolgoročni implementaciji tehnologij v lokalnih okoljih. Vključevanje teh vidikov v raziskave in prakso je nujno za oblikovanje politik, ki bodo podpirale trajnostno, vključujoče in družbeno odgovorno gospodarjenje z gozdovi.

Raziskava je bila omejena na angleško govorečo literaturo v kategoriji »Forestry«, kar pomeni, da so lahko nekatere regionalno specifične prakse ostale neobravnavane. Prav tako je bila analiza osredotočena na zadnje desetletje, kar izključuje starejše, a morda še vedno relevantne vire. Te omejitve je treba upoštevati pri interpretaciji rezultatov in prenosu ugotovitev v prakso.

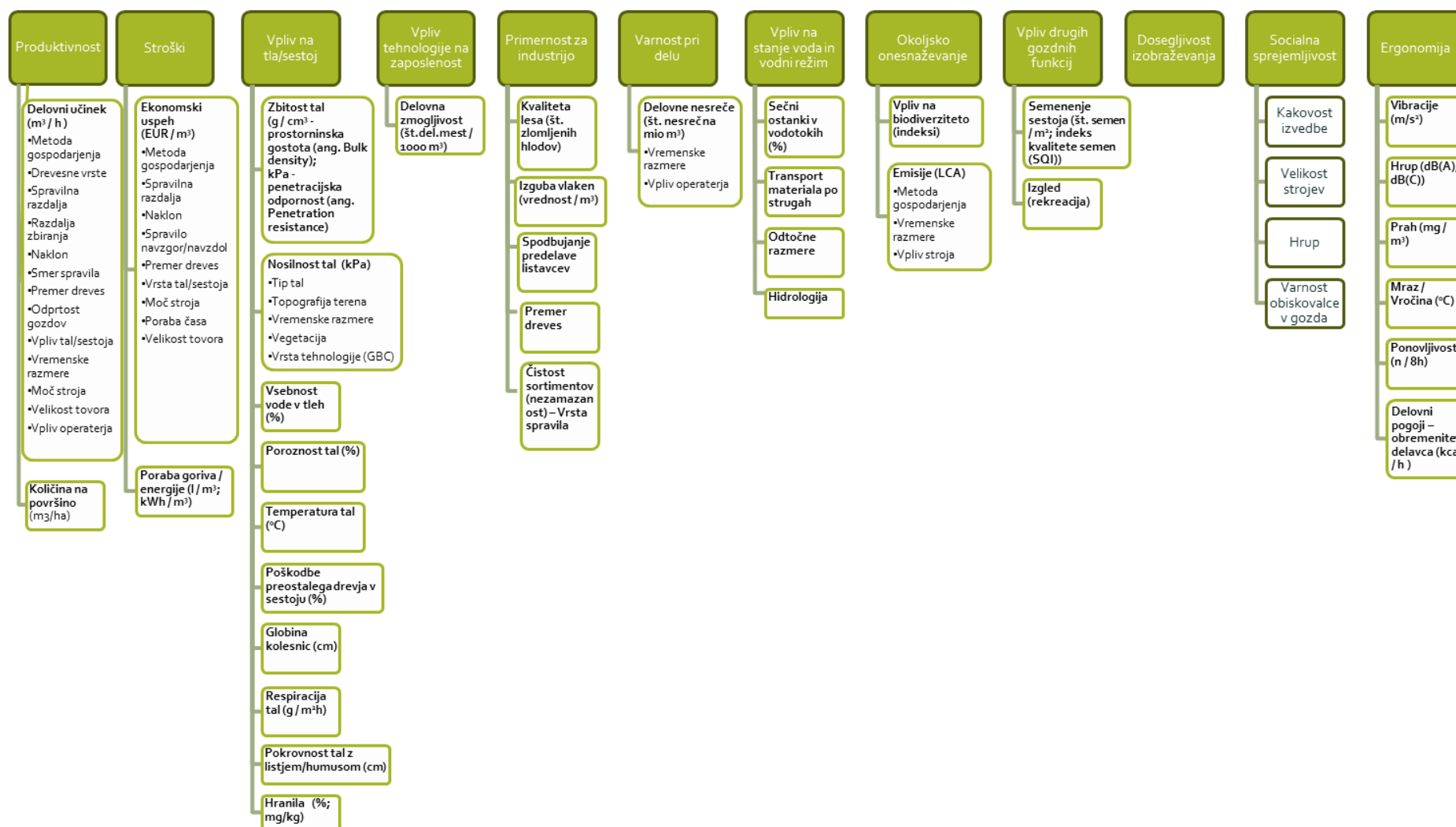
Za nadaljnje raziskave bi bilo smiselno razviti kvantitativne indikatorje z jasno določenimi mejnimi vrednostmi za posamezna merila, kar bi omogočilo primerljivost med tehnologijami. Prav tako bi bilo koristno poglobiti raziskave na področju družbene sprejemljivosti in vpliva tehnologij na zaposlovanje, ter razviti večkriterijske modele odločanja, ki bi podpirali izbiro tehnologij v konkretnih gozdnih razmerah. Interdisciplinarni pristop, ki vključuje gozdarje, ergonomo, ekonomiste in predstavnike lokalnih skupnosti, bi lahko bistveno prispeval k razvoju bolj celostnih in uporabnih orodij za vrednotenje.

Glavno sporočilo prispevka je, da trajnostno pridobivanje lesa zahteva večdimenzionalen pristop, ki presega zgolj ekonomsko učinkovitost in vključuje tudi okoljske, socialne in ergonomske vidike. Le s takšnim pristopom je mogoče zagotoviti dolgoročno vzdržnost gozdarskih praks in njihovo sprejemljivost v širši družbeni skupnosti.

2.2 Družbeno usklajena merila s pripadajočimi utežmi

Trajnostno naravnani sistem načrtovanja in umeščanja tehnologij pridobivanja lesa v gozdni prostor mora spodbujati okoljsko, ekonomsko in družbeno sprejemljive procese, ki prispevajo k splošni blaginji, podpirajo raznolike funkcije gozda (ekosistemske storitve) in hkrati izboljšujejo ozaveščenost in razumevanje trajnostnega gospodarjenja z gozdovi v javnosti. Takšni sistemi predvidevajo vključevanje in sodelovanja različnih deležnikov v proces odločanja, s čimer zagotavljamo boljše usklajevanje interesov, zagotavljanje legitimnosti in krepitev zaupanja ter nenazadnje kakovostnejši končni rezultat.

V tretji aktivnosti delovnega sklopa 2 je projektna skupina na podlagi metod večkriterijskega odločanja v sklopu razširjene skupine strokovnjakov, deležnikov in predstavnikov širše stroke predlaganim merilom postavila družbeno sprejemljive uteži. Te je strokovna skupina s projektnimi partnerji določila na participativni delavnici. Pred določanjem so bili predstavljeni dotedanji rezultati dela na delovnem sklopu 2 in osnovni nabor meril (okoljsko, družbeno, ekonomsko merilo), ki je bil s pomočjo obširne raziskave literature in participacije strokovne skupine potrjen. Končni nabor zajema skupaj 12 meril. Za posamezna merila so bili po pregledu literature podani tudi kriteriji in njihovi vplivni dejavniki, ki predstavljajo nabor potencialno merljivih parametrov, ki opisujejo posamezno merilo. Nabor meril s predlaganimi osnovnimi kriteriji in njihovimi vplivnimi dejavniki je prikazan na sliki (Slika 2).



Slika 2: Nabor izbranih meril s pripadajočimi kriteriji in vplivnimi dejavniki

2.2.1 Vrednotenje meril

Poudarjeno je, da je za doseganje trajnostnega pridobivanja lesa in nege gozda pomembna uravnoteženost med zgoraj zapisanimi merili, kar pa v literaturi ni mogoče zaznati. Slednje se odraža v izraziti razliki v številu člankov oziroma znanstvene literature glede na posamezna merila. Strokovni skupini so bili predstavljeni kriteriji po posameznih merilih in njihovi vplivni dejavniki, nato pa je skupina razvrstila merila od njim najbolj do najmanj pomembnim (vrednosti od 0 do 100). Uporabljena je bila metoda za večkriterijsko odločanje SMART. Strokovni skupini sta bila, z namenom vrednotenja meril, podana list nabora izbranih meril s pripadajočimi kriteriji in vplivnimi dejavniki (Slika 2) in ocenjevalni obrazec z navodili za vrednotenje. Deležniki so imeli tekom vrednotenja možnost zapisati svoje komentarje in predloge projektni skupini, zlasti na tematiko predstavljenega osnovnega nabora kriterijev in pripadajočih vplivnih dejavnikov. Relevantni predlogi so bili vključeni v končne rezultate.

Potrjenih dvanajst meril je skupno vrednotilo 17 deležnikov. Na podlagi njihovega vrednotenja smo izračunali uteži na način, da smo število vrednosti dodeljenih posameznemu merilu delili s skupnim številom vrednosti, ki jih je deležnik podelil za vseh 12 meril. Na ta način smo za vsakega deležnika posebej določili uteži posameznih meril. Končna utež merila je bila določena kot povprečje vseh izračunanih uteži za to merilo. Na podlagi izračunanih uteži smo merila rangirali na lestvici od 1 do 12, pri čemer ima merilo z rangom 1 največjo utež, merilo z rangom 12 pa najmanjšo. Izračunane uteži prikazujemo v preglednici (Preglednica 2).

Preglednica 2: Izračunane uteži in dokončno rangiranje meril.

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17	Povprečje uteži	RANG
Produktivnost	0,168	0,179	0,144	0,103	0,100	0,074	0,108	0,089	0,143	0,145	0,160	0,133	0,154	0,135	0,083	0,101	0,130	0,126	2
Stroški	0,169	0,170	0,160	0,115	0,100	0,074	0,108	0,089	0,159	0,145	0,144	0,133	0,092	0,135	0,083	0,101	0,130	0,124	3
Vpliv na gozdna tla in sestoj	0,161	0,125	0,112	0,075	0,120	0,147	0,108	0,179	0,159	0,161	0,128	0,166	0,138	0,108	0,083	0,096	0,104	0,128	1
Vpliv tehnologije na zaposlenost	0,034	0,018	0,000	0,086	0,060	0,000	0,054	0,000	0,024	0,016	0,048	0,003	0,046	0,054	0,074	0,056	0,052	0,037	11
Primernost za industrijo	0,025	0,054	0,048	0,098	0,073	0,059	0,054	0,089	0,032	0,081	0,104	0,033	0,077	0,135	0,083	0,107	0,065	0,072	8
Varnost pri delu	0,119	0,143	0,112	0,109	0,107	0,147	0,108	0,089	0,079	0,113	0,112	0,083	0,154	0,068	0,093	0,111	0,117	0,110	4
Vpliv na stanje voda in vodni režim	0,051	0,107	0,112	0,069	0,133	0,147	0,108	0,179	0,127	0,081	0,112	0,083	0,046	0,041	0,088	0,112	0,104	0,100	5
Okoljsko onesnaževanje	0,136	0,036	0,080	0,052	0,093	0,118	0,097	0,089	0,127	0,065	0,080	0,100	0,092	0,095	0,088	0,112	0,104	0,092	7
Vpliv drugih gozdnih funkcij	0,017	0,009	0,080	0,080	0,087	0,103	0,086	0,089	0,024	0,097	0,032	0,066	0,031	0,000	0,083	0,067	0,065	0,060	9
Dosegljivost izobraževanja	0,000	0,000	0,048	0,057	0,000	0,029	0,054	0,000	0,000	0,000	0,016	0,033	0,015	0,027	0,074	0,000	0,000	0,021	12
Socialna sprejemljivost	0,002	0,071	0,040	0,063	0,047	0,044	0,011	0,018	0,048	0,016	0,000	0,050	0,015	0,081	0,074	0,045	0,026	0,038	10
Ergonomija	0,119	0,089	0,064	0,092	0,080	0,059	0,107	0,089	0,079	0,081	0,064	0,116	0,138	0,122	0,093	0,090	0,104	0,093	6

2.2.2 Analiza vrednotenja meril

Na podlagi vrednotenja meril in izračuna njihovih uteži smo merila rangirali na lestvici od 1 do 12. Merila si po rangu (pomembnosti) sledijo v sledečem vrstnem redu:

1. vpliv na gozdna tla in sestoj,
2. produktivnost,
3. stroški,
4. varnost pri delu,
5. vpliv na stanje voda in vodni režim,
6. ergonomija,
7. okoljsko onesnaževanje,
8. primernost za industrijo,
9. vpliv drugih gozdnih funkcij,
10. socialna sprejemljivost,
11. vpliv tehnologije na zaposlenost,
12. dosegljivost izobraževanja.

Analiza povprečnih uteži in rangiranje meril kaže na prioritete trajnostnega pridobivanja lesa, ki so jih izrazili deležniki s svojim vrednotenjem. Minimalne razlike med tremi najvišje rangiranimi merili (vpliv na gozdna tla in sestoj; 0,128, produktivnost; 0,126, in stroški; 0,124) nakazujejo njihovo enakovredno pomembnost. Merila se dotikajo zlasti ekoloških in ekonomskih vidikov pridobivanja lesa. Sledi skupina meril, z utežmi v razponu med 0,092 in 0,110, kjer se nahajajo merila varnost pri delu, vpliv na stanje voda in vodni režim, ergonomija in okoljsko onesnaženje. Ta merila po pomembnosti sledijo ključnim zgoraj naštetim merilom, kar kaže, da se deležniki zavedajo pomembnosti vpliva dela v gozdu pri pridobivanju lesa na zdravje in varnost delavcev ter potencialne okoljske vplive z vidika onesnaževanja in kakovosti voda in vodnih virov. Med merili z nekoliko nižjimi utežmi zasledimo primernost za industrijo (0,072) in vpliv drugih gozdnih funkcij (0,060), preko katerih se izraža potreba po upoštevanju širšega vpliva pridobivanja lesa na celotno gozdno verigo in druge ekosistemske storitve.

Najnižje rangirana merila, z občutno nižjimi utežmi, so socialna sprejemljivost (0,038), vpliv tehnologije na zaposlenost (0,037) in dostopnost izobraževanja (0,021). Ta merila so po mnenju deležnikov z vidika pridobivanja lesa na trajnosten način manj pomembna, zato so jim dodelili najmanjšo relativno pomembnost. Kljub nižjim utežem teh meril ne smemo zanemariti ali celo izločiti, saj ostajajo pomembna z vidika celostnega pogleda na trajnostno pridobivanje lesa in lahko predstavljajo potencialna področja, ki so bila do sedaj premalo obravnavana.

Rezultate vrednotenja meril smo v nadaljevanju primerjali z rezultati obsežnega pregleda znanstvene literature, ki je bil narejen v prejšnji aktivnosti delovnega sklopa (D2.2). Skupno je bilo pregledano 147 člankov, ki so ustrezali našim kriterijem, njihovo rangiranje po številu člankov in vrednotenju deležnikov po posameznih merilih prikazujemo v preglednici (Preglednica 3).

Preglednica 3: Prikaz števila člankov za posamezno merilo in rangiranje meril po številu člankov in po vrednotenju deležnikov.

Merilo	Število člankov	Rangiranje po številu člankov	Rangiranje po vrednotenju deležnikov
Produktivnost	88	1	2
Stroški	62	2	3
Vpliv na gozdna tla in sestoj	46	3	1
Vpliv na stanje voda in vodni režim	16	4	5
Vpliv tehnologije na zaposlenost	9	5	11
Varnost pri delu	8	6	4
Vpliv drugih gozdnih funkcij	7	7	9
Okoljsko onesnaževanje	6	8	7
Primernost za industrijo	6	8	8
Ergonomija	5	10	6
Dosegljivost izobraževanja	4	11	12
Socialna sprejemljivost	1	12	10

Iz preglednice (Preglednica 3) je razvidno, da razporeditve člankov po merilih kaže zelo dobro usklajenost obeh rangiranj. Opazimo, da je število člankov z naskokom največje prav za merila, ki so bila s strani deležnikov najvišje vrednotena, torej produktivnost (88 člankov), stroški (62 člankov) in vpliv na gozdna tla in sestoj (46 člankov). Ostala merila so bila obravnavana bistveno redkeje, pri čemer je bilo relativno veliko število člankov zaznanih še pri merilu vpliv na stanje voda in vodni režim (16 člankov). Podobno, kot pri vrednotenju meril deležnikov, sta glede na rang najslabše raziskani merili dosegljivost izobraževanja (4 članki) in socialna sprejemljivost (zgolj 1 članek). Največje razlike pri obeh rangiranjih pa so se izkazale pri merilu vpliv tehnologije na zaposlenost, ki je po vrednotenju deležnikov doseglo predzadnji rang (rang 11), glede na število člankov na tematiko (9 člankov) pa je bilo to merilo peto po vrsti (rang 5). Prav tako je do nekoliko večjega odstopanja prišlo pri merilu ergonomija, ki mu po vrednotenju deležnikov pripada rang 6, glede na število relevantnih člankov pa rang 10.

Iz dobljenih rezultatov vrednotenja meril (pregled literature in vrednotenje deležnikov) lahko zaključimo, da je pri trajnostnem načrtovanju in umeščanju tehnologij pridobivanja lesa v gozdni prostor največji poudarek na ekonomskih in okoljskih vidikih, medtem ko so vplivi socialnih vidikov manjši. Razvidno je, da je v prihodnje potrebno boljše vključevanju in spodbujanju raziskav na področju socialnih meril, saj dolgoročna stabilnost gozdarske panoge

ni odvisna zgolj od ekonomskih učinkov, temveč tudi od sprejemljivosti gozdarskih praks v širšem družbenem kontekstu, kar še zlasti velja za slovenski gozdni prostor, ki tradicionalno sloni na načelih trajnosti, sonaravnosti in mnogonamenskosti.

2.2.3 Validacija

Po dokončni uskladitvi predloga meril s strokovno skupino, kjer smo skupaj izbrali 12 meril trajnostnega pridobivanja lesa, smo za vsa merila na podlagi pregleda obstoječih raziskav in pregleda obstoječih kriterijev in pripadajočih vplivnih dejavnikov trajnostnega gospodarjenja pripravili vsebinska izhodišča. Predlagane kriterije (ali vplivne dejavnike) smo ovrednotili na podlagi:

- ❖ (1) razpoložljivosti in dostopnosti podatkov,
- ❖ (2) načina zbiranja in zahtevane natančnosti podatkov,
- ❖ (3) pogostosti osveževanja podatkov,
- ❖ (4) prostorske omejenosti (razpoložljivost na nacionalnem nivoju ali nivoju delovišča) ter
- ❖ (5) razpoložljivosti informacij za določanje mejnih vrednosti kot meril za določanje primernosti skupinam tehnologij pridobivanja lesa.

Pri merilih, za katera ne bo razpoložljivih ali dostopnih podatkov, bomo proučili možnosti za razvoj poenostavljene metode objektivnega pridobivanja podatkov na terenu ali na podlagi drugih dostopnih informacij. Primanjkljaj raziskav je na področju ergonomskih značilnosti uporabe različnih tehnologij za izvajanje negovalnih del v mladem gozdu, realizacija negovalnih del v njem pa je v Sloveniji nizka. Primanjkljaj obstoječega znanja za objektivno določanje mejnih vrednosti je pričakovati tudi v pri nekaterih drugih merilih. Kjer mejnih vrednosti ne bo mogoče določiti bo potrebno proučiti možnosti, da se merilo nadomesti ali izloči. Seznam kriterijev in vplivnih dejavnikov sestavlja osnovni nabor (po pregledu literature) in dopolnila ter spremembe slednjih na podlagi predlogov strokovne skupine. Končni nabor je prikazan na sliki (Slika 2).

2.2.4 Identificirane mejne vrednosti

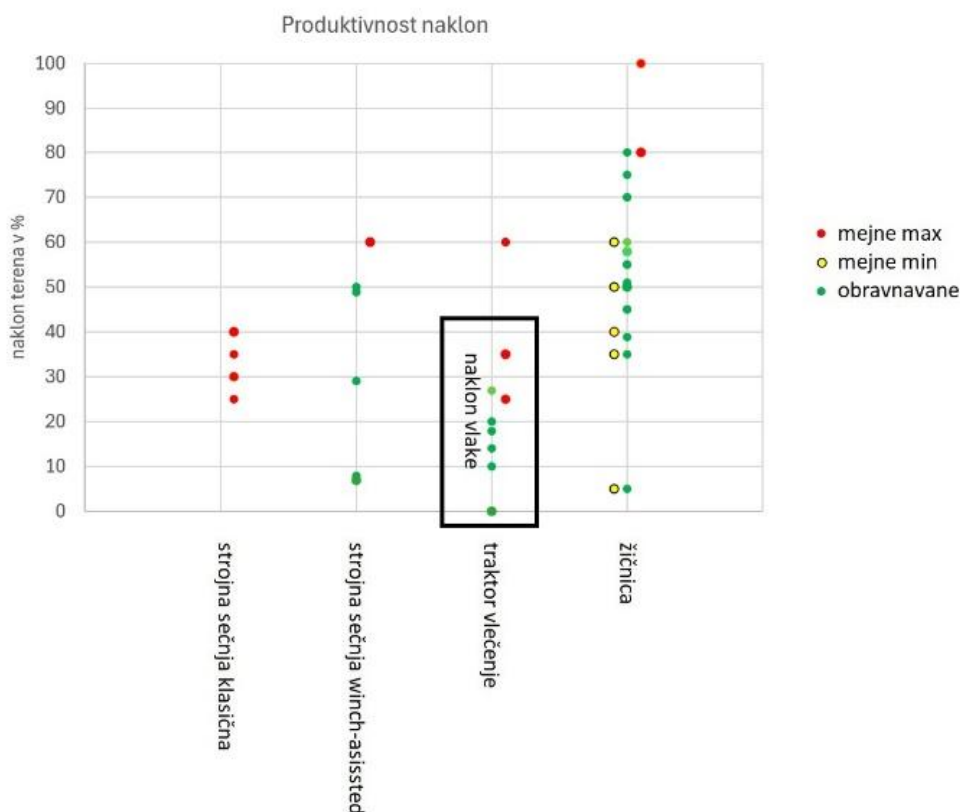
V sklopu validacije, kjer smo merila validirali na podlagi petih kriterijev, smo vplivnim dejavnikom pripisali tudi zmožnost določitve mejnih vrednosti. Namen takšnega pristopa je bil, da na podlagi detajlnega pregleda literature (pregled 147 člankov v sklopu D2.2) za posamezne kriterije prikažemo obravnavane in mejne vrednosti, ki jih članki obravnavajo po posamezni obliki tehnologije. Kot obravnavane vrednosti smatramo vse vrednosti določenega kriterija, ki so bile zabeležene v pregledani literaturi, medtem ko mejne vrednosti predstavljajo tiste skrajne vrednosti (minimalne ali maksimalne), pri katerih je bila uporaba posamezne tehnologije predstavljena kot nerentabilna ali neizvedljiva.

V procesu identifikacije mejnih vrednosti smo ugotovili, da je tak prikaz z dovoljšnim naborom podatkov možno izvesti zgolj za tri kriterije in vplivne dejavnike (naklon, pravilna razdalja in

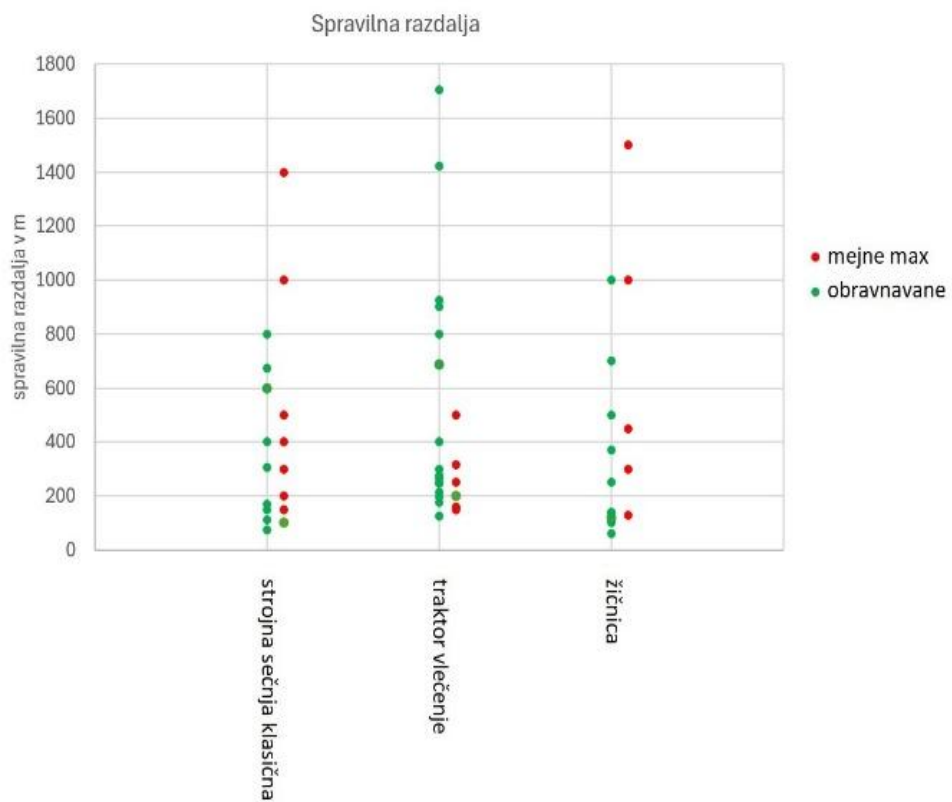
razdalja zbiranja). Podatki o obravnavanih in mejnih vrednostih skupaj tvorijo razpon vseh identificiranih vrednosti posameznih kriterijev, na podlagi katerega je mogoče presojsati, ali je uporaba določene tehnologije v določenih pogojih smiselna, učinkovita in izvedljiva ali ne. Kljub temu pa se je izkazalo, da je bilo število obravnavanih vrednosti, pridobljenih iz pregledane literature, nižje od pričakovanj, kar nam vsaj delno omejuje interpretacijo obravnavanih in mejnih vrednosti v določenih primerih. Pri vseh ostalih kriterijih je bilo število razpoložljivih podatkov iz literature premajhno za reprezentativen prikaz dejanskih ali mejnih vrednosti.

Pri tem je treba poudariti, da je določitev mejnih vrednosti za posamezne kriterije in vplivne dejavnike v splošnem sicer izvedljiva, vendar to v okviru naše raziskave, torej na podlagi analize 147 izbranih znanstvenih člankov, ni bilo možno zagotoviti na ustrezno zanesljiv in reprezentativen način. Zato določitev mejnih vrednosti v tem primeru presega zmogljivosti uporabljene metodologije.

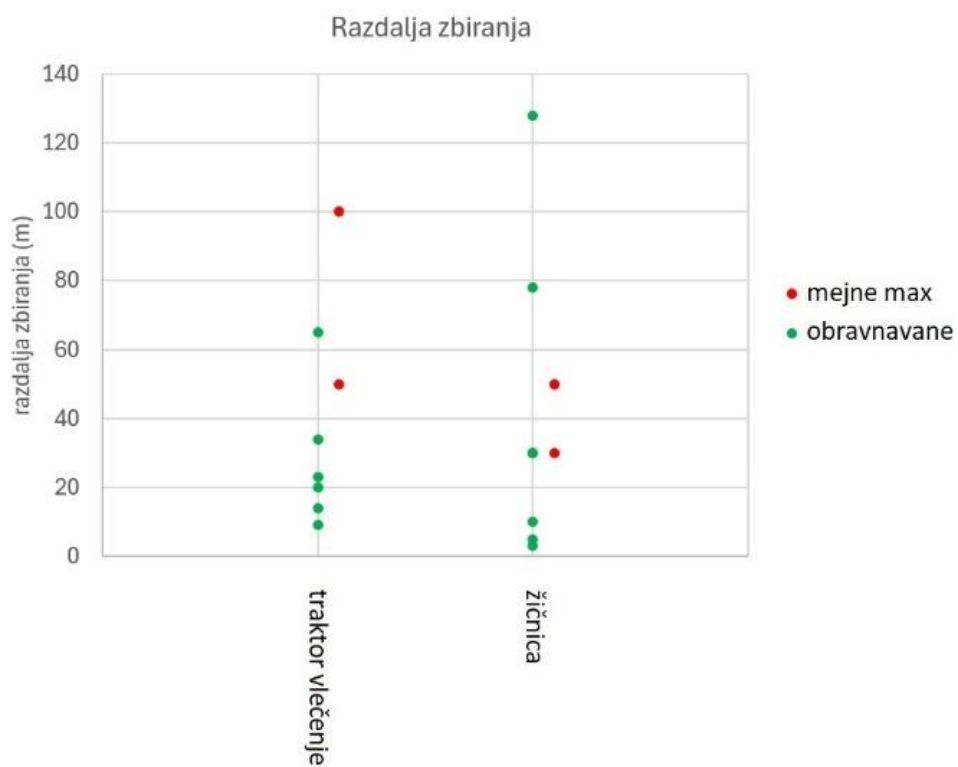
Na spodnjih slikah (Slika 3; Slika 4; Slika 5) prikazujemo obravnavane in mejne vrednosti za kriterij naklon terena, pravilne razdalje in razdalje zbiranja po posameznih oblikah tehnologije.



Slika 3: Prikaz obravnavanih in mejnih vrednosti za vplivni dejavnik naklon terena



Slika 4: Prikaz obravnavanih in mejnih vrednosti za vplivni dejavnik pravilna razdalja



Slika 5: Prikaz obravnavanih in mejnih vrednosti za vplivni dejavnik razdalja zbiranja

2.2.4.1 Validacija kriterijev in vplivnih dejavnikov

V nadaljevanju predstavljamo nabor kriterijev in vplivnih dejavnikov, katere smo validirali na podlagi 5-ih predhodno zastavljenih kriterijih. Določeni parametri ali njegove zelo podobno različice se pojavljajo pri različnih merilih. Za potrebe validacije smo takšne smiselno združili in jih v spodnji preglednici zapisujemo zgolj enkrat. Skupno smo validirali 52 kriterijev in vplivnih dejavnikov.

Preglednica 4: Prikaz validacije vplivnih dejavnikov po 5 zastavljenih kriterijih

Merilo	Vplivni dejavnik	1. Razpoložljivost in dostopnost podatkov	2. Način zbiranja in zahtevane natančnosti podatkov	3. Pogostost osveževanja dostopnih podatkov	4. Prostorske omejenosti (nacionalni nivo / nivo delovišča)	5. Razpoložljivost informacij za določanje mejnih vrednosti	Opombe
Produktivnost / stroški	Metoda gospodarjenja	DA	ZGS - GGN	10 let (po potrebi)	Oddelki	NE	
Produktivnost / stroški	Drevesna vrsta	DA	ZGS pregledovalnik	10 let (po potrebi)	Sestoji	NE	
Produktivnost / stroški	Spravilna razdalja	DA	ZGS pregledovalnik	10 let (po potrebi)	Odseki	DA	
Produktivnost / stroški	Razdalja zbiranja	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev (delovišče)	NE	
Produktivnost / stroški	Naklon	DA	ZGS pregledovalnik	10 let (po potrebi)	Odseki	DA	
Produktivnost / stroški	Smer spravila	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev (delovišče)	NE	
Produktivnost / stroški	Premer drevesa	Delno	Podatki o odkazilu	Redno	Sečišče	NE	
Produktivnost / stroški	Odpričnost gozdov	DA	ZGS pregledovalnik	10 let (po potrebi)	Odseki	DA	
Produktivnost	Vpliv tal/sestoja	Delno				NE	
Produktivnost/ varnost pri delu/ergonomija	Vremenske razmere	DA	ARSO/Atlas okolja	letno, mesečno, tedensko, dnevno	Vezano na območja merilnih postaj	NE	
Produktivnost / stroški / socialna sprejemljivost	Moč in velikost stroja	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na izbrano mehanizacijo	NE	
Produktivnost / stroški	Velikost tovora	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Produktivnost / stroški / varnost pri delu	Vpliv operaterja	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Produktivnost / stroški	Poraba časa	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Stroški	Poraba goriva	DA	SiStat/terenske meritve/raziskave	Letno	Nacionalni nivo/ Vezano na območje meritev	NE	Podatki samo za skupne porabe bencina in dizla po vrsti gozdarske aktivnosti
Vpliv na gozdna tla in sestoj	Zbitost tal	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	

Merilo	Vplivni dejavnik	1. Razpoložljivost in dostopnost podatkov	2. Način zbiranja in zahtevane natančnosti podatkov	3. Pogostost osveževanja dostopnih podatkov	4. Prostorske omejenosti (nacionalni nivo / nivo delovišča)	5. Razpoložljivost informacij za določanje mejnih vrednosti	Opombe
Vpliv na gozdna tla in sesto	Prostorninska gostota tal	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Vpliv na gozdna tla in sesto	Nosilnost tal	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Vpliv na gozdna tla in sesto	Tip tal	DA	Pedološka karta	Neznano	PKE/PSE	NE	
Produktivnost / stroški/ Vpliv na gozdna tla in sesto	Topografija terena	DA	ZGS pregledovalnik	10 let (po potrebi)	Odseki	NE	
Vpliv na gozdna tla in sesto	Vegetacija/tip sestoja	DA	Fitocenološko kartiranje	n Neznano	Fitocenološka združba	NE	Problem digitalizacije kartnih podlag
Produktivnost/ Vpliv na gozdna tla in sesto	Vrsta tehnologije	Delno	ZGS pregledovalnik	10 let (po potrebi)	Odseki	NE	Samo predvidena tehnologija spravila
Vpliv na gozdna tla in sesto	Vsebnost vode v tleh	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Vpliv na gozdna tla in sesto	Poroznost tal	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Vpliv na gozdna tla in sesto	Temperatura tal	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Vpliv na gozdna tla in sesto	Poškodbe preostalega drevja v sestoji	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Vpliv na gozdna tla in sesto	Globina kolesnic	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Vpliv na gozdna tla in sesto	Respiracija tal	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Vpliv na gozdna tla in sesto	Pokrovnost z listjem/humusom	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Vpliv na gozdna tla in sesto	Vsebnost hranil	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	

Merilo	Vplivni dejavnik	1. Razpoložljivost in dostopnost podatkov	2. Način zbiranja in zahtevane natančnosti podatkov	3. Pogostost osveževanja dostopnih podatkov	4. Prostorske omejenosti (nacionalni nivo / nivo delovišča)	5. Razpoložljivost informacij za določanje mejnih vrednosti	Opombe
Vpliv tehnologije na zaposlenost	Delovna zmogljivost (št. Delovnih mest/1000m3)	DA	SiStat/Eurostat	letno	Nacionalni nivo	NE	Preveč splošen podatek, na nivoju celotne gozdarske dejavnosti
Primernost za industrijo	Kvaliteta lesa	Delno				NE	
Primernost za industrijo	Izguba vlaken	NE	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Primernost za industrijo	Spodbujanje predelave listavcev	NE	Neznano	Neznano	Neznano	NE	
Primernost za industrijo	Čistost sortimentov	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Varnost pri delu	Delovne nesreče	DA	SPIN/podatki Policije	Po potrebi	Nacionalni nivo	NE	Preveč splošen podatek, na nivoju celotne gozdarske dejavnosti
Vpliv na stanje voda in vodni režim	Sečni ostanki v vodotokih	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Vpliv na stanje voda in vodni režim	Transport materiala po strugah	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev na raziskave	NE	
Vpliv na stanje voda in vodni režim	Odtočne razmere	Delno	Atlas voda	Neznano		NE	
Vpliv na stanje voda in vodni režim	Hidrologija	Delno	Atlas voda	Neznano		NE	
Okoljska onesnaženost	Vpliv na biodiverziteto (indeks)	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Okoljska onesnaženost	Vpliv stroja	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Okoljska onesnaženost	Emisije	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	

Merilo	Vplivni dejavnik	1. Razpoložljivost in dostopnost podatkov	2. Način zbiranja in zahtevane natančnosti podatkov	3. Pogostost osveževanja dostopnih podatkov	4. Prostorske omejenosti (nacionalni nivo / nivo delovišča)	5. Razpoložljivost informacij za določanje mejnih vrednosti	Opombe
Vpliv drugih gozdnih funkcij	Semenenje sestoja (št. Semen/kvaliteta semen-SQL)	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Socialna sprejemljivost	Izgled	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Socialna sprejemljivost	Kakovost izvedbe	Delno				NE	
Socialna sprejemljivost	Hrup	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Socialna sprejemljivost	Varnost obiskovalcev gozda	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Ergonomija	Vibracije	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Ergonomija	Prah	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Ergonomija	Ponovljivost	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Ergonomija	Obremenitev delavca	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	

Na podlagi validacije ugotavljamo, da velika večina vplivnih dejavnikov ne ustreza pogojem, ki so zahtevani, da bi bili dejavniki primerni za nadaljnje aktivnosti delovnega sklopa 2 (vključevanje v metodologijo za umeščanje sodobnih tehnologij v gozdni prostor). Največje sito je zaznano že v prvem kriteriju (razpoložljivosti in dostopnosti podatkov), kjer ugotavljamo, da za veliko število vplivnih dejavnikov empirične merjene vrednosti sicer obstajajo, vendar je njihova dostopnost in razpoložljivost nam nedosegljiva oziroma za njih ne obstajajo ustrezno pripravljene in urejene podatkovne baze, ki bi zagotavljale zadostno pokritost za nadaljnje aktivnosti. Običajno gre za dostopne podatke v obliki raziskovalnih nalog, kjer je natančnost podatkov sicer zelo dobra, vendar so takšni podatki relevantni zgolj za zelo omejeno območje, ki je vezano na raziskavo. Kot primer navajamo vplivni dejavnik "globino kolesnic", pri merilu "vpliv na gozdna tla in sestoj", kjer merjene vrednosti globin kolesnic sicer obstajajo, ampak so meritve nastale na zelo omejenem območju v okviru raziskovalnih nalog, hkrati pa se takšen vplivni dejavnik, kot je globina kolesnic, spreminja zelo dinamično, praktično z vsakim prehodom gozdarske mehanizacije, zato je izdelava podatkovne baze v takšnih primerih bistveno otežena. Zaradi omenjenih omejitev primerne podatkovne baze za tovrstne vplivne dejavnike ne obstajajo, njihovo zbiranje pa bi bilo logistično, časovno in ekonomsko neupravičeno ali zelo zahtevno in se ga v okviru projekta nismo in ne bomo posluževali.

Po validaciji smo prišli do zaključka, da so za nadaljnje aktivnosti potencialno primerni sledeči kriteriji in vplivni dejavniki, ki jih prikazujemo v preglednici (Preglednica 5). Skupaj smo identificirali 13 potencialnih parametrov. Skupni element vsem izbranim parametrom je razpoložljivost in dostopnost podatkov, z izjemo vplivnega dejavnika "premer drevesa". Slednjega smo vseeno uvrstili med potencialno uporabne parametre, saj okvirno debelinsko strukturo (kategorično po debelinskih razredih) lahko pridobimo tudi preko podatkovne baze o razvojni fazi sestoja, ki nam je prosto dostopna in z njo lahko razpolagamo.

Preglednica 5: Potencialno primerni kriteriji in vplivni dejavniki po izvedeni validaciji.

Merilo	Vplivni dejavnik	1. Razpoložljivost in dostopnost podatkov	2. Način zbiranja in zahtevane natančnosti podatkov	3. Pogostost osveževanja dostopnih podatkov	4. Prostorske omejenosti (nacionalni nivo / nivo delovišča)	5. Zmožnost določevanja mejnih vrednosti	Opombe
Produktivnost / stroški	Metoda gospodarjenja	DA	ZGS - GGN	10 let (po potrebi)	Oddelki	NE	
Produktivnost / stroški	Drevesna vrsta	DA	ZGS pregledovalnik	10 let (po potrebi)	Sestoji	NE	
Produktivnost / stroški	Spravilna razdalja	DA	ZGS pregledovalnik	10 let (po potrebi)	Odseki	DA	
Produktivnost / stroški	Naklon	DA	ZGS pregledovalnik	10 let (po potrebi)	Odseki	DA	
Produktivnost / stroški	Premer drevesa (RF)	Delno (DA)	Podatki o odkazilu (RF iz ZGS pregledovalnika)	Redno (10 let/po potrebi)	Sečišče (sestoj)	NE	Za naše potrebe zadošča informacija o razvojni fazi RF), ki nadomesti premer dreves
Produktivnost / stroški	Odprtost gozdov	DA	ZGS pregledovalnik	10 let (po potrebi)	Odseki	DA	
Produktivnost/ varnost pri delu/ergonomija	Vremenske razmere	DA	ARSO/Atlas okolja	letno, mesečno, tedensko, dnevno, urno	Vezano na območja merilnih postaj	NE	
Stroški	Poraba goriva	DA	SiStat/terenske meritve/raziskave	Letno	Nacionalni nivo/ Vezano na območje meritev	NE	Podatki samo za skupne porabe bencina in dizla po vrsti gozdarske aktivnosti
Vpliv na gozdna tla in sestoj	Tip tal	DA	Pedološka karta	Neznano	PKE/PSE	NE	

Merilo	Vplivni dejavnik	1. Razpoložljivost in dostopnost podatkov	2. Način zbiranja in zahtevane natančnosti podatkov	3. Pogostost osveževanja dostopnih podatkov	4. Prostorske omejenosti (nacionalni nivo / nivo delovišča)	5. Zmožnost določevanja mejnih vrednosti	Opombe
Produktivnost / stroški/ Vpliv na gozdna tla in sestoj	Topografija terena	DA	ZGS pregledovalnik	10 let (po potrebi)	Odseki	NE	
Vpliv na gozdna tla in sestoj	Vegetacija/tip sestoja	DA	Fitocenološko kartiranje	Neznano	Fitocenološka združba	NE	Problem digitalizacije kartnih podlag
Vpliv tehnologije na zaposlenost	Delovna zmogljivost (št. Delovnih mest/1000m ³)	DA	SiStat/Eurostat	letno	Nacionalni nivo	NE	Preveč splošen podatek, na nivoju celotne gozdarske dejavnosti
Varnost pri delu	Delovne nesreče	DA	SPIN/podatki Policije	Po potrebi	Nacionalni nivo	NE	Preveč splošen podatek, na nivoju celotne gozdarske dejavnosti

Z namenom po določitvi končnega nabora parametrov, katere bomo vključili v model, smo podrobno pregledali nekatere že obstoječe raziskave na tematiko tehnoloških kart umeščanja tehnologij v gozdni prostor [83,147,148]. Pregled izbranih parametrov po raziskavi predstavljamo v preglednici (Preglednica 6).

Preglednica 6: Izbrani parametri po pregledu raziskav na tematiko tehnoloških kart

Raziskava/kriterij	Naklon (%)	Spravilna razdalja (m)	Nosilnost tal (kPa)	Globina tal (kategorična spremenljivka)	Možni posek (m ³ /ha)	Gostota gozdnih prometnic(m/ha)	Skalovitost (%)	Organizacija sečnje (sortimentna, debelna, drevesna.)	Metoda gospodarjenja	Premer drevesa (cm)
Marčeta in sod., 2020	DA	DA	/	DA	DA	/	/	DA	DA	DA
Latterini in sod., 2022	DA	DA	DA	/	DA	DA	DA	/	/	/
Stefanoni in sod., 2023	DA	DA	DA	/	DA	DA	DA	/	/	/
Dostopne podatkovne baze za potrebe naše raziskave	DA	DA	NE	NE	DA	DA	DA	NE	DA	delno

Ugotavljamo, da raziskave na tematiko modelnega umeščanja tehnologije v gozdni prostor v svojih modelih vsebujejo 6 do 7 različnih parametrov. Preveliko število parametrov bi lahko zmanjšalo preglednost, otežilo interpretacijo in zmanjšalo robustnost modela, zato se bomo v našem modelu prav tako posluževali vključevanja podobnega števila parametrov. Na podlagi pregleda literature in opravljene validacije smo se odločili, da v model predvidoma vključimo 8 parametrov. Predstavljamo nabor izbranih parametrov, za katere razpolagamo s primernimi podatkovnimi bazami, s kratko obrazložitvijo izbire:

1. Naklon terena (%) – vpliv na produktivnost dela, okoljske in ergonomske vidike
2. Spravilna razdalja (m) – vpliv na produktivnost dela, stroškovne in okoljske vidike;
3. Skalovitost (%) – omejitveni dejavnik, ki otežuje dostopnost in premikanje z gozdarsko mehanizacijo, kar se odraža na zmanjšanju produktivnosti dela in večjim tveganjem za nesreče;
4. Relief (kategorična spremenljivka) – vpliv na težavnost dela, posledično na produktivnost in ekonomičnost dela, okoljske vidike in varnost dela;
5. Razvojna faza (kategorična spremenljivka) – kriterij preko katerega posredno dobimo informacijo o debelinski strukturi sestoja (prevladujoč prsni premer – cm)
6. Lesna zaloga sestoja (m^3/ha) – vpliv na produktivnost, stroške in upravičenost uporabe določene gozdarske tehnologije.
7. Delež iglavcev (%) – vpliv na produktivnost in posledično stroške. Večji delež iglavcev prispeva k večji učinkovitosti dela.
8. Dosegljivost sestoja – podobno kot spravilna razdalja kriterij podaja dejansko dosegljivost sestoja, kjer je možno opravljanje dela s določeno tehnologijo.

Čeprav za nekatere parametre razpolagamo z obstoječimi podatkovnimi bazami, ti podatki v okviru konkretnega modeliranja niso ustrezni. Med dejavnike sodijo poraba goriva, delovne zmogljivosti (število delovnih mest / $1000\ m^3$) ter statistika delovnih nesreč. Takšne podatkovne baze ne omogočajo razlikovanja med posameznimi tehnologijami, načini dela ali procesnimi fazami, kar zmanjšuje njihovo uporabnost pri večkriterijskem modeliranju. Za kakovostno modeliranje je nujno razpolagati s podatki, ki so dovolj podrobni, primerljivi in omogočajo ločevanje med različnimi možnostmi. Omenjene parametre smo v tej fazi izločili in se bolj osredotočili na tiste parametre, za katere obstajajo kakovostne in ustrezno strukturirane podatkovne baze.

Iz modeliranja smo izključili tudi parametre, kot so tip tal, vremenske razmere ter vegetacija/tip sestoja. Skupna značilnost teh parametrov je njihova neposredna povezanost z vplivi na gozdna tla, predvsem z vidika njihove občutljivosti na degradacijo. Tip tal pomembno določa kemijske in fizikalne lastnosti tal, ki vplivajo na rast in razvoj vegetacije, zlasti prirasti, hkrati pa posredno omogoča oceno občutljivosti tal na obremenitve, ki jih povzroča gozdarska mehanizacija.

Za razmere v Sloveniji praviloma velja, da so tla v suhih, zasneženih ali zamrznjenih pogojih dobro odporna na obremenitve mehanizacije, zato je izvajanje del v takih razmerah praviloma primerno, ne glede na tip tal. Nasprotno pa so tla v mokrih pogojih, ob visoki vsebnosti vode, izrazito občutljiva, zaradi česar je uporaba težke mehanizacije v teh razmerah nezaželena. Največja negotovost pri odločanju se pojavi v prehodnih oziroma vlažnih vremenskih razmerah, ko ni enostavno presoditi, ali je uporaba mehanizacije še smiselna in upravičena. V takšnih primerih občutljivost gozdnih tal določa predvsem trenutna vlažnost, ki je v veliki meri odvisna od aktualnih vremenskih razmer, predvsem od količine in intenzivnosti padavin.

Ker so omenjeni parametri močno časovno spremenljivi in zahtevajo visoko prostorsko in časovno ločljivost podatkov (npr. dnevne ali tedenske podatke o vlažnosti tal in padavinah), njihova vključitev v model v tej fazi ni bila izvedljiva. V prihodnje bi bilo smiselno razviti dinamične modele, ki bi s pomočjo satelitsko pridobljenih kazalnikov vlažnosti tal in meteoroloških podatkov omogočili sprotno prilagajanje izbire tehnologije glede na aktualne razmere na terenu.

Menimo, da omenjenih parametrov v okviru izdelave tehnološke karte trenutno ni mogoče ustrezno vključiti v model, saj je njihov vpliv močno vezan na spreminjajoče se vremenske razmere, medtem ko tehnološka karta predstavlja generaliziran prikaz območja – v našem primeru gozdnega sestoja. Kljub temu se zavedamo, da imajo ti parametri ključno vlogo pri odločanju in umeščanju tehnologij v gozdni prostor. Odločili smo se, da jih iz modela izločimo, hkrati pa predlagamo, da se v nadaljnjem razvoju metodologije vključijo v podporni obliki, kot informativni sloji, priporočila ali opozorila, ki bi bila uporabnikom na voljo ločeno in bi dopolnjevali uporabo tehnološke karte v praksi.

2.3 Metodologija za modelno umeščanje tehnologij v gozdni prostor

V okviru zadnje (četrte) aktivnosti delovnega sklopa DS2 smo pripravili predlog metodologije za modelno umeščanje tehnologij v gozdni prostor. Metodologija temelji na izsledkih prejšnji aktivnosti delovnega sklopa (D2.2 in D2.3), kjer smo na podlagi natančnega pregleda literature določili merila, kriterije in vplivne dejavnike trajnostnega pridobivanja lesa, merilom določili uteži, vplivne dejavnike pa validirali na podlagi petih kriterijev.

Tehnologije pridobivanja lesa se razlikujejo po tehničnih značilnostih in imajo različen vpliv na ključne dejavnike kot so stroški, produktivnost, varnost, kakovost izvedbe ter okoljske vplive. Izbira ustrezne tehnologije je zato ključnega pomena za učinkovito in trajnostno izvajanje gozdarskih del. V praksi pa je zaradi hitro spreminjajočih se terenskih razmer izbira najprimernejše tehnologije lahko zahtevno opravilo. V Sloveniji so predvidene tehnologije izvajanja gozdnih del opredeljene v gozdnogospodarskih načrtih, ki jih izdela Zavod za gozdove Slovenije. Kljub sistemskemu pristopu pa so tovrstni zaključki lahko pogosto subjektivni in za delo v gozdu ne predvidijo najustreznejše tehnologije z vidika trajnostnega gospodarjenja z gozdovi.

Z namenom izboljšanja odločanja se v zadnjem desetletju razvijajo novi pristopi, ki temeljijo na kombinaciji geografskih informacijskih sistemov (GIS) in večkriterijskega odločanja [147,148]. Med metodami večkriterijskega odločanja se je analitični hierarhični proces (krajše AHP) izkazal kot ena najprimernejših in najpogostejše uporabljenih tehnik za vrednotenje ter izbiro alternativ v prostorskih analizah [149]. Enostavnejša alternativa je metoda SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique), ki omogoča vrednotenje posameznih kriterijev brez pogosto zapletenih parnih primerjav [150-152]. Kombinacija uporabe GIS in večkriterijskih modelov odločanja omogoča oblikovanje sistematičnega pristopa, z objektivno izbiro najprimernejše tehnologije pridobivanja lesa, na podlagi različnih kriterijev [83], pri čemer je potrebno ponovno poudariti, da je učinkovitost metode odvisna zlasti od natančnosti in kakovosti vhodnih podatkov [153].

Z raziskavo strmimo k novim pristopom umeščanja tehnologij na način, da bodo slednje enostavnejše, objektivnejše, časovno manj potratne in nenazadnje učinkovitejše. Končni rezultat modela bo tehnološka karta, ki bo za prostorske enote (gozdni sestoj) na podlagi razpoložljivih vhodnih dejavnikov ter z uporabo večkriterijskega odločanja predlagala najustreznejšo tehnologijo pridobivanja lesa.

2.3.1 Metoda in materiali

V prvih korakih smo na podlagi pregleda literature in aktivne participacije strokovne skupine na delavnicah določili merila, kriterije in vplivne dejavnike trajnostnega pridobivanja lesa. Merila smo vrednotili in na ta način rangirani po svoji pomembnosti. Predlagane vplivne dejavnike smo nato validirali na podlagi petih vsebinskih kriterijev. V postopku validacije smo izločili tiste dejavnike, za katere ni bilo mogoče zagotoviti ustreznih, dostopnih in kakovostnih podatkovnih baz. Tako smo oblikovali ožji nabor vplivnih dejavnikov, ki predstavljajo potencialne dejavnike (parametre) za vključitev v modelno odločanje. Na podlagi pregleda tuje literature, kjer so se avtorji prav tako ukvarjali z modelnim umeščanjem tehnologij v gozdni prostor, smo ugotovili, da je za učinkovitost modela ključno vključevanje raznolikih dejavnikov, ki zajemajo zlasti različne si ekonomske in okoljske vidike [83,147,148]. Hkrati se zavedamo, da je potrebno tudi omejevanje števila vključenih dejavnikov, saj preobsežen nabor lahko zmanjša preglednost, oteži interpretacijo rezultatov in zmanjša robustnost modela.

2.3.1.1 Obravnavane tehnologije pridobivanja lesa

Pri pripravi tehnološke karte smo oblike tehnologij pridobivanja lesa ločili na tehnologije sečnje in spravila lesa. Sečnjo smo nadalje razdelili na klasično sečnjo (sečnja z motorno žago) in strojno sečnjo (stroj za sečnjo t.j. *harvester*). Pri spravilu lesa smo tehnologije razdelili v štiri možne kategorije: spravilo po tleh (vlačenja po gozdnih tleh - uporaba vitla), spravilo s prikolico I (transport po gozdnih vlakih – traktorska prikolica), spravilo s prikolico II (transport po sečnih poteh in gozdnih vlakih - *forwarder*) in spravilo po zraku (gozdarska žičnica). V nadaljevanju podrobneje predstavljamo izbrane razrede tehnologij pridobivanja lesa.

Oblike sečnje:

1. **Klasična sečnja** – tradicionalni način pridobivanja lesa, kjer se uporablja ročna ali motorna orodja (motorna žaga). V procesu delavec drevo podre in opravi kleščenje in krojenje.
2. **Strojna sečnja** – sodobna metoda mehanizirane sečnje s specializirano gozdarsko mehanizacijo z uporabo sečne glave, ki omogoča tako sečnjo kot kleščenje in krojenje na mehaniziran način (*harvester*). Metoda primerna zlasti na manj strmih in zmernih naklonih terena, v sestojih z dobro prehodnostjo in pretežnim deležem iglastih dreves.

Oblike spravila lesa:

1. **Spravilo po tleh** - spravilo lesa poteka z vlačanjem hlodov neposredno po gozdnih tleh oziroma vlakah (gozdarski zgibni traktor ali prilagojen kmetijski traktor z vitlom). Uporablja se na manj strmih do zmernih terenih do 40 % naklona terena.
2. **Spravilo s prikolico I** - spravilo lesa poteka s prevozom na prikolici (traktorska prikolica), pri čemer se hlodi ne vlečejo po tleh, ampak se nakladajo na prikolico in prevažajo zgolj po gozdnih vlakah do gozdne ceste. Primerno za manj strme in zmerne terene in območja z razvejano gozdno prometno infrastrukturo.
3. **Spravilo s prikolico II** – spravilo lesa poteka s prevozom na prikolici (*forwarder*), pri čemer se hlodi ne vlečejo po tleh, ampak se nakladajo na vozila in prevažajo po sečnih poteh in gozdnih vlakah do gozdne ceste. Primerno zlasti za manj strme in zmerne terene z nakloni do 40 % in območja z dobro prehodnostjo (skalnatost do 30 %). Običajno poteka v kombinaciji s strojno sečnjo.
4. **Spravilo po zraku** - oblika spravila, kjer je les transportiran po zraku, na območjih, ki so drugim tehnologijam težje dostopna ali nedostopna oziroma z namenom zmanjšanja vpliva na gozdna tla. Ta metoda je posebej primerna z strme in težko dostopne terene z naklonom terena nad 40 % ali s slabo razvito gozdno prometno infrastrukturo.

2.3.1.2 Nabor podatkovnih baz

Na podlagi preteklih aktivnosti smo se odločili, da v model vključimo 7 parametrov, ki zajemajo reliefne značilnosti terena, značilnosti gozdnih sestojev in prometno infrastrukturo. Podatkovne baze smo sprva obdelovali v prosto dostopnem in odprtokodnem geografske informacijskem sistemu QGIS (QGIS 3.34.11), ki podpira ogled, urejanje in analizo prostorski podatkov, kjer smo testno ugotavljali zmožnosti pretvorbe ideje modela v prakso. Zaradi avtomatizacije, ponovljivosti in morebitnih kasnejših modifikacij modela smo končni zapis modela naredili v programskem orodju RStudio. Za potrebe izdelave modela smo pridobili sledeče vhodne podatke, ki jih predstavljamo v preglednici (Preglednica 7).

Preglednica 7: Prikaz uporabljenih podatkovnih baz in pomen slednjih za parameter

Vir podatkovnih baz	Podatkovna baza	Vrsta podatkov	Pomen za parameter
Portal Prostor Geodetske uprave Republike Slovenije (GURS)	Digitalni model reliefa (DMR)	Rastrski (1 x 1m)	Naklon terena

Vir podatkovnih baz	Podatkovna baza	Vrsta podatkov	Pomen za parameter
Spletna storitev pregledovalnik ZGS	Zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture (prometnice)	Vektorski (linijski objekti)	Spravilna razdalja
			Dosegljivost sestoja
	Podatki gozdnih odsekov	Vektorski (poligonski objekti)	Razvojna faza
			Skalnatost
	Podatki gozdnih sestojev	Vektorski (poligonski objekti)	Možni posek (etat)
			Delež iglavcev
	Podatki o gozdnih cestah	Vektorski (linijski objekti)	Spravilna razdalja
			Dosegljivost sestoja
	Podatki o gozdnih rezervatih	Vektorski (poligonski objekti)	Izločanje sestojev iz modela
	Podatki o gozdnih vlakih	Vektorski (linijski objekti)	Dosegljivost sestoja

Z uporabo naštetih prostorskih podatkov smo pridobili rastrske in vektorske kartne podlage za posamezne parametre, katere smo kasneje preko funkcij združevanja združili v končno vektorsko karto izbranega raziskovalnega območja. Na podlagi dostopnosti podatkov smo se odločili, da osnovna enota modela predstavlja gozdni sestoj, ki se od drugih sestojev razlikuje po sestojnih značilnostih in je hkrati najnižja prostorska enota za katere se v gozdnogospodarskem načrtovanju zbira informacije [ZGS, 154]. K temu je botrovalo dejstvo, da je večina vhodnih podatkovnih baz že pripravljenih na nivoju gozdnega sestoja ali pa je na ta nivo možen njihov izračun. Izjemo predstavljata parameter skalnatost, za katere smo podatke za posamezne gozdne sestoje predpostavili na podlagi podatkov gozdnih odsekov, kateremu gozdni sestoj pripada.

2.3.1.3 Osnovni nivo izračunov (gozdni sestoj)

Osnovni nivo modela predstavlja gozdni sestoj. V osnovni vhodni podatkovni bazi je gozdni sestoj pogosto zapisan kot več številčni poligon (»multipolygon«). To pomeni, da je sestoj lahko razdrobljen na več enot, ki medsebojno lokacijsko niso povezane, vendar skupaj predstavljajo en sestoj in si delijo skupne lastnosti sestoja. Za potrebe našega modela in pri izračunu spremenljivk nam takšna oblika ne ustreza, zato smo se odločili, da v teh primerih vsak poligon zapišemo kot svoj lasten sestoj. V primeru več številčnih poligonov to pomeni, da bomo več različnih poligonov obravnavali ločeno, vsakega zase, pri čemer bodo vsi ohranili prvotno oznako sestoja, medsebojno pa jih bomo ločevali po oznakah »ID«, ki smo jih določili za vsak samostojen poligon posebej. Vsakemu poligonu smo bili primorani ponovno izračunati

površino.

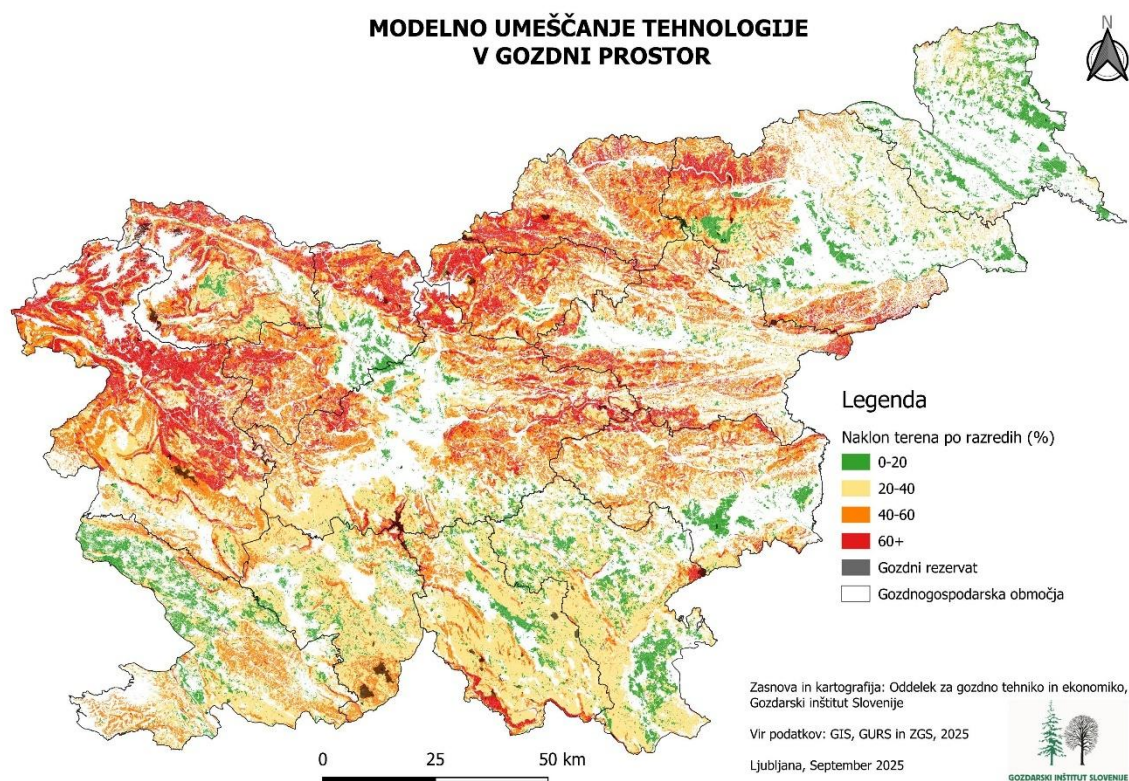
2.3.1.4 Podroben opis izbora vhodnih parametrov

V modelno umeščanje tehnologij v gozdni prostor smo vključili 7 parametrov, katere podrobneje predstavljamo.

Naklon terena

Naklon terena, merjen v odstotkih (%), predstavlja enega izmed osnovnih parametrov modela, saj lahko odločitveno vpliva na izbiro tehnologije. V splošnem velja, da je sečnja in spravilo lesa na položnejših terenih primernejše za oblike spravila po tleh, med tem ko je žičniško spravilo primernejše na strmejših območjih [83]. Naklon terena ne vpliva zgolj na produktivnost dela, temveč tudi na okoljske in ergonomске vidike. Sečnja in spravilo na strmih pobočjih lahko povzroči večje poškodbe gozdnih tal, jih zbija in povečuje erozijske procese [155-157], položnejši tereni pa so ugodnejši tudi z vidika ergonomije in varnosti delavcev [158].

Na podlagi digitalnega modela reliefa (DMR), z ločljivostjo 1 x 1 m, smo za vsak gozdni sesto izračunali naklon terena, kar zagotavlja izredno natančnost, katero smo omejili na eno decimalno mesto. Odločili smo se, da za vrednost naklona terena gozdnega sestoja vzamemo izračunano povprečno vrednost. Vhodni podatek *naklon terena* (opisan na ravni gozdnega sestoja) je v primerjavi s podatkom naklona preko ZGS pregledovalnika pridobljen na ravni gozdnega odseka (natančnost 1 stopinja). Naklon terena po razredih prikazujemo na sliki (Slika 6).



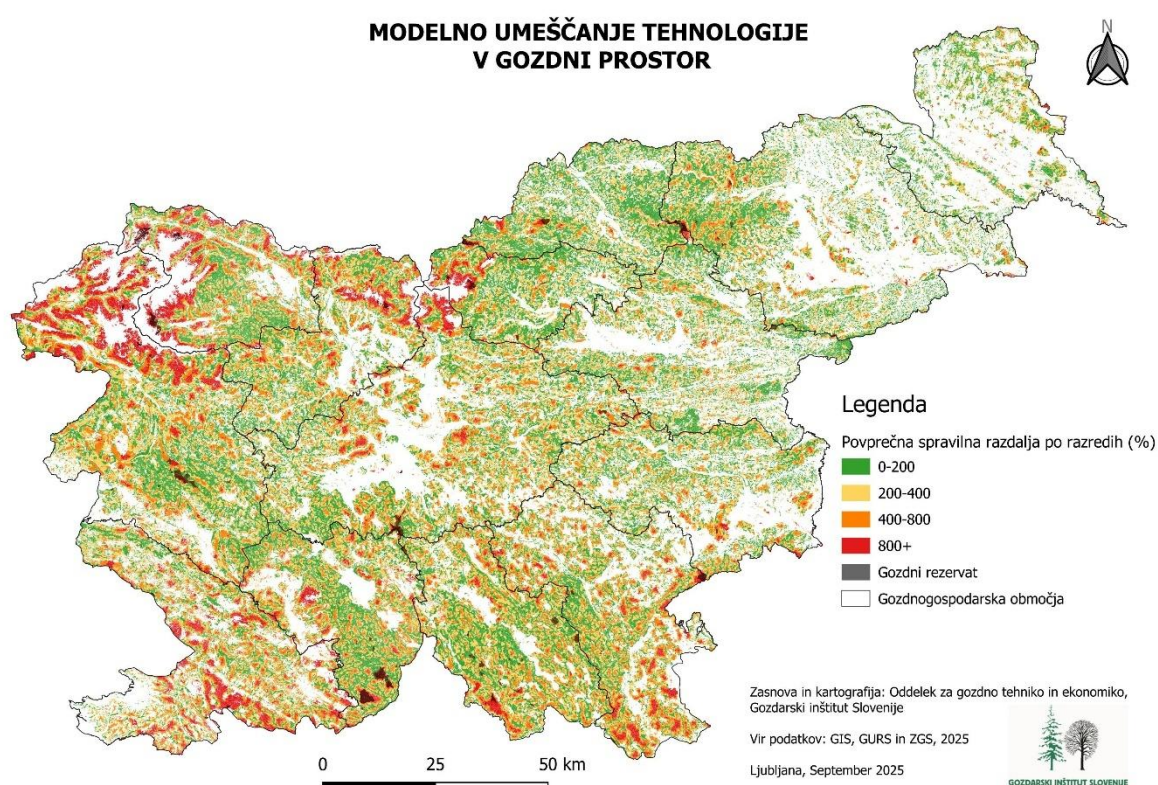
Slika 6: Naklon terena po razredih za območje celotne Slovenije

Spravilna razdalja

Spravilna razdalja je definirana kot razdalja med posekom dreves in najbližjo prometnico (običajno gozdno cesto), kjer se les nadalje obdeluje ali transportira, je ključnega pomena pri načrtovanju gozdarskih operacij, saj vpliva na produktivnost dela, stroške spravila in okoljske vidike [16,159-161]. Podatki o pravih razdaljah so nam sicer dostopni preko pregledovalnika podatkov o gozdovih (ZGS), vendar zgolj na nivoju gozdnogospodarskega odseka. V želji po natančnejši in realnejši vrednosti smo se odločili, da pravilno razdaljo izračunamo na nivoju sestoja. Teoretično pravilno razdaljo smo izračunali na način, da smo v programskem orodju gozdne sestoje prekrili z mrežo navideznih točk (gostota 25 x 25 m), ter za vsako točko izračunali najbližjo razdaljo (evklidska razdalja) do primarne prometnice. Kot primarno prometnico smatramo gozdne ceste (vir: ZGS) in protipožarne preseke (vir: ZGS) ter vse prometnice zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture (pod šifro GJI_ATR2 od 3 do 13). Povprečna teoretična razdalja je bila izračunana kot aritmetična sredina pravih razdalj vseh točk v posameznem sestoju.

Dejanska pravilna razdalja se od teoretične pravilne razdalje razlikuje zaradi vpliva naklona terena, smeri in vrste spravila ter značilnosti reliefa, zato je smiselno v model vključiti tudi koeficient pravih razdalj (k_s). Po pregledu literature ugotavljamo, da so si koeficient spravila lahko zelo različni in variirajo med 1,1 in 2,5, odvisno od značilnosti raziskovalnega območja in izbranega načina spravila [162-166]. Za potrebe naše raziskave smo se odločili, da

koeficienta pravih razdalj (k_s) ne bomo izračunali neposredno za vsak sesto posebej, temveč bomo uporabili strokovno ocenjeni približek, ki temelji na analizi primerljivih študij in bo veljal za območje celotne Slovenije. Koeficienti navedeni v pregledani literature so praviloma vezani na specifična raziskovalna območja, zato njihova neposredna aplikacija na naše raziskovalno območje ni primerna, služijo pa kot dobra referenca za primerljive terenske razmere. Na podlagi pregleda literature smo koeficientu pravih razdalj določili vrednost 1,5. V modelu bomo torej uporabili teoretično (evklidsko) pravilno razdaljo pomnoženo s koeficientom pravila ($k_s = 1,5$). Povprečno pravilno razdaljo po razredih prikazujemo na sliki (Slika 6).



Slika 7: Povprečna pravilna razdalja po razredih za območje celotne Slovenije

Pri izračunu pravih razdalj, ki temelji na mreži točk z razmikom 25 × 25 m, so se poligoni z zelo majhno površino ali poligoni podolgovatih oblik pogosto izkazali kot problematični, saj v njih ni bila zajeta nobena točka z razdaljo od prometnice. Zaradi tega model zanje ni mogel izračunati povprečnih vrednosti razdalje od prometnice. V primerih, ko za izbran poligon ni uspel izračun povprečnih vrednosti razdalje od prometnice, smo vrednost pravih razdalj pripisali od najbližjega poligona, za katerega je bila ta vrednost že izračunana.

Zavod za gozdove Slovenije povprečne pravih razdalje smatra kot seštevek povprečne

razdalje zbiranja in povprečne razdalje vlačanja. Vrednost povprečne razdalje določijo preko aplikacije glede na dolžino gozdnih vlak in vrste sestoja za posamezna pravilna polja, vrednost pa se prenese na nivo gozdnega odseka. Za potrebe modela smo vhodni podatek pravih razdalj pridobili z lastnim izračunom na nivoju gozdnega sestoja. Metoda izračuna je relativno robustna in ne upošteva pravih polj, temveč so vrednosti dobljene zgolj kot povprečna evklidska razdalja do najbližje gozdne ceste pomnožena s koeficientom pravih razdalj ($k_s = 1,5$). Delež površine gozdov po posameznih razredih pravih razdalj prikazujemo v preglednici (Preglednica 2).

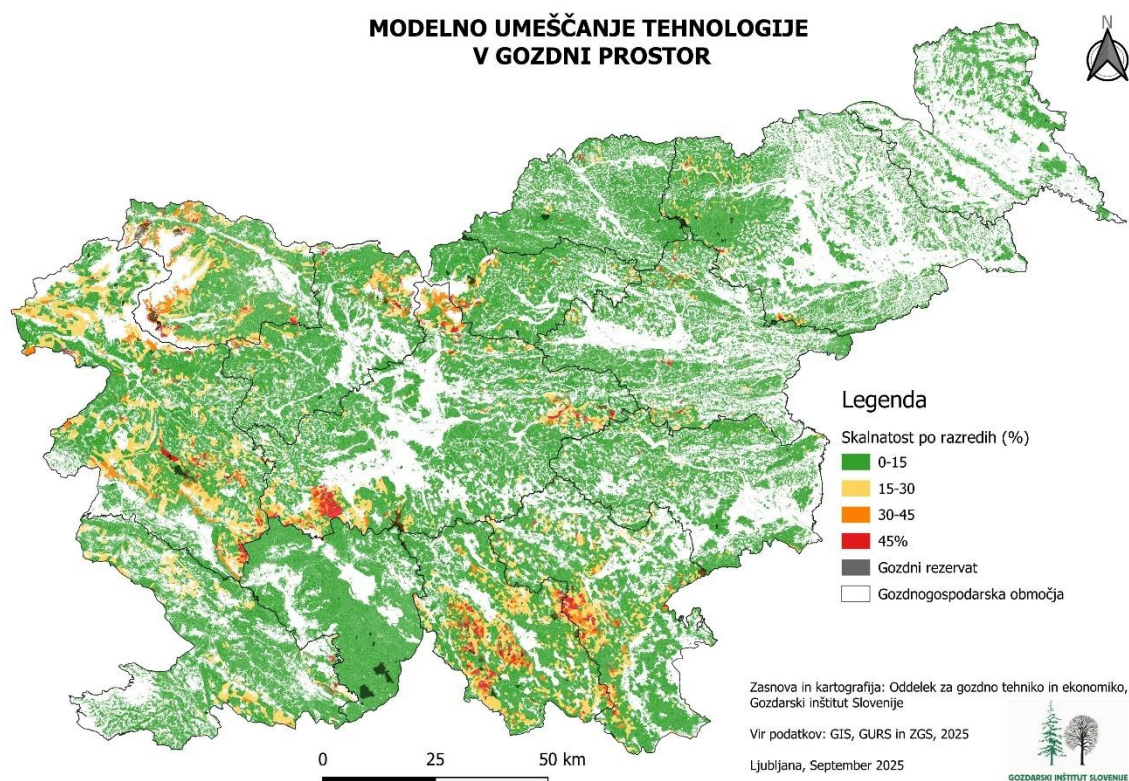
Preglednica 8: Delež površine sestojev po razredih pravih razdalj

Razredi pravih razdalj (m)	Izračun modela (%)	ZGS pregledovalnik (%)
0 – 200	39,4	12,2
200 – 400	32,5	42,7
400 – 800	20,7	37,0
800 +	7,4	8,1

Ugotavljamo, da obstajajo razlike med deležem gozdov po posameznih razredih pravih razdalj glede na izračunane in prosto dostopne podatke ZGS. Razloge vidimo predvsem v dejstvu, da je nivo določanja prave razdalje različen. ZGS povprečno pravo razdaljo določi na nivoju gozdnega odseka, model pa na nivoju gozdnega sestoja. Hkrati je metodologija pridobivanja vrednosti različna. Pri izračunu prave razdalje (evklidske razdalje) ne upoštevamo vpliva naklona terena, smeri sprava in reliefnih značilnosti na povprečno pravo razdaljo, ki je zaradi omenjenih vplivov večja od izračunane. V želji po realnejših vrednostih smo prave razdalje pomnožili s koeficientom 1,5, ki velja za vse sestoje in je enak za območje celotne Slovenije.

Skalnatost

Skalnatost terena predstavlja enega pomembnejših omejitvenih dejavnikov izvajanja gozdarskih del. Visok delež večji površinskih skalnih tvorb otežuje gibanje in dostopnost gozdarske mehanizacije, zmanjšuje produktivnost, hkrati pa povečuje tveganje za nesreče [167,168]. Podrobnih podatkov o skalnatosti na nivoju gozdnega sestoja nimamo, zato smo delež skalnatosti za posamezen sestoj prepisali iz gozdnega odseka, v katerem se sestoj nahaja. Oceno skalnatosti, kot delež na površino v odstotkih (%), okularno določi Zavod za gozdove Slovenije. Skalnatost sestoja po razredih prikazujemo na sliki (Slika 8).



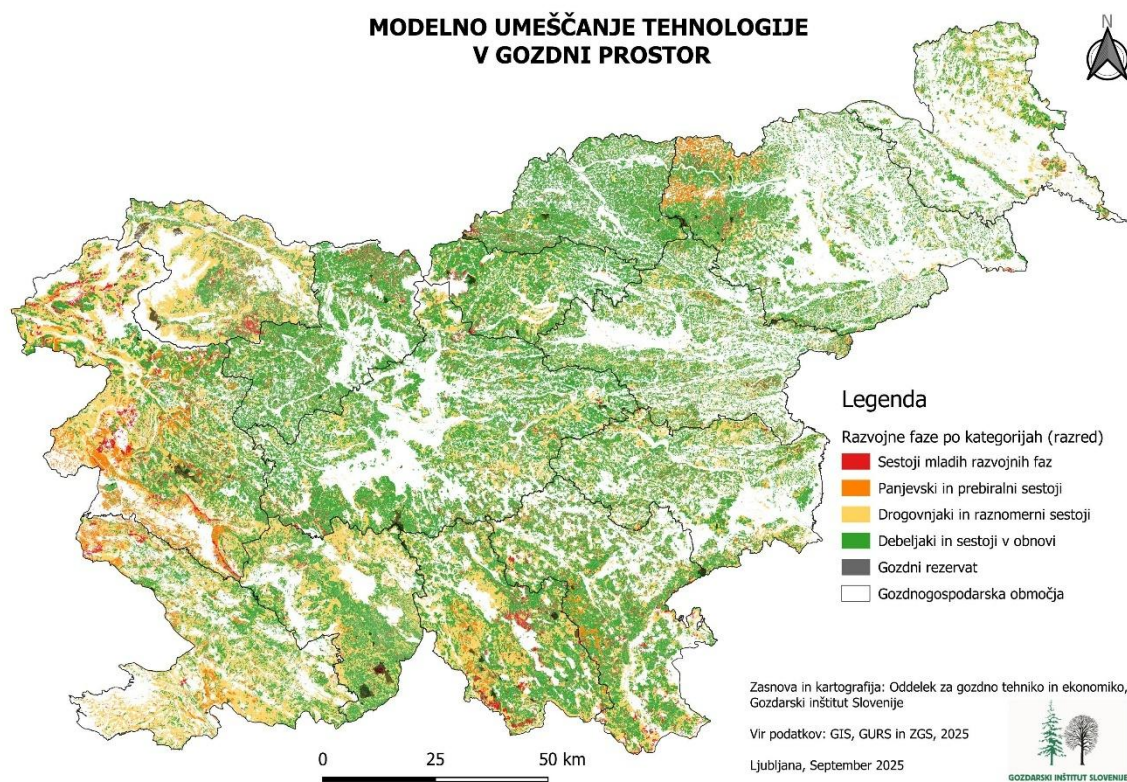
Slika 8: Skalnatost sestojev po razredih

Razvojna faza

Razvojna faza (RF) predstavlja življenjsko obdobje gozdnega sestoja, ki je opredeljeno s prevladujočim prsnim premerom (v cm). Opisana je s kategorično spremenljivko, kjer je možnih 11 izbir kategorije: (1) mladovje, (2) drogovnjak, (3) debeljak, (4) sestoj v obnavljanju, (5) dvoslojni sestoj, (6) posamično do šopasto raznomerni sestoj/prebiralni sestoj, (7) skupinsko do gnezdasto raznomerni sestoj, (8) panjevec, (9) grmičav gozd, (10) pionirski gozd z grmišči in (11) tipični prebiralni sestoji. Za potrebe modela smo kategorije razvojnih faz še dodatno smiselno razdelili v štiri skupine (tudi z namenom kasnejšega vrednotenja), kjer skupina 1 z vidika ekonomske upravičenosti sečnje in spravila predstavlja najmanj primerne, skupina 4 pa najprimernejše razvojne faze. Z večanjem prsnega premera se namreč praviloma večja vrednost posameznega drevesa, kot tudi produktivnost dela [169]. Razvojna faza je opisana na nivoju sestoja, določi jo Zavod za gozdove Slovenije. Smiselno razdeljene kategorije razvojnih faz prikazujemo v preglednici (Preglednica 9), prostorsko razporeditev za območje celotne Slovenije pa na sliki (Slika 9).

Preglednica 9: Smiselna delitev razvojnih faz po razredih

Razred	Opis	Pripadajoče razvojne faze s šiframi ZGS
1	Sestoji mladih razvojnih faz (pionirski gozd, mladovje, grmišča)	1 – Mladovje; 9 – Grmičast gozd 10 – Pionirski gozd z grmišči
2	Panjevski sestoji in prebiralni sestoji	8 – Panjevec 11 – Tipični prebiralni sestoji
3	Drogovnjaki in raznomerni sestoji	2 – Drogovnjak 6 – Raznomerno (ps-šp, preb) 7 – Raznomerno (sk-gnz)
4	Debeljaki in sestoji v obnovi	3 – Debeljak 4 – Sestoj v obnovi 5 – Dvoslojni sestoj

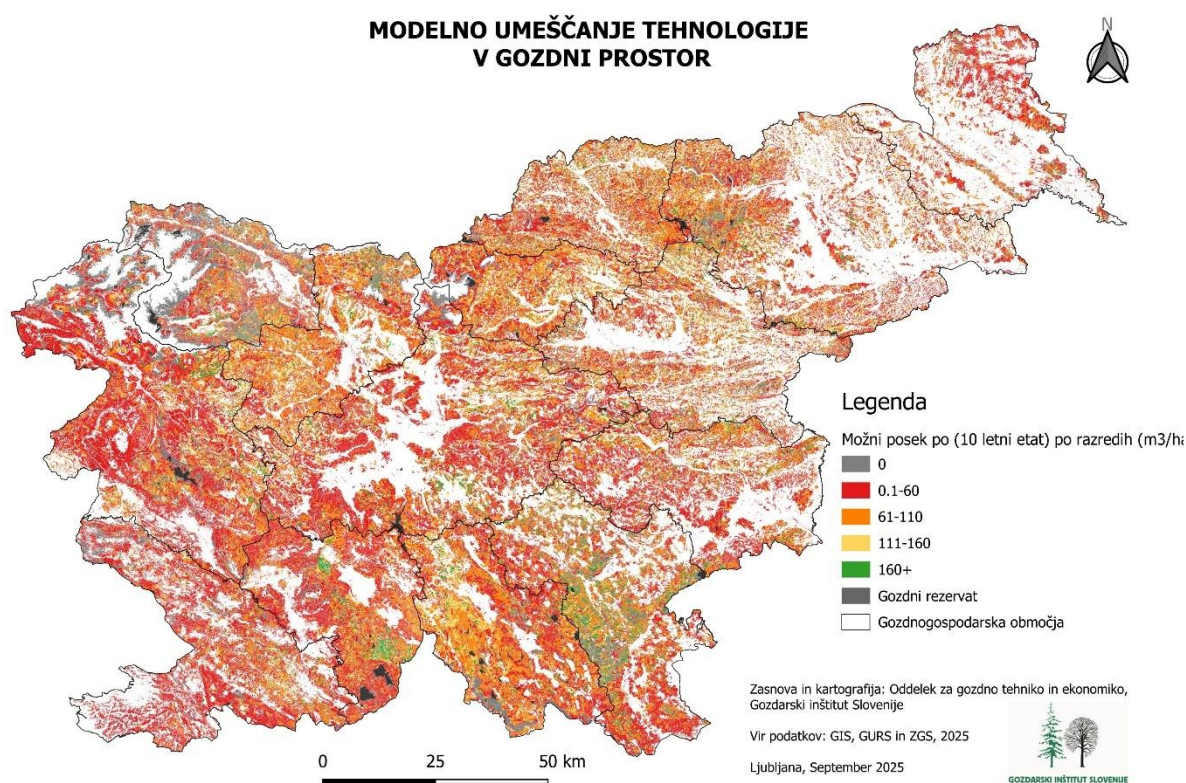


Slika 9: Razvojne faze, smiselno razdeljene v razrede, za območje celotne Slovenije

Možni posek (10 letni etat)

Možni posek predstavlja največjo količino lesa (m^3), ki jo je v določenem časovnem obdobju dovoljeno posekati na določenem gozdnem območju ne da bi pri tem ogrozili dolgoročno stabilnost in sposobnost obnove gozdnega ekosistema. Določa ga Zavod za gozdove Slovenije v okviru gozdnogospodarskih načrtov, pri čemer se ločeno obravnavajo listavci in iglavci, ter se prilagaja strukturi, razvojnemu stadiju in funkcijam gozda. Gre za ključen element

trajnostnega gospodarjenja, saj omogoča usklajevanje proizvodne funkcije gozda z njegovimi ekološkimi in socialnimi vlogami. Možni posek temelji na natančni oceni lesne zaloge, prirastka ter stanja sestojev in zagotavlja trajnostno izrabo gozdne lesne biomase. Višja vrednost možnega poseka pomembno vpliva na izbiro tehnologije pridobivanja lesa. Večji volumen razpoložljivega lesa na enoto površine (m^3/ha) omogoča racionalnejšo uporabo specializirane gozdarske mehanizacije, kar pripomore k večji izkoriščenosti mehanizacije, nižjim stroškom ter povečanju varnosti in učinkovitosti izvajanja gozdarskih del. Za potrebe našega modela možni posek predstavljamo kot razmerje med skupnim možnim posekom (m^3) na površino (ha). Za poligone gozdnih sestojev, ki smo jih za potrebe modela razdelili na manjše enote, smo možni posek določili glede na površino. To pomeni, da smo pri razdelitvi posameznega sestoja na nove poligone vrednosti možnega poseka razporedili sorazmerno z deležem površine posameznega poligona v primerjavi s celotnim sestojem, kateremu pripada. Slika 10 prikazuje možni posek za obdobje 10 let za območje celotne Slovenije. Možni posek smo razdelili v pet razredov ($0 \text{ m}^3/\text{ha}$, $0.1\text{-}60 \text{ m}^3/\text{ha}$, $61\text{-}110 \text{ m}^3/\text{ha}$, $111\text{-}160 \text{ m}^3/\text{ha}$, več kot $160 \text{ m}^3/\text{ha}$).

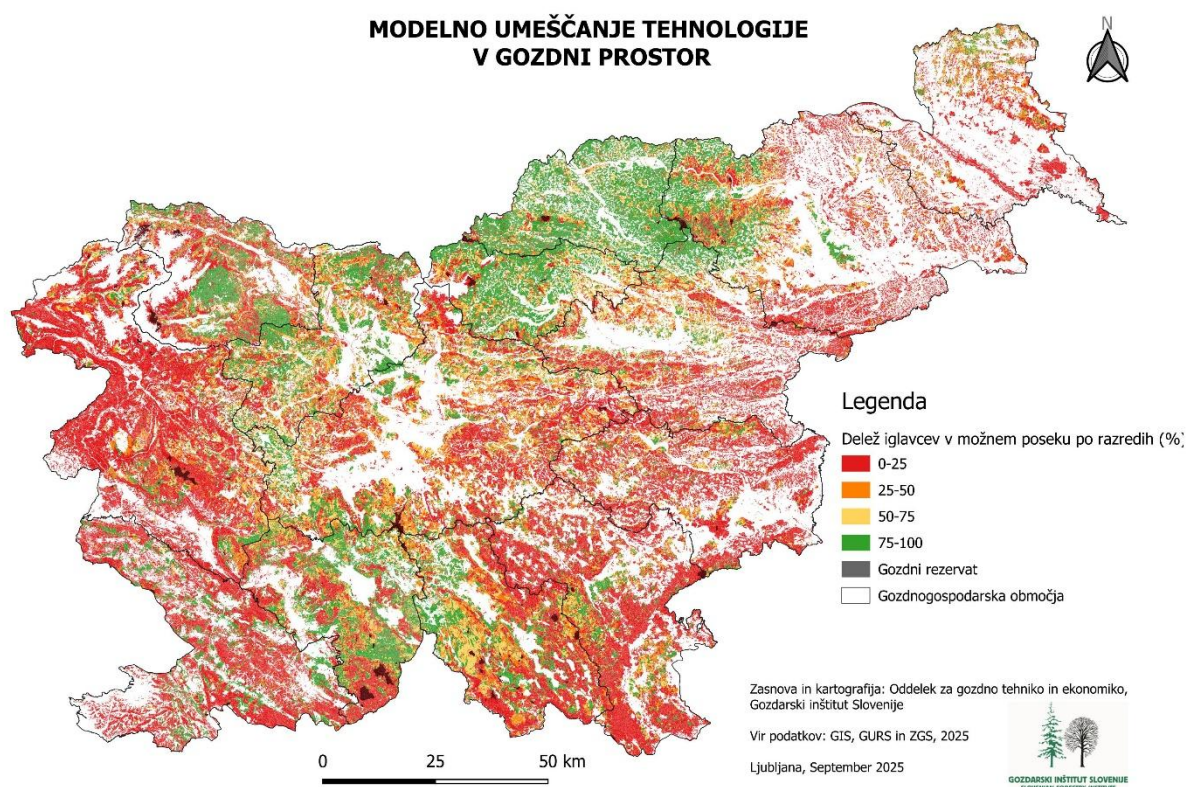


Slika 10: Možni posek za obdobje 10 let, razdeljen po posameznih razredih

Delež iglavcev

Podobno kot lesna zaloga je možni posek v posameznem sestoju sestavljana iz poseka listavcev in iglavcev. Z vidika produktivnosti in s tem povezanih stroškov dela ima drevesna sestava (delitev na listavce in iglavce) lahko pomemben vpliv na učinkovitost procesa

pridobivanja lesa. Razlike v morfoloških značilnostih drevesnih vrst, kot so oblika in enakomernost debel ter fizikalne lastnosti lesa, vplivajo na zahtevnost obdelave in transporta. Na ta način se v sestojih z večjim deležem iglavcev lahko dosega višje delovne učinke, kar posredno prispeva k nižjim stroškom dela in večji ekonomski upravičenosti uporabe avtomatiziranih strojnih tehnologij pridobivanja lesa [170,171]. Delež iglavcev, merjen v odstotkih (%), smo izračunali kot razmerje med možnim posekom iglavcev in skupnim možnim posekom v sestoju. Za poligonske gozdne sestoje, ki smo jih za potrebe modela razdelili na manjše enote, smo delež iglavcev določili glede na površino. To pomeni, da smo pri razdelitvi posameznega sestoja na nove poligone vrednosti deleža iglavcev razporedili sorazmerno z deležem površine posameznega poligona v primerjavi s celotnim sestojem, kateremu pripada. Delež iglavcev v možnem poseku po razredih prikazujemo na sliki (Slika 11).



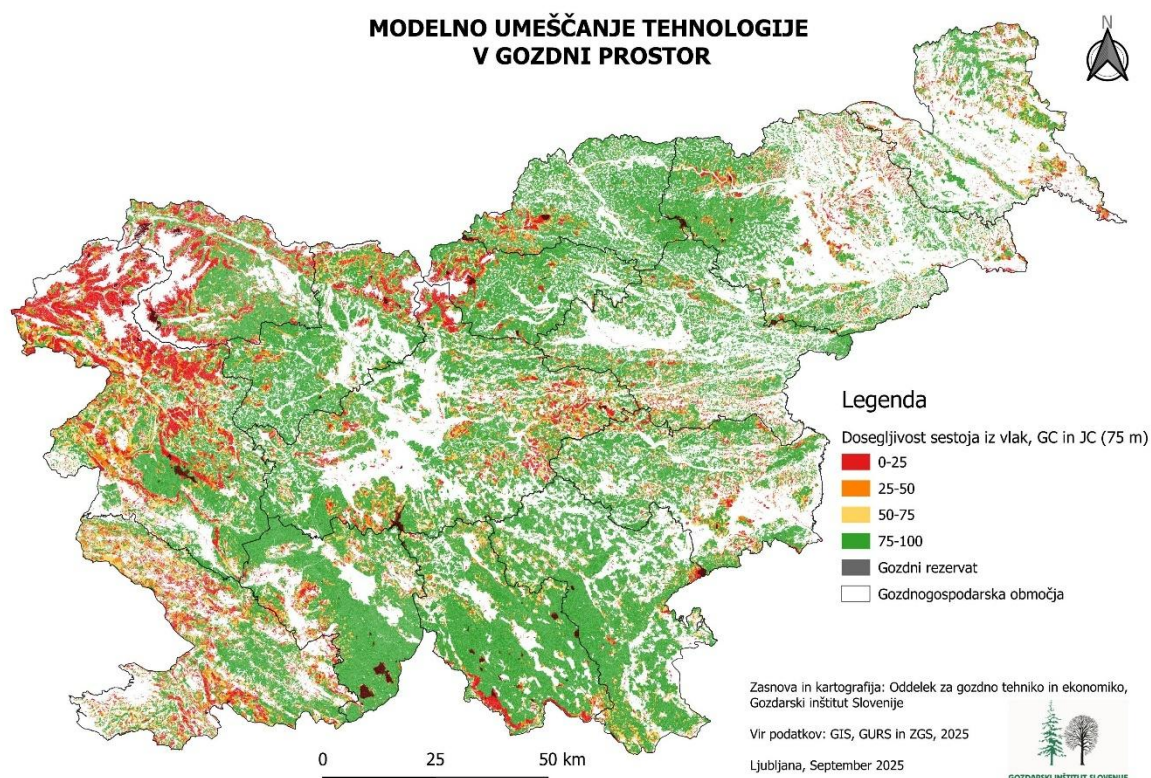
Slika 11: Delež iglavcev v možnem poseku po razredih

Dosegljivost iz prometnice

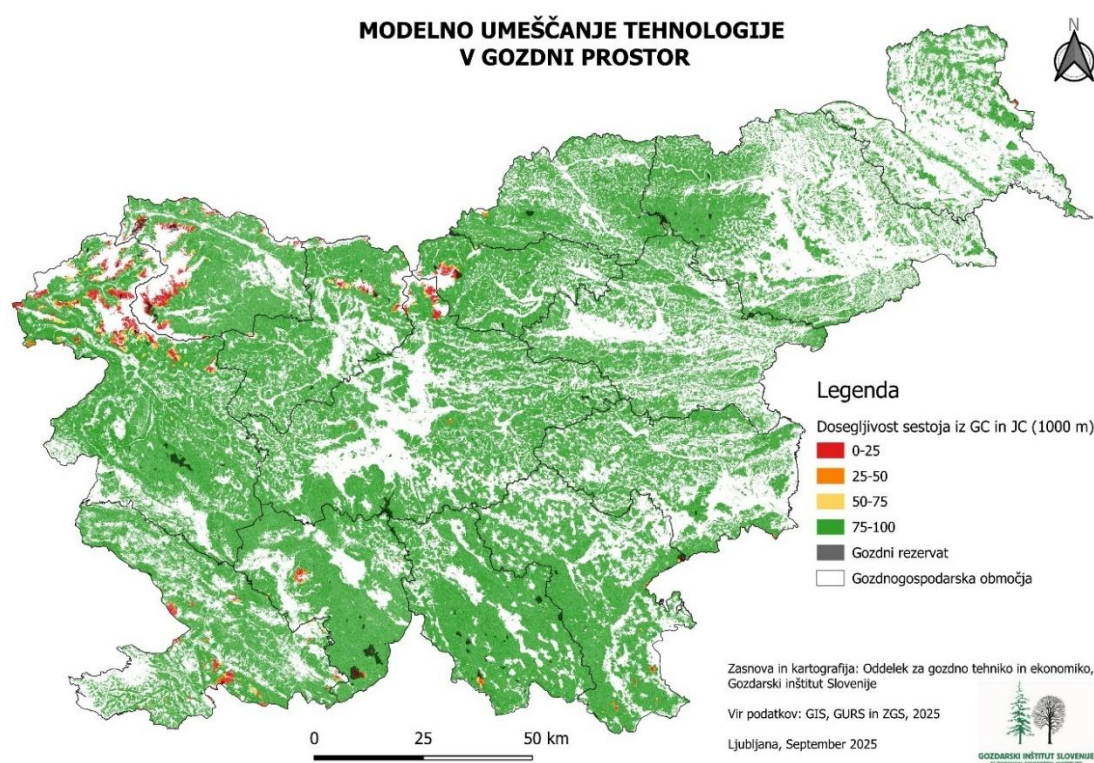
Dosegljivost sestoja iz prometnice, merjen v odstotkih (%), smatramo kot razmerje med dosegljivim gozdnim območjem prek primernih gozdnih prometnic (vlake, gozdne ceste, protipožarne preseke in primerne javne prometnice) in skupno površino sestoja. Dosegljivo gozdno območje definiramo kot območje v vnaprej določenem pasu (»buffer zone«) ob prometnicah, iz katerega lahko privlačujemo s traktorskim vitlom. Širina pasu je teoretična in ni v odvisnosti od drugih parametrov, kot so denimo naklon terena, relief ali smer spravila. S

parametrom želimo za vsako tehnologijo posebej ugotoviti kolikšen del sestoja je tehnologiji dejansko odprt oziroma dosegljiv, torej kolikšen delež sestoja je tehnologiji dostopen in posledično primeren za spravilo lesa. Parameter dosegljivosti sestoja je iz tega vidika pomemben predvsem za tehnologije spravila lesa. Širino pasu in primerne prometnice smo določili posebej za tehnologije spravila. Za spravilo po tleh (z vitlom ali prikolico) smo pas opredelili z 75 m oddaljenostjo od vseh vrst prometnic (ne glede na kategorijo). Za spravilo po zraku (gozdarska žičnica) pa smo upoštevali razdaljo 1000 m od primarnih prometnic (brez gozdnih vlak). Na primeru spravila po zraku predpostavljamo, da so povezave z gozdnimi vlakami za to obliko spravila praktično nepomembne, ključne so zgolj zanesljive prometnice, s širokim in utrjenim voziščem. Zato dostopnost za primer spravilo po zraku uporabimo gozdne ceste in zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture (kategorije GJI_ATR2 od 3 do 13). Večji pas (1000 m) od prometnice določimo ob predpostavki, da žičniško spravilo omogoča spravilo lesa na večjih razdaljah, kot na primer v primerjavi s traktorskim spravilom v primeru uporabe gozdarskega vitla (kapaciteta sodobnega vrvnega bobna sega do 100 m).

Dosegljivost sestoja za posamezno tehnologijo smo izračunali na način, da smo sprva smiselno združili posamezne sloje prometnic (vlake, gozdne ceste, protipožarne preseke in ostale objekte zbirnega katastra gospodarske javne infrastrukture). Pasove dobimo s funkcijo *buffer* s katero dobimo nove poligone. Sledi združevanje novih poligonov (funkcija *union*) in ugotavljanje prekrivanja dobljenega pasu s slojem sestojev, izračun površine in razmerja površine pasu s celotno površino sestoja. Poudarjamo, da končno razmerje dosegljivosti predpostavlja, da je vožnja po kartiranih gozdnih vlakah in cestah omogočena in primerna za predvideno obliko tehnologije. Hkrati v izračun niso vštete morebitne predvidene sečne poti, s katerimi se v praksi dosegljivost območja povečuje. Dosegljivost sestoja po razredih prikazujemo na naslednjih slikah (Slika 12, Slika 13).



Slika 12: Dosegljivost sestoja iz prometnic - oddaljenost 75 m



Slika 13: Dosegljivost sestoja iz prometnic - oddaljenost 1000 m

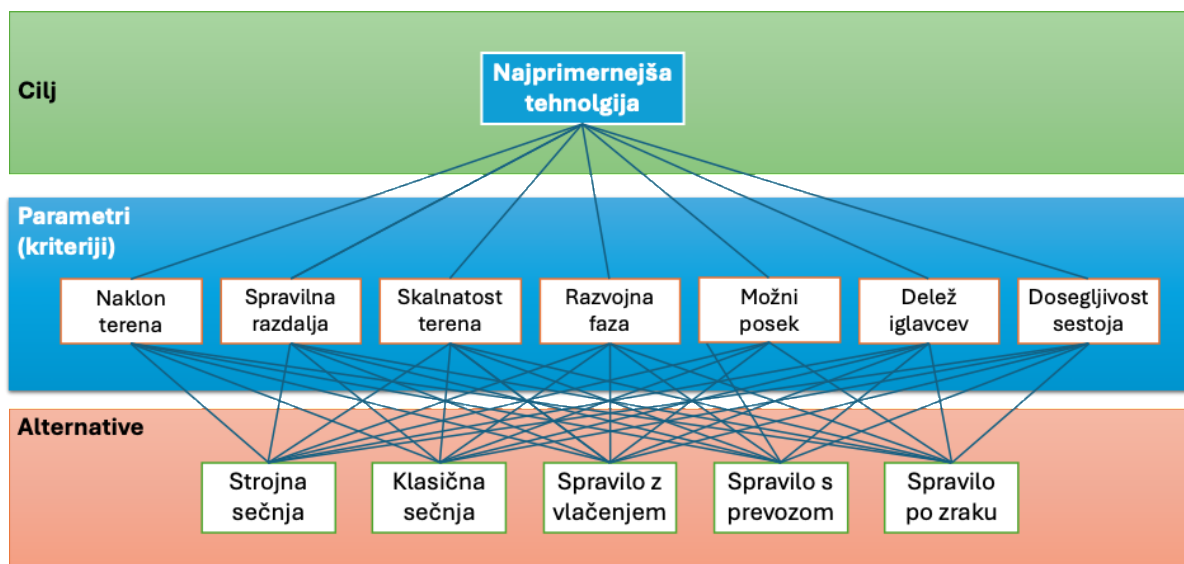
Nekatere parametre, ki smo jih predhodno sicer predvideli kot smiselne za uporabo v modelu smo tekom priprave podatkov iz modela izločili oziroma za potrebe modela prilagodili. Nabor sprememb z utemeljitvijo predstavljamo v preglednici (Preglednica 10).

Preglednica 10: Vsebinsko prilagojeni parametri

Predviden parameter	Spremenjen parameter	Utemeljitev
Relief	Izločen	Menimo, da je parameter relief, ki je bil podan kot kategorična spremenljivka in za potrebe aplikacije na gozdni sestoj pridobljen iz odseka, kateremu gozdni sestoj pripada, v modelu nepotreben. saj ga v veliki meri definirata naklon in skalnatost, ki sta v model že vključena kot neodvisna parametra.
Lesna zaloga (m ³ /ha)	Možni posek (m ³ /ha)	Čprav lahko na podlagi podatka lesne zaloge sestoja sklepamo na potencial sestoja za pridobivanje lesa, pa nam podatek o možnem poseku poda bistveno natančnejši in celovitejši odgovor na količino lesa, ki ga lahko posekamo, hkrati pa količina že vključuje vse elemente trajnostnega gospodarjenja in zagotavljanja funkcij gozda.

2.3.1.5 Vrednotenje primernosti tehnologij glede na operative pogoje

Umeščanja tehnologij v gozdni prostor izvedemo na podlagi vrednotenja primernosti različnih tehnologij pridobivanja lesa. Analitični hierarhični proces (AHP) je metoda za podporo odločanju, ki jo je v 70. letih razvil Thomas L. Saaty [149]. Gre za strukturiran pristop, ki temelji na matematičnih in psiholoških načelih ter omogoča sistematično reševanje kompleksnih odločitev. Ključna značilnost metode je razčlenitev problema v hierarhično strukturo, sestavljeno iz cilja, kriterijev (in po potrebi podkriterijev) ter možnih alternativ. Z združitvijo uteži kriterijev in ocen alternativ metoda omogoča izračun skupne vrednosti za vsako alternativo ter izbiro najustreznejše. AHP omogoča vključevanje subjektivnih mnenj strokovnjakov, kjer objektivnih meril ni mogoče enostavno določiti [149,172].



Slika 14: Hierarhični model vrednotenja tehnologij

Za potrebe izvedbe vrednotenja z metodo AHP smo za vsak že določen parameter opredelili območje možnih vrednosti, ki jih ta parameter lahko zajema. Te vrednosti smo nato razdelili v štiri razrede, da smo sistematično opredelili različna območja delovanja tehnologij v različnih operativnih pogojih. Razredov bi lahko sicer oblikovali poljubno število, a je smiselno opredeliti le toliko razredov, da se ustrezno odražajo razlike med obravnavanimi tehnologijami. Razrede možnih vrednosti posameznih parametrov je uskladila in določila strokovna skupina na podlagi pregleda literature [83,147,148] in lastnih izkušenj. Razrede po posameznih parametrih predstavljamo v preglednici (Preglednica 11).

Preglednica 11: Prikaz razredov po posameznih parametrih

Naklon terena (%)	Spravilna razdalja (m)	Skalnatost terena (%)	Razvojna faza (kategorična spremenljivka)	Možni posek (m ³ /ha)	Delež iglavcev (%)	Dosegljivost sestoja (%)
0-20	0-200	0-15	1	0-60	0-25	0-25
20-40	200-400	15-30	2	61-110	25-50	25-50
40-60	400-800	30-45	3	111-160	50-75	50-75
60 +	800 +	45 +	4	160 +	75-100	75-100

Vsakemu razredu smo na točkovni lestvici od 0 do 5 določili stopnjo primernosti posamezne tehnologije. Treba je poudariti, da izvedljivost posamezne tehnologije v danem sestoji ni samoumevna. Zaradi terenskih omejitev ali značilnosti sestoja določena tehnologija pridobivanja lesa ni vedno izvedljiva, ali pa je njena uporaba z ekonomsko ali ekološkega vidika neupravičena. V takšnih primerih smo v preglednici ocenjevanja operativne primernosti določene tehnologije v pogojih, ki uporabo in delo tehnologije ne omogočajo, ocenili z

vrednostjo 0. Ocena 0 označuje popolno neprimernost, kar pomeni, da uporaba izbrane tehnologije ni izvedljiva z vidika tehničnega ali okoljskega razloga. Tehnologiji, ki prejmejo oceno 0 pri kateremkoli parametru, se ji dodeli skupna ocena 0. Ne glede na vrednost ocen v preostalih parametrih je končni rezultat za to tehnologijo enak 0, kar pomeni, da je bila v danem sestoju samodejno izločena kot neprimerna.

Kadar pa uporaba določene tehnologije ni tehnično onemogočena, a bi bila z ekološkega ali ekonomskega vidika vprašljiva, smo primernost ocenili z najnižjo možno pozitivno vrednostjo, torej z oceno 1. Na ta način se je ohranila možnost vključitve v model, vendar je bila zaradi nizke ocene rezultatsko potisnjena v ozadje, kar ustrezno odraža njeno nizko primernost v konkretnih pogojih. Ocena 1 pomeni, da je uporaba tehnologije v izbranem razredu sicer izvedljiva, vendar vprašljiva z vidika trajnosti (ekonomskega, družbenega ali okoljskega načela).

Ocena 2 pomeni, da je tehnologija primerna. Medtem, ko ocena 5 pomeni visoko (najustreznejšo) primernost tehnologije za določen razpon vrednosti parametra. Na primer, delo s traktorjem, ki zaradi tehničnih omejitev ni primeren za delo na večjih naklonih, smo pri razredih naklonov dodelili visoko oceno primernosti pri nižjih naklonih, medtem ko smo pri večjih naklonih dodelili nižje ocene. Dodelitev ocen je temeljila na analizi pregledane literature ter vrednosti parametrov znotraj posameznih razredov, s čimer smo sistematično opredelili najustreznejše tehnologije za specifične operative pogoje. Vrednotenje primernosti tehnologij po posameznih razredih prikazujemo v preglednici (Preglednica 12).

Preglednica 12: Matrika vrednotenja primernosti tehnologij

	Naklon (%)		Spravilna razdalja (m)		Skalnost terena (%)		Razvojna faza sestoja		Delež iglavcev (%)		Možni posek (m ³ / ha)		Dosegljivost z g. vlake (%)	
	Razred	Ocena	Razred	Ocena	Razred	Ocena	Razred	Ocena	Razred	Ocena	Razred	Ocena	Razred	Ocena
Klasična sečnja	0-20	5	0-200	5	0-15%	5	4	5	75-100	4	0-60	5	75-100	3
	20-40	5	200-400	5	15-30%	5	3	5	50-75	4	61-110	4	50-75	3
	40-60	5	400-800	5	30-45%	5	2	5	25-50	4	111-160	3	25-50	3
	60+	5	800+	5	45%+	5	1	5	0-25	4	160+	1	0-25	3
Strojna sečnja	0-20	5	0-200	5	0-15%	5	4	5	75-100	5	0-60	1	75-100	3
	20-40	5	200-400	5	15-30%	4	3	4	50-75	4	61-110	2	50-75	3
	40-60	3	400-800	5	30-45%	2	2	3	25-50	3	111-160	4	25-50	3

	Naklon (%)		Spravilna razdalja (m)		Skalnost terena (%)		Razvojna faza sestoja		Delež iglavcev (%)		Možni posek (m ³ / ha)		Dosegljivost z g. vlake (%)	
	Razred	Ocena	Razred	Ocena	Razred	Ocena	Razred	Ocena	Razred	Ocena	Razred	Ocena	Razred	Ocena
	60+	0	800+	3	45%+	0	1	1	0-25	2	160+	5	0-25	3
Spravilo z vlačanjem	0-20	5	0-200	5	0-15%	5	4	5	75-100	5	0-60	5	75-100	5
	20-40	5	200-400	4	15-30%	5	3	5	50-75	5	61-110	4	50-75	4
	40-60	3	400-800	3	30-45%	4	2	3	25-50	4	111-160	3	25-50	3
	60+	2	800+	1	45%+	3	1	1	0-25	4	160+	1	0-25	1
Spravilo s forwarderjem	0-20	5	0-200	5	0-15%	5	4	5	75-100	5	0-60	1	75-100	5
	20-40	5	200-400	5	15-30%	4	3	4	50-75	5	61-110	3	50-75	5
	40-60	3	400-800	5	30-45%	2	2	3	25-50	4	111-160	4	25-50	5
	60+	0	800+	3	45%+	0	1	1	0-25	4	160+	5	0-25	4
Spravilo s prikolico	0-20	5	0-200	3	0-15%	5	4	5	75-100	5	0-60	3	75-100	5
	20-40	5	200-400	4	15-30%	5	3	5	50-75	5	61-110	4	50-75	4
	40-60	5	400-800	5	30-45%	4	2	3	25-50	4	111-160	5	25-50	3
	60+	3	800+	5	45%+	3	1	1	0-25	4	160+	5	0-25	1
Spravilo z gozdarsko žičnico	0-20	1	0-200	1	0-15%	5	4	5	75-100	5	0-60	1	75-100	1
	20-40	2	200-400	3	15-30%	5	3	4	50-75	5	61-110	3	50-75	1
	40-60	5	400-800	5	30-45%	5	2	1	25-50	5	111-160	5	25-50	3
	60+	5	800+	5	45%+	5	1	0	0-25	4	160+	5	0-25	5

Za potrebe izdelave tehnološke karte smo uporabili večkriterijsko metodo odločanja SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique). V SMART metodo smo vključili gozdarske strokovnjake, ki so ocenjevali posamezne kriterije na podlagi svojih izkušenj in znanj. Izbrani

kriteriji so jim bili predhodno pojasnjeni, ocenjevalci pa so jih nato ocenjevali po pomembnosti glede na to kako po njihovem mnenju posamezen kriterij vpliva na umeščanje tehnologij v prostor. Vprašalnik prikazujemo v preglednici (Preglednica 13).

Preglednica 13: Določanje uteži uporabljenim parametrom modela za umeščanje tehnologij v gozdni prostor po metodi SMART

Parameter	Ocena
Naklon terena (%) – vpliv na produktivnost dela, okoljske in ergonomske vidike	
Spravilna razdalja (m) – vpliv na produktivnost dela, stroškovne in okoljske vidike;	
Skalovitost (%) – omejitveni dejavnik, ki otežuje dostopnost in premikanje z gozdarsko mehanizacijo, kar se odraža na zmanjšanju produktivnosti dela in večjim tveganjem za nesreče	
Razvojna faza (kategorična spremenljivka) – kriterij preko katerega posredno dobimo informacijo o debelinski strukturi sestoja (prevladujoč prsni premer – cm)	
Možni posek(m³/ha) – vpliv na produktivnost, stroške in upravičenost uporabe določene gozdarske tehnologije.	
Delež iglavcev (%) – vpliv na produktivnost in posledično stroške. Večji delež iglavcev prispeva k večji učinkovitosti dela.	
Dosegljivost iz prometnice – podobno kot pravilna razdalja kriterij podaja dejansko dosegljivost sestoja, kjer je možno opravljanje dela s določeno tehnologijo.	

Matriko parnih primerjav SMART (uteži) smo pomnožili z matriko ocen vrednotenja primernosti tehnologij, da smo dobili končno matriko tehtanega povprečja za vsako obliko pridobivanja lesa, katero smo kasneje uporabili pri izračunu tehnološke karte. Metoda omogoča objektivne in strukturirane odločitve ter zagotavlja, da so izbrane tehnologije prilagojene specifičnim razmeram v gozdu.

2.3.1.6 Modelno ocenjena najprimernejša kombinacija tehnologij

Tehnološka karta rezultate vrednotenja predstavlja kot kombinacije tehnologij sečnje in spravila. Končni nabor možnih rešitev zajema naslednje kombinacije:

- klasična sečnja in traktorsko spravilo – vitel,

- klasična sečnja in traktorsko spravilo - prikolica,
- klasična sečnja in žičniško spravilo,
- ter strojna sečnja.

Na ravni posameznega gozdnega sestoja bo model kot najprimernejšo določil tisto tehnologijo, ki bo dosegla najvišji skupni rezultat, izračunan kot zmnožek matričnih ocen primernosti in uteži pripadajočih parametrov. V primeru enakega zmnožka dveh tehnologij, smo modelu določili, da kot najprimernejšo kombinacijo tehnologijo izbere po sledečem vrstnem redu:

1. Strojna sečnja
2. Klasična sečnja in traktorsko spravilo - vitel
3. Klasična sečnja in traktorsko spravilo - prikolica
4. Klasična sečnja in žičniško spravilo.

Vrstni red izbire najprimernejše kombinacije tehnologij je temeljil na podlagi okvirnih izračunov stroškov sečnje in spravila na m³ lesne biomase, pri čemer so prednostno izbrane ekonomsko primernejše tehnologije. Izračune stroškov smo izvedli v prosto dostopnem spletnem orodju, kjer lahko vsak uporabnik samostojno izbira procese in stroje na način, da sestavlja lastne proizvodne verige za katere mu aplikacija izračunava stroške [94].

2.3.1.7 Primerljive možnosti izbire kombinacije tehnologij

Rezultat modela prikazuje kombinacijo tehnologij sečnje in spravila, ki je za posamezen gozdni sestoj ocenjena kot najustreznejša. Ker pa se v praksi dejansko stanje na terenu lahko razlikuje, ta kombinacija ne predstavlja edine možne izbire, zato prikazujemo tudi primerljive možnosti (alternativne izbire), torej kombinacije tistih tehnologij, katerih modelne ocene se nahajajo znotraj 10 % intervala najvišje dosežene vrednosti.

2.3.1.8 Druge posebnosti modelnega umeščanja kombinacij tehnologij v gozdni prostor

Model predvideva, da se gozdni sestoji, ki so predvsem zaradi izjemnih terenskih razmer (izrazit naklon terena) in pomanjkanje gozdne prometne infrastrukture, lahko uvrstijo v posebne kategorije, in sicer kot oteženi ali nedostopni sestoji.

Kategorija oteženo zajema sestoje, kjer je pridobivanje lesa tehnično sicer mogoče, vendar izrazito zahtevno, operativno omejeno in lahko tudi nevarno z vidika varstva pri delu. Pridobivanje lesa na takšnih terenih omejuje kombinacija fizikalnih omejitev in varnostni tveganj. Sile trenja lesne biomase na zelo strmih terenih lahko popustijo, kar privede do nekontroliranih in nevarnih premikov. Za uvrstitev v to kategorijo mora gozdni sestoj izpolnjevati pogoj, da je povprečni naklon terena večji od 100 %. Rezultat modela bo vseeno prikazal najustreznejšo kombinacijo sečnje in spravila in ob njen dodal pripis, da je delo v sestoji zaradi velikega naklona oteženo.

Kategorija nedostopno je namenjena gozdnim sestojem, kjer je tehnološka dostopnost v celoti

onemogočena. Uvrstitev v to kategorijo je opredeljena z izpolnitvijo dveh pogojev:

1. Za dani sestoj je vrednost parametra dosegljivost z gozdnih vlak enaka 0 %,
2. V radiju 1000 metrov od sestoja ni prisotne nobene gozdne ceste (nedostopnost z gozdarsko žičnico).

Le ob sočasnem izpolnjevanju obeh pogojev je sestoj v modelu označen kot nedostopen, kar pomeni, da je trenutno odprtost z gozdnimi prometnicami za aktivno pridobivanje lesa s tehnologijami opredeljenimi v modelu, nezadostna in spravilo neizvedljivo. V rezultatu modela bo takšen sestoj kategorizirano v »nedostopno«, modelne ocene kombinacij tehnologij sečnje in spravila pa bodo posledično dobile vrednost 0. Model v takšnih primerih ne predvidi uporabe alternativne tehnologije.

2.3.1.9 Izločanje gozdnih rezervatov

Uredba o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom določa varovalne gozdove in gozdove s posebnim namenom z izjemno poudarjeno raziskovalno funkcijo, režim gospodarjenja s temi gozdovi, izvajalca tega režima in zavezanca za zagotovitev sredstev za stroške, ki nastajajo zaradi posebnega režima gospodarjenja. V gozdnih rezervatih, ne glede na to, ali veljajo strogi ali blažji varstveni režimi, so prepovedane vse dejavnosti – gospodarske, rekreacijske, raziskovalne ali druge – ki bi lahko posegle v naravno stanje gozda ali ovirale njegov nemoten naravni razvoj. Seznam gozdnih rezervatov je naveden v prilogi 2, ki je sestavni del uredbe [173].

Umeščanje tehnologij v gozdne rezervate z vidika varstvenega režima ni smiselno, zato smo z metodologijo slednje v sklepnih fazah izločimo in vse ocenjene tehnologije definiramo kot nesprejemljive (s skupno oceno 0). Za pojasnitev skupnih ocen so prikazu rezultatov sestoji, ki so del gozdnih rezervatov označeni s kategorijo "Gozdni rezervat (Strogi režim)" in Gozdni rezervat "(Blažji režim)".

Pri izločanju gozdnih rezervatov je bilo ugotovljeno, da se poligonska maska gozdnih rezervatov in poligonska maska gozdnih sestojev neprimerno prekrivata. Pri tem smo bili za poenostavitev izračunov (ali drobljenju sestojev v manjše poligonske enote) primorani sprejeti predpostavko, da gozdni sestoj pripada v gozdni rezervat, če vsaj 0,25 ha njegove površine sovпада s površino gozdnega rezervata. Zaradi navedene predpostavke lahko prihaja do odstopanj pri sestojih, ki mejijo na gozdne rezervate.

2.3.1.10 Zapis modela v programskem orodju R-studio

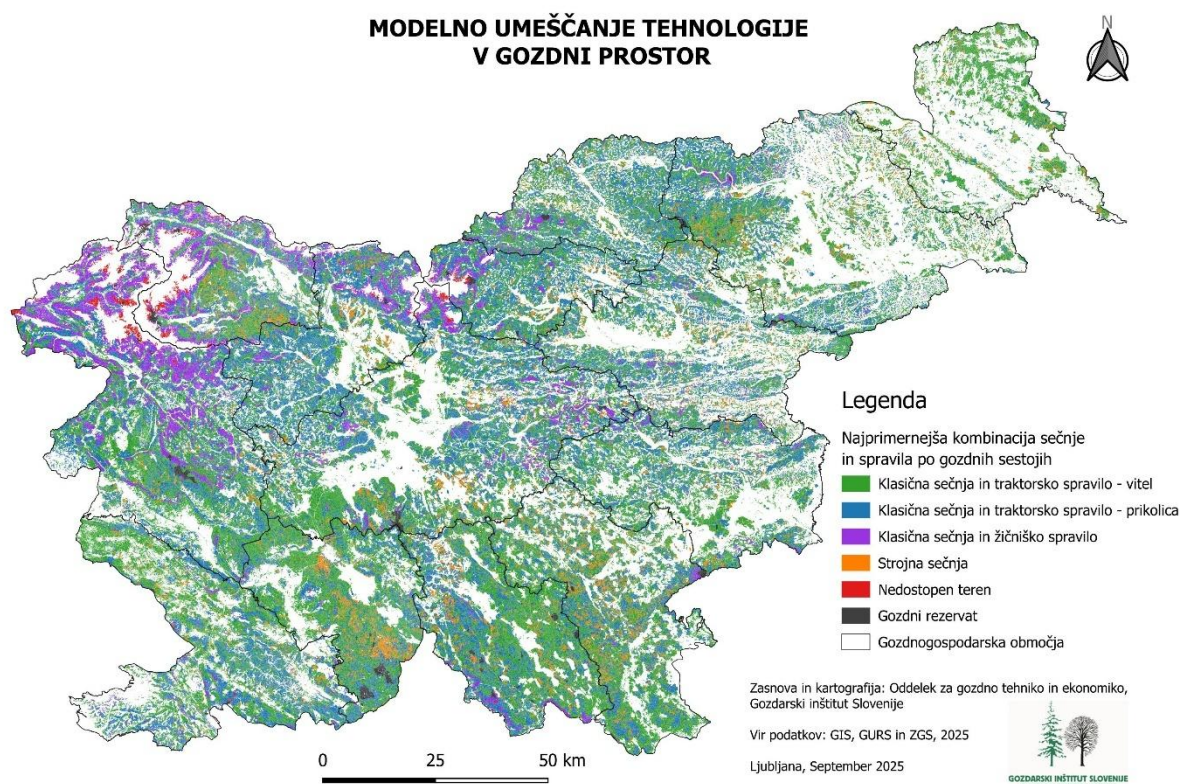
Za potrebe modeliranja na ravni celotne Slovenije smo model razvijali v programskem jeziku R [174]. Takšen pristop omogoča ponovljivosti celotnega postopka modeliranja. Z zapisom modela v obliki skripte smo zagotovili, da so vsi koraki, vse od uvoza in priprave podatkov do končnih rezultatov, natančno dokumentirani in medsebojno povezani. Ključna prednost takšnega programskega pristopa je, da lahko model enostavno prilagajamo, dopolnjujemo ali spreminjamo, na primer ob posodobitvi vhodnih podatkovnih baz ali celo pri vsebinskih

spremembah modela. Poleg tega omogoča, da s posamičnim zagonom celotne skripte izvedemo vse izračune in generiramo rezultate brez ročnega posredovanja, kar bistveno poenostavi postopek in poveča ponovljivost in učinkovitost dela.

Obdelovali smo podatkovne baze reda velikosti več gigabajtov, kar je posledično pomenilo zahtevne in dolgotrajne procese. S tem namenom smo s programsko kodo (paralelizacijo) določene procese (izračun naklonov, pravih razdalj itd.) razdelili na več procesorskih jeder, s katerimi lahko bolje izkoristimo razpoložljive računalniške kapacitete in na ta način pospešili izvedbo. Optimalnejše delovanje smo dosegli še z omejitvijo izračunov na cela števila (npr. v primeru izračuna naklonov).

2.3.2 Rezultati modela

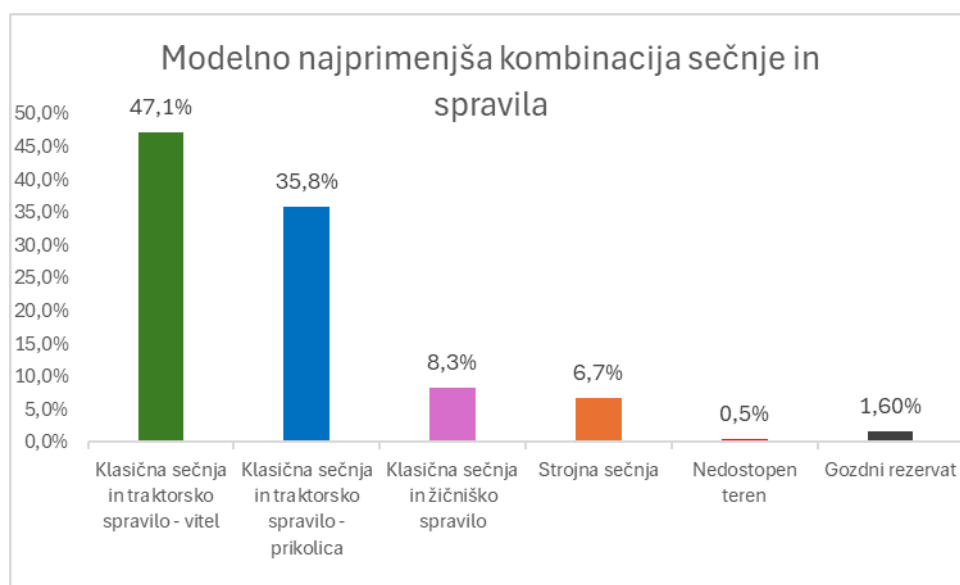
Z modelom smo pridobili končne rezultate v obliki najprimernejše kombinacije sečnje in spravila po gozdnih sestojih (Slika 15).



Slika 15: Prikaz najprimernejše kombinacije sečnje in spravila po gozdnih sestojih

Za največji delež gozdnih sestojev je kot najprimernejšo kombinacijo sečnje in spravila model predvidel klasično sečnjo in traktorsko spravilo - vitel (47,1 %), sledi klasična sečnja in traktorsko spravilo - prikolica (35,8 %), klasična sečnja in žičniško spravilo (8,3 %) najmanjši delež gozdnih sestojev pa z vidika najprimernejše kombinacije tehnologij pripada strojni sečnji (6,7 %). Rezultati so podani kot delež seštevka skupne površine posamezne kombinacije

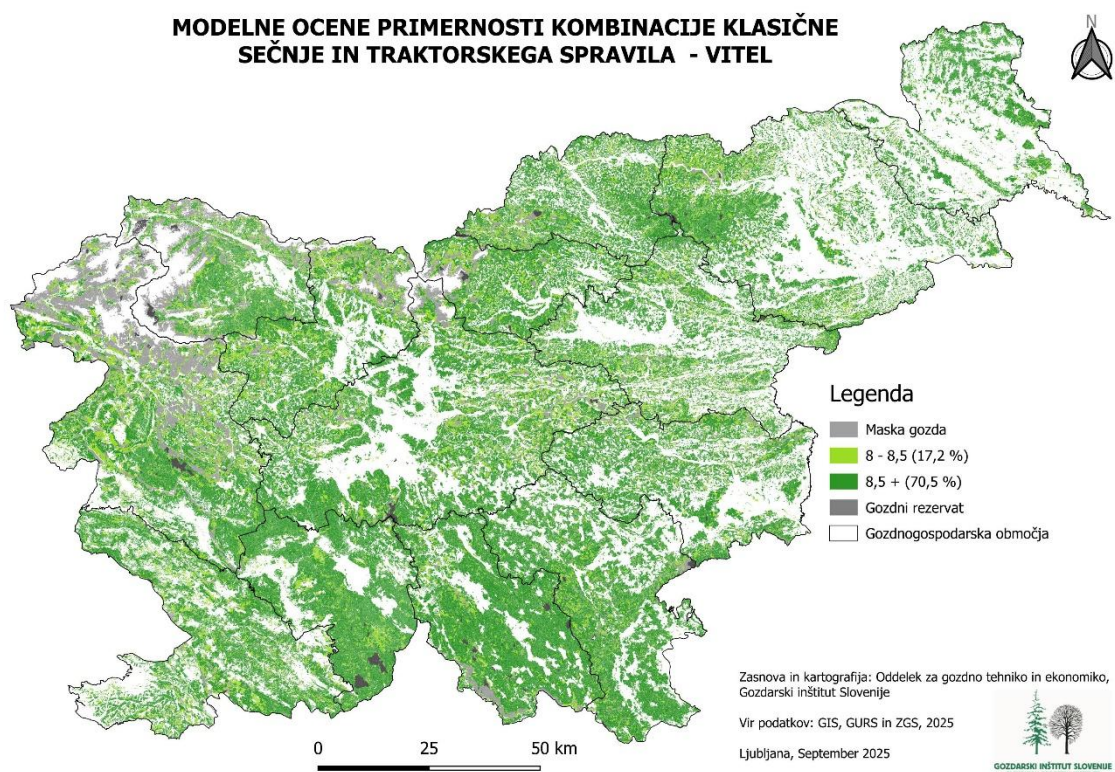
sečnje in spravila (Slika 16).



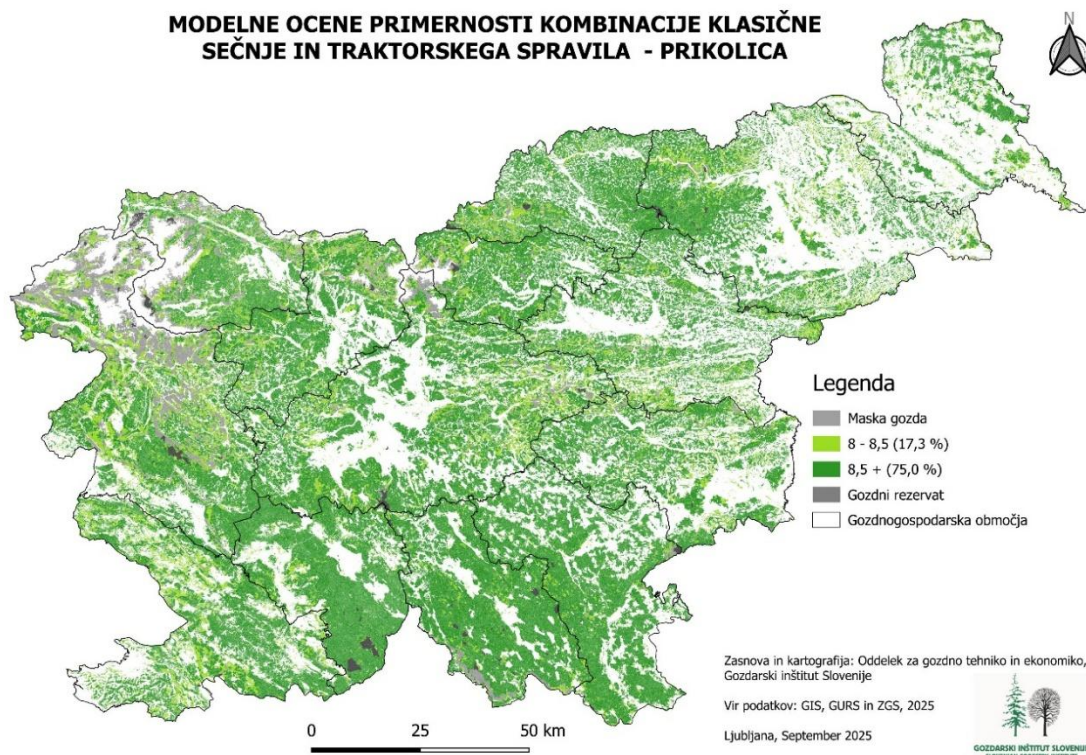
Slika 16: Deleži modelno najprimernejša kombinacija sečnje in spravila

Gozdne sestoje s povprečnim naklonom večjim od 100 % smo uvrstili v kategorijo oteženo. Na podlagi modela smo skupaj vanjo uvrstili 0,8 % celotne površine gozdnih sestojev. V kategorijo nedostopno, ki jo definira ničelna vrednost parametra dosegljivost iz prometnic, smo uvrstili 0,5 % gozdnih sestojev.

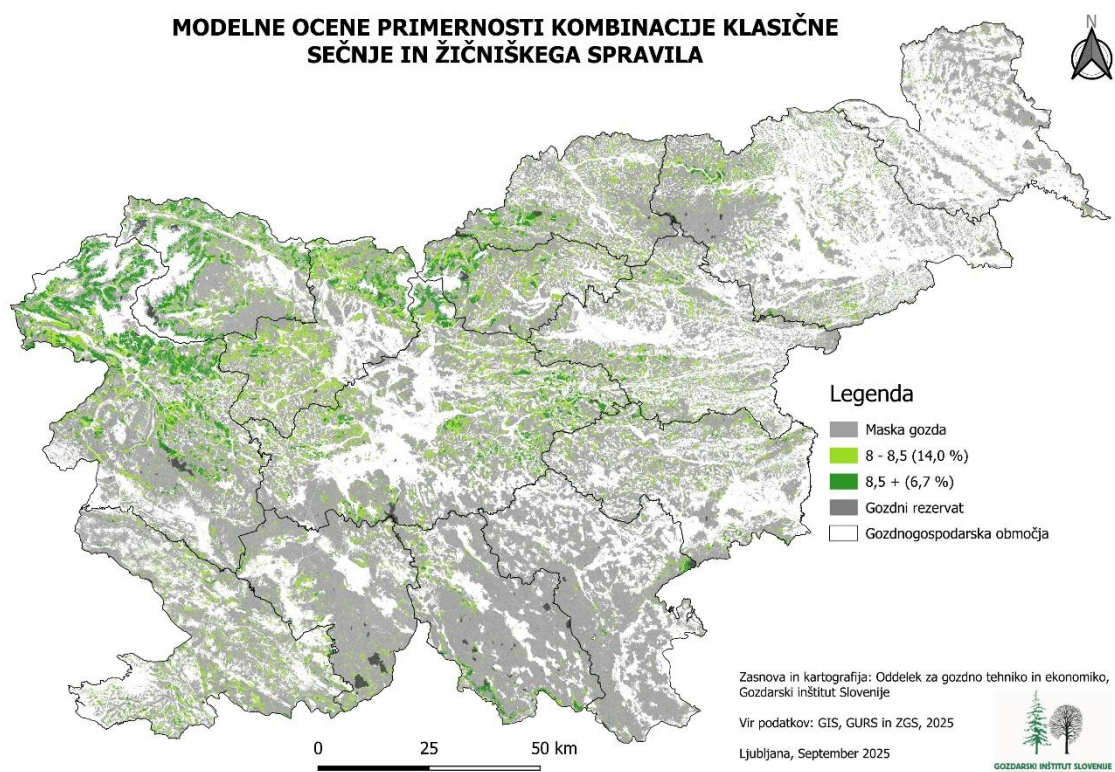
Tehnološka karta, kot rezultat modela, za vsak gozdni sestoj prikaže kombinacijo sečnje in spravila, ki je bila glede na uporabljena merila (vhodne podatke) ocenjena kot najprimernejša. Izbirano tehnologijo moramo razumeti kot splošno usmeritev in ne nujno kot omejitev za preostale tehnologije, saj je lahko v praksi primerna in ustrezna tudi katera izmed preostalih tehnologij. V nekaterih pogojih, ki jih model ne obravnava so lahko druge kombinacije celo primernejše, odvisno od dejanskih terenskih pogojev, organizacijskih dejavnikov, morebitnih omejitev gospodarjenja z gozdovi ter razpoložljivosti mehanizacije in usposobljene delovne sile. V nadaljevanju prikazujemo primernost posameznih kombinacij tehnologij sečnje in spravila. Osredotočili smo se zgolj na območja, kjer modelna ocena posamezne kombinacije tehnologije dosega vrednosti nad 8, ki jo lahko smatramo kot sprejemljivo modelno oceno.



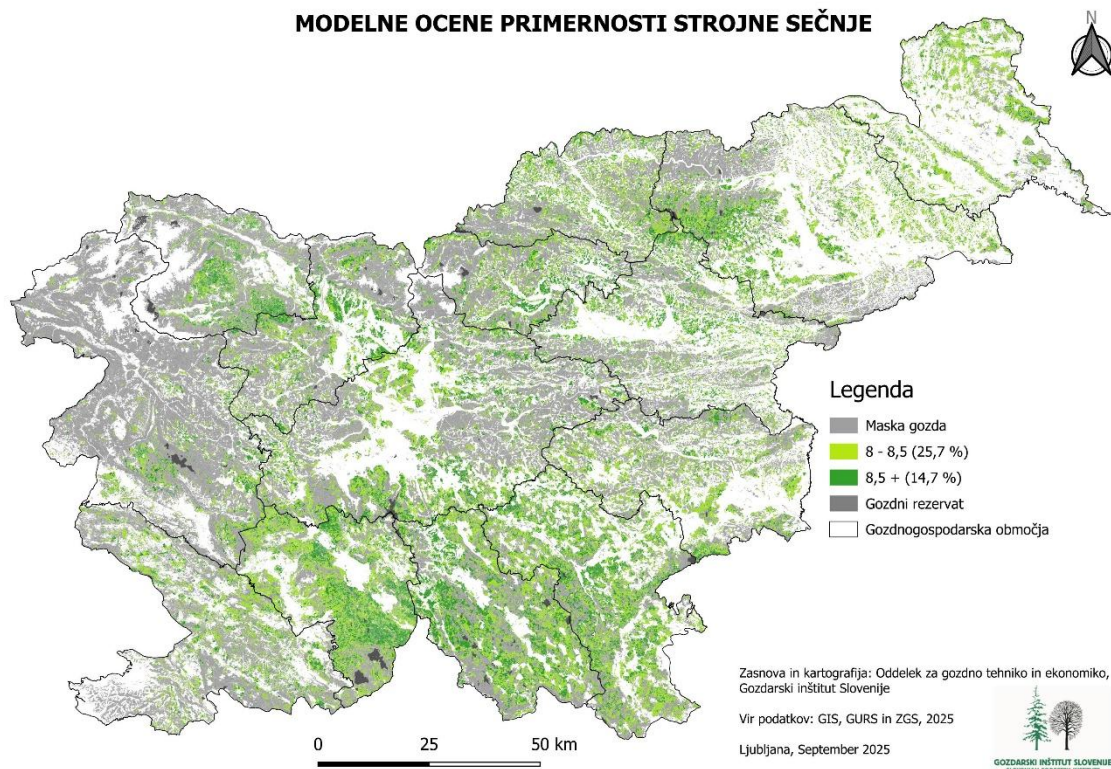
Slika 17: Modelne ocene primernosti kombinacije klasične sečnje in traktorskega spravila z uporabo gozdarskega vitla



Slika 18: Modelne ocene primernosti kombinacije klasične sečnje in traktorskega spravila z uporabo gozdarske traktorske prikolice



Slika 19: Modelne ocene primernosti kombinacije klasične sečnje in žičniškega spravila



Slika 20: Modelne ocene primernosti strojne sečnje

Model je oblikovan na podlagi večkriterijskega odločanja, ki zajema sedem predstavljenih parametrov, in ni nujno, da vedno odraža vse posebnosti razmer posameznega sestoja ali delovišča. V tem pogledu tehnološka karta ne predstavlja končnih in obvezujočih rešitev, temveč nudi zlasti pregled relativne primernosti različnih tehnologij med posameznimi območji, kar lahko služi kot orodje za nadaljnje presoje in odločanje. Končna odločitev o izbiri tehnologije je vedno vezana na terensko preverjanje, kjer je treba poleg naravnih razmer upoštevati tudi infrastrukturne omejitve, logistiko, varnostne zahteve, ekonomsko upravičenost ter cilje gospodarjenja. Prav iz tega razloga imajo rezultati modela največjo vrednost kot podporno orodje pri odločanju, ki omogoča boljši strateški pregled, medtem ko je praktična izbira tehnologije rezultat združitve modelnih ocen z lokalnimi zmožnostmi in terenskimi razmerami.

2.3.3 *Validacija modela*

Z vidika neposredne primerjave nas zanima zlasti kombinacija klasične sečnje in spravila z žičnico ter seštevka spravila z žičnice in kombinirano II (ročno in žičniško spravilo) po ZGS-ju, kjer ugotavljamo, da je model predvidel za 2,9 % večji delež žičniškega spravila. Ostalih tehnologij spravila med seboj, zaradi velikih vsebinskih razlik, ni moč neposredno primerjati.

Rezultati našega modela, ki prikazujejo najprimernejšo kombinacijo sečnje in spravila po gozdnih sestojih, niso neposredno primerljivi z oblikami spravila, ki so do današnjega dne predvidene z načrti oz. razpoložljivimi javno dostopnimi podatki. Po javno-dostopnih podatkih ZGS so oblike spravila razvrščene v pet kategorij: spravilo s traktorjem, žičnico, ročno spravilo ter kombinirani obliki – kombinirano I (ročno in traktorsko spravilo) in kombinirano II (ročno in žičniško spravilo). Pomembna razlika je tudi v tem, da ZGS določa obliko spravila na ravni posameznega gozdnega odseka, medtem ko naš model predvideva kombinacijo sečnje in spravila za območje posameznega gozdnega sestoja.

Ne glede na to smo izvedli validacijo razvrščanja podatkov. Podatke o načrtovani tehnologiji spravila smo pridobili iz podatkovne baze za opis gozdnih odsekov in jih povezali z bazo sestojev. Validacijo smo izvedli z metodo rasterizacije vektorskih podatkov na ravni 25 x 25 m. Na podlagi rastrskih podatkov umeščenih tehnologij z našo metodo in rastrskih podatkov načrtovanih tehnologij spravila smo izvedli metodo z matriko zmede (ang. "Confusion matrix"). Matrika zmede je orodje za ocenjevanje uspešnosti klasifikacijskih modelov, ki jasno prikaže, kako dobro model razvršča podatke v posamezne razrede. Matrika zmede je zato temeljno orodje za razumevanje delovanja klasifikatorja, še posebej v primerih, kjer je razporeditev razredov neuravnotežena. V obliki preglednice prikaže število pravih in napačnih napovedi glede na dejanske vrednosti, pri čemer stolpci predstavljajo dejanske razrede (ZGS), vrstice pa napovedane (naš model).

Preglednica 14: Matrika zmede za oceno uspešnosti klasifikacijskega modela

	Traktor	Žičnica	Ročno	Kombinirano I (kombinirano traktorsko in ročno spravilo)	Kombinirano II (kombinirano spravilo z žičnico in ročno spravilo)	Ni podatka	Skupaj model
Klasična sečnja in traktorsko spravilo - vitel	39,53%	1,23%	0,28%	5,55%	0,34%	0,15%	47,08%
Klasična sečnja in traktorsko spravilo - prikolica	27,34%	0,95%	0,23%	6,92%	0,26%	0,14%	35,84%
Strojna sečnja	6,27%	0,05%	0,00%	0,33%	0,01%	0,00%	6,65%
Klasična sečnja in žičniško spravilo	2,65%	1,89%	0,69%	1,83%	0,45%	0,81%	8,31%
Nedostopen teren	0,11%	0,10%	0,08%	0,10%	0,00%	0,14%	0,53%
Gozdni rezervat (Strogi režim)	0,08%	0,05%	0,00%	0,01%	0,00%	0,15%	0,30%
Gozdni rezervat (Blažji režim)	0,49%	0,06%	0,02%	0,17%	0,07%	0,49%	1,30%
Skupaj ZGS	76,46%	4,32%	1,30%	14,90%	1,13%	1,88%	100,00%

Ugotavljamo, da je največji delež traktorskega spravila (76,46 %), sledi kombinirano I (14,9 %), spravilo z žičnico (4,32 %), ročno spravilo (1,3 %) in kombinirano II (1,13 %). Nekateri gozdni sestoji spravila nimajo opredeljenega – brez, delež takšnih znaša 1,88 %.

Ključni elementi matrike so: pravilno pozitivni (TP), pravilno negativni (TN), lažno pozitivni (FP) in lažno negativni (FN) primeri. Na podlagi teh vrednosti je mogoče izračunati različne kazalnike uspešnosti, kot so natančnost (accuracy), priklic (recall), natančnost napovedi (precision) in F-vrednost. V našem primeru parametrov natančnosti ni mogoče izračunati, ker model ne uporablja enakim razredov v primerjavi z aktualnimi načrtovanimi tehnologijami spravila. Za oceno kakovosti modela lahko izračunamo parametre ločeno, če primerjamo oblike traktorskega spravila (združeno kategorije Klasična sečnja in traktorsko spravilo – vitel in Klasična sečnja in traktorsko spravilo – prikolica primerjamo z združenimi kategorijami

Traktor in Kombinirano I (kombinirano traktorsko in ročno spravilo)) in oblike žičnega spravila (primerjamo kategorijo Klasična sečnja in žičniško spravilo s združenimi kategorijami Žičnica in Kombinirano II (kombinirano spravilo z žičnico in ročno spravilo)).

Preglednica 15: Matrika zmede za primerjavo modelnega umeščanja traktorskega spravila z načrtovano umestitvijo traktorskega spravila (odebeljeno zapisane vrednosti predstavljajo pravilno pozitivno razvrščene zapise (TP); ležeče zapisane vrednosti predstavljajo lažno pozitivno razvrščene primer (FP) in podčrtano zapisane vrednosti predstavljajo lažno negativno razvrščene primere (FN), običajno zapisane vrednosti predstavljajo pravilno negativno razvrščene primere (TN))

	Klasična sečnja in traktorsko spravilo - vitel; Klasična sečnja in traktorsko spravilo - prikolica	Drugo
Traktor; Kombinirano I (kombinirano traktorsko in ročno spravilo)	79,84%	<u>11,52%</u>
Drugo	3,62%	5,02%

Preglednica 15 prikazuje neposredne primerjave umeščanja traktorskega spravila v gozdni prostor. Izkaže se, da se razviti model v 79,84 % ujema s področji, kjer je tudi ena izmed načrtovanih pravih oblik traktorskega spravila. Model je 11,52% primerov razvrstil drugače kot je načrtovano z gozdnogospodarskim načrtom. Izračunan kazalnik skupne natančnosti modela (t.j. *accuracy*) za umeščanje traktorskega spravila znaša 0.8486. Podrobni statistični kazalniki uspešnosti modela so prikazani v preglednici (Preglednica 16).

Preglednica 16: Kazalniki statistične uspešnosti klasifikacije po razredih na primeru umeščanja traktorskega spravila

Razred	Natančnost (<i>precision</i>)	Priklic (<i>recall</i>)	Ocena F
Združeni razredi traktorskega spravila	0.9566	0.8739	0.9134
Drugo	0.3037	0.5812	0.3989

Preglednica 17: Matrika zmede za primerjavo modelnega umeščanja žičniškega spravila z načrtovano umestitvijo žičniškega spravila (odebeljeno zapisane vrednosti predstavljajo pravilno pozitivno razvrščene zapise (TP); ležeče zapisane vrednosti predstavljajo lažno pozitivno razvrščene primer (FP) in podčrtano zapisane vrednosti predstavljajo lažno negativno razvrščene primere (FN), običajno zapisane vrednosti predstavljajo pravilno negativno razvrščene primere (TN))

	Klasična sečnja in žičniško spravilo	Drugo
Žičnica; Kombinirano II (kombinirano spravilo z žičnico in ročno spravilo))	2,42%	3,03%
Drugo	6,08%	88,46%

Preglednica 17 prikazuje neposredne primerjave umeščanja traktorskega spravila v gozdni prostor. Izkaže se, da se razviti model v 2,42 % ujema s področji, kjer je tudi ena izmed načrtovanih pravih oblik traktorskega spravila. Model je 3,03% primerov razvrstil drugače kot je načrtovano z gozdnogospodarskim načrtom. Izračunan kazalnik skupne natančnosti model (t.j. *accuracy*) za umeščanje traktorskega spravila znaša 0.9089. Podrobni statistični kazalniki uspešnosti modela so prikazani v preglednici (Preglednica 18).

Preglednica 18: Kazalniki statistične uspešnosti klasifikacije po razredih na primeru umeščanja žičniškega spravila

Razred	Natančnost (<i>precision</i>)	Priklic (<i>recall</i>)	Ocena F
Združeni razredi žičniškega spravila	0.2850	0.4447	0.3474
Drugo	0.9669	0.9357	0.9510

2.3.4 Interaktivno orodje

Rezultate modela prikazujemo tudi v spletnem orodju "Modelno umeščanje sodobnih tehnologij v gozdni prostor", ki je prosto dostopen vsem uporabnikom na spletni strani WCM/InfoGozd (<https://wcm.gozdis.si/sl/podatki/zemljevidi/2025092921370067/modelno-umescanje-sodobnih-tehnologij-v-gozdni-prostor/>). Orodje je zasnovano kot interaktivni zemljevid za območje celotne Slovenije. Najmanjšo prostorsko enoto predstavlja gozdni sestoj. Ob kliku nanj, se uporabniku odpre zavihek s podrobnostmi o izbrani tehnologiji in primerljivimi možnostmi tehnologij na izbranem območju:

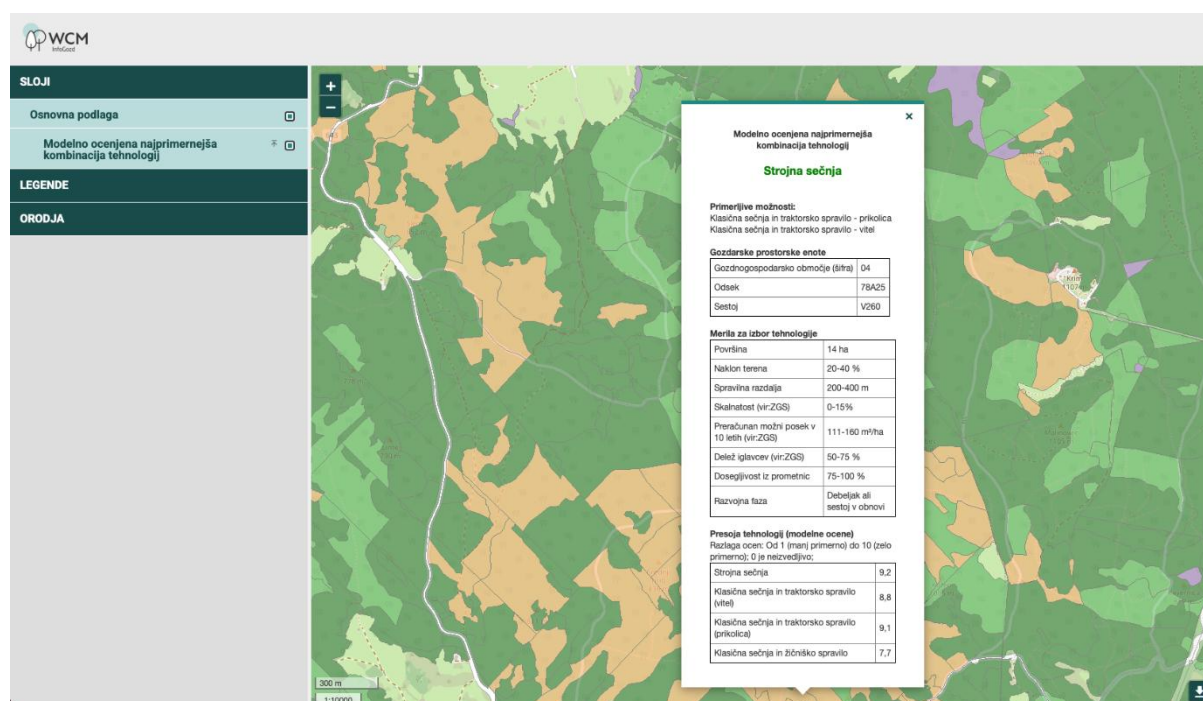
- Najprimernejša kombinacija sečnje in spravila – kombinacija tehnologije z največjo doseženo oceno primernosti
- Modelne ocene primernosti različnih kombinacij sečnje in spravila – seštevek ocen

- Primerljive možnosti - kombinacije tehnologij sečnje in spravila znotraj 10 % intervala najvišje vrednosti

Uporabnik razpolaga tudi s predpostavkami na podlagi katerih je bila umestitev tehnologije izvedena:

- GGO – pripadajoča gozdnogospodarsko območje
- Odsek - šifra pripadajočega odseka
- Sestoj – šifra pripadajočega sestoja
- Površina – površina poligona v hektarjih (ha)
- Naklon terena – pripadajoči razred naklona, prikazan v odstotkih (%)
- Spravlina razdalja – pripadajoča povprečna spravlina razdalja (m) po razredih
- Skalnatost – pripadajoč razred skalnatosti v sestoju (%)
- Razvojna faza – pripadajoč razred razvojne faze (kategorična spremenljivka)
- Delež iglavcev – preračun delež iglavcev v možnem poseku po razredih (%)
- Možni posek – preračunan možni posek v 10 letih po razredih (m³/ha)
- Dosegljivost iz prometnic – dosegljivost gozdnega sestoja iz vlak, gozdnih cest in primernih javnih prometnic po razredih (%)

Poleg osnovnih terenskih in sestojnih značilnosti je prikazana tudi najprimernejša kombinacija tehnologije sečnje in spravila, ki jo na podlagi vhodnih podatkov priporoča model. Poleg optimalne rešitve so prikazani tudi skupni seštevki ocen za vse preostale tehnološke možnosti, saj je za uporabnika pomembno, da ima celovit vpogled v rezultate modela (Slika 21). Na ta način lahko izbere tudi drugo tehnologijo, ki morda ni dosegla najvišje skupne ocene, a je kljub temu ocenjena kot ustrezna.



Slika 21: Spletno orodje

2.3.5 Možnosti nadgradnje modela umeščanja tehnologij v prostor

2.3.5.1 Izboljšana ločljivost in ažurnost podatkov

Ena ključnih možnosti za nadgradnjo modela je izboljšanje kakovosti vhodnih podatkov, predvsem njihove resolucije in ažurnosti. Natančnejši podatki bi omogočili realnejše ocene dejanskega stanja in posledično vplivali na kakovost rezultatov. Trenutno dostopni digitalni model reliefa (DMR) v ločljivost 1x1 m smatramo kot zelo primerne (optimalne). Možnost nadgradnje vidimo predvsem pri parametru pravih razdalj, pri katerem bi lahko za realnejše ocene vključili koeficiente pravih razdalj prilagojene terenskim razmeram. Povprečno teoretično razdaljo smo izračunali kot aritmetično sredino pravih razdalj vseh točk v posameznem sestoju. Zavedamo se, da se dejanska prava razdalja zaradi vpliva naklona terena, smeri in vrste sprave ter značilnosti reliefa, razlikuje od teoretične (pridobljene z uporabo geografskih informacijskih sistemov), zato so smiselne nadaljnje raziskave s katerimi bi izboljšali predpostavko koeficienta pravih razdalj (k_s). Po pregledu literature ugotavljamo, da so si koeficient sprave lahko zelo različni in variirajo med 1,1 in 2,5, odvisno od značilnosti raziskovalnega območja in izbranega načina sprave [163-166,175]. Koeficienti navedeni v pregledani literaturi so praviloma vezani na specifična raziskovalna območja, zato njihova neposredna aplikacija na območje celotne Slovenije ni najbolj ustrezna. Enostavni približek smo dosegli že s strokovno ocenjenim koeficientom pravih razdalj ($k_s = 1,5$) za območje celotne Slovenije. Z naprednimi GIS analizami, kot so geomorfoni, ki omogočajo klasifikacijo terena na terenske oblike (doline, pobočja, vrhovi itd.), pa bi teren lahko razdelili tudi na prava polja, ki bi predstavljala osnovno enoto za izračun pravih razdalj in smeri sprave.

Ocenjujemo, da bi s podobnim metodološkim pristopom lahko izboljšali tudi podatke o skalnatosti terena oz. zamenjavo parametra z reliefnim indeksom hrapavosti terena, ki bi nadomestili dostopne grobe ocene, kar bi pripomoglo k zanesljivosti modela.

2.3.5.2 Vključevanje dodatnih parametrov

Naslednjo možno nadgradnjo modela vidimo v razširitvi nabora vhodnih parametrov. V trenutni različici smo se omejili na sedem vhodnih parametrov, ki zajemajo terenske in sestojne značilnosti gozdnih sestojev. Z vključevanjem novih parametrov bi model postal kompleksnejši in manj robusten, a bi hkrati zagotavljal bolj natančne rezultate. Potencialni nabor dodatnih parametrov bi lahko zajemal:

- Občutljivost gozdnih tal

Občutljivost gozdnih tal na poškodbe predstavlja enega izmed vplivnejših dejavnikov pri izbiri tehnologije. Na občutljivost gozdnih tal vplivajo številni dejavniki med katere uvrščamo teksturo tal (delež peska, melja in gline), vlažnost tal, vsebnost organske snovi, globina tal, delež skeleta, poroznost tal, matična podlaga itd. Vsebnost vode v tleh predstavlja enega najpomembnejših, a hkrati tudi spreminjajočih dejavnikov. Mokra oziroma nasičena tla

zmanjšujejo trenja med delci in posledično nosilnost tal, kar privede do večje dovzetnosti na zbijanje in plastične deformacije gozdnih tal ob uporabi težke gozdarske mehanizacije. Za območje Slovenije lahko preko Atlasa okolja pridobimo prosto dostopno digitalno pedološko karto s tipi tal v merilu 1:25.000, kar omogoča geografsko umeščanje tipa tal za posamezna območja. Gozdna tla so kompleksna in malopovršinsko raznolika, kar pomeni, da se lastnosti tal lahko na majhnih razdaljah močno spremenijo [176], iz česar sklepamo, da bi takšni podatki predstavljali grobo oceno, ki bi kljub temu lahko pomembno pripomogli k izboljšavi modela, zlasti iz okoljskega vidika.

- Vremenski podatki

Model bi bilo mogoče nadgraditi z vključitvijo satelitsko pridobljenih kazalnikov vlažnosti tal ter vremenskih podatkov (padavine, temperature). Takšen pristop bi omogočil prepoznavanje območij z večjo občutljivostjo tal ter posledično prilagoditev izbire tehnologije ali določitev ustreznih časovnih omejitev pri izvedbi del.

- Geomorfoloni

Uporaba naprednih GIS-analiz, kot so geomorfoloni, omogoča določitev značilnih terenskih oblik, s katerimi bi lahko območja razdelili na manjše podenote [177]. Model bi bilo na ta način mogoče nadgraditi z določanjem pravih polj, kar bi omogočilo natančnejšo optimizacijo pravih poti tako z vidika prave razdalje in smeri prave kot tudi dosegljivosti.

- Nadgradnja metodologije pridobivanja uteži z večkriterijskim odločanjem

Čeprav metoda SMART omogoča enostavno in pregledno določitev uteži kriterijev, pa obstajajo številne možnosti za nadgradnjo metodologije večkriterijskega odločanja. Ena izmed pogostejših alternativ je uporaba metod, ki temeljijo na parnih primerjavah, kot je Analytic Hierarchy Process (AHP), ki omogoča bolj natančno ovrednotenje relativne pomembnosti kriterijev ter preverjanje konsistentnosti presoj [149]. Smiselna bi bila tudi uporaba različnih metod ter primerjava njihovih rezultatov (npr. SMART, AHP, BWM, TOPSIS), saj bi s tem lahko prepoznali tisto metodo, ki v danem kontekstu ponuja najboljše razmerje med ustreznostjo rezultatov in zahtevnostjo izvajanja postopka ocenjevanja.

- Razširjen nabor mogočih tehnologij sečnje in spravila

V prihodnje bi bilo smiselno model nadgraditi z razširitvijo nabora obravnavanih tehnologij sečnje in spravila. Poleg klasičnih sistemov, ki jih model že vključuje, bi bilo mogoče dodati še nekatere alternativne in specializirane tehnologije. V optimalne naboru bi bilo smiselno upoštevati tudi ročno spravilo, ki je v našem modelu upoštevan posredno, različne konfiguracije tehnologij (zgibni polprikoličar, *harwarder* in različne zmogljivosti in lastnosti harvesterjev ter žičnih žerjavov in alternativne možnosti, kot je helikoptersko spravilo, primerno zlasti za območja z visoko kulturno ali naravovarstveno vrednostjo in težko dostopnostjo [178]. Takšna razširitev bi omogočila natančnejšo in bolj prilagojeno podporo

odločanju, saj bi model lahko upošteval specifične značilnosti terenskih, sestojnih in ekoloških razmer.

- Upoštevanje funkcij gozda

Pomembna možnost nadgradnje modela je tudi vključitev različnih funkcij gozda, ki presegajo zgolj proizvodno vlogo. Gozdovi opravljajo številne ekološke, socialne in gospodarske funkcije, ki jih je pri umeščanju tehnologij sečnje in spravila smiselno vključiti, še posebej na območjih z izrazitimi varovalnimi in zaščitnimi funkcijami. Takšna nadgradnja bi omogočila bolj uravnoteženo podporo odločanju, ki bi upoštevala trajnostni vidik gospodarjenja z gozdovi ter zagotavljala skladnost med proizvodnimi, ekološkimi in družbenimi cilji.

2.3.6 Zaključki

Raziskava je uspešno razvila metodologijo za modelno umeščanje tehnologij sečnje in spravila lesa v gozdni prostor, ki temelji na kombinaciji geografskih informacijskih sistemov (GIS) in večkriterijskega odločanja (SMART). Model omogoča objektivno vrednotenje primernosti tehnologij na ravni gozdnega sestoja, pri čemer upošteva sedem ključnih parametrov: naklon terena, pravilno razdaljo, skalnatost, razvojno fazo, možni posek, delež iglavcev in dosegljivost iz prometnic. Kakovost in zanesljivost razvitega modela sta v veliki meri odvisni od kakovosti vhodnih podatkov. Med razvojem modela, oblikovanjem metodologije in analizo rezultatov smo ugotovili, da obstaja še veliko potencialnih možnosti za njegovo izboljšavo in nadgradnjo v prihodnje. Model ima možnost za izboljšave na različne načine. Potencial vidimo v izboljšanju vhodnih podatkovnih slojev ter v razširitvi nabora parametrov in tehnologij.

Rezultati modela so prikazani v obliki tehnološke karte in interaktivnega spletnega orodja, kar omogoča enostavno uporabo v praksi. Validacija modela je pokazala visoko stopnjo skladnosti z obstoječimi gozdnogospodarskimi načrti, kar potrjuje njegovo uporabnost kot podpornega orodja pri odločanju. Model omogoča tudi identifikacijo oteženih in nedostopnih sestojev, kar je pomembno za načrtovanje del in varstva pri delu.

Pomembna prednost metodologije je prilagodljivost. Zapis v odprtokodnem okolju Rstudio, omogoča enostavno nadgradnjo in prilagajanje modela glede na nove podatke, spremembe v gozdni infrastrukturi ali razvoj novih tehnologij. Poleg tega model ne predpisuje absolutnih rešitev, temveč ponuja relativno oceno primernosti, kar omogoča fleksibilnost pri končni izbiri tehnologije glede na lokalne razmere.

Projekt je pokazal, da je mogoče z uporabo sodobnih analitičnih pristopov bistveno izboljšati kakovost odločanja v gozdarstvu, povečati učinkovitost dela, zmanjšati okoljske vplive in prispevati k trajnostnemu gospodarjenju z gozdovi. Metodologija predstavlja pomemben korak k digitalizaciji gozdarskega sektorja in odpira možnosti za nadaljnji razvoj prostorskih orodij za podporo odločanju.

Neposredni rezultati projekta vključujejo razvoj delujočega modela za prostorsko umeščanje

tehnologij, izdelavo tehnološke karte, vzpostavitev interaktivnega spletnega orodja ter validacijo modela na konkretnih gozdnih območjih. Ti rezultati že omogočajo uporabo v praksi, zlasti pri pripravi gozdnogospodarskih načrtov in operativnem odločanju na terenu. Priporočamo, da se metodologija vključi kot podporno orodje pri pripravi gozdnogospodarskih načrtov, zlasti v fazi izbire tehnologij sečnje in spravila. Interaktivno orodje naj služi kot operativna podpora gozdarskim strokovnjakom na terenu, saj omogoča hitro preverjanje primernosti tehnologij glede na konkretne razmere. V praksi naj se modelna priporočila vedno dopolnijo z terenskim preverjanjem, pri čemer naj se upoštevajo tudi lokalne posebnosti, razpoložljivost mehanizacije in cilji gospodarjenja.

Projekt predstavlja pomemben prispevek k digitalizaciji in modernizaciji gozdarskega odločanja v Sloveniji. S tem se odpira prostor za nadaljnje raziskave, ki bi lahko vključile dodatne parametre, kot so občutljivost tal, vremenski vplivi, geomorfološke značilnosti ter funkcije gozda. Nadaljnji razvoj metodologije in širitev nabora tehnologij bi omogočila še bolj celovito in prilagojeno podporo odločanju, kar je ključno za učinkovito, varno in trajnostno upravljanje gozdnih ekosistemov v prihodnosti. Metodologija omogoča bolj informirano, podatkovno podprto odločanje v gozdarstvu, kar prispeva k večji učinkovitosti, varnosti in trajnosti delovnih procesov. S tem se neposredno naslavlja potreba po digitalizaciji sektorja, ki je ključna za racionalno rabo naravnih virov, prilagajanje podnebnim spremembam in posledično ohranjanju ekosistemskih storitev. Model omogoča boljše usklajevanje med gospodarskimi cilji in okoljskimi omejitvami, kar je pomembno za dolgoročno vzdržnost gozdnih ekosistemov.

Dolgoročno lahko projekt prispeva k razvoju nacionalnega sistema za prostorsko podporo odločanju v gozdarstvu, ki bo vključeval širši nabor parametrov, kot so občutljivost tal, vremenski vplivi, geomorfološke značilnosti in funkcije gozda. Tak sistem bi lahko postal temelj za integracijo gozdarskih podatkov v širše prostorske načrtovalske procese, vključno z varstvom narave, prostorskim planiranjem in kriznim odzivanjem.

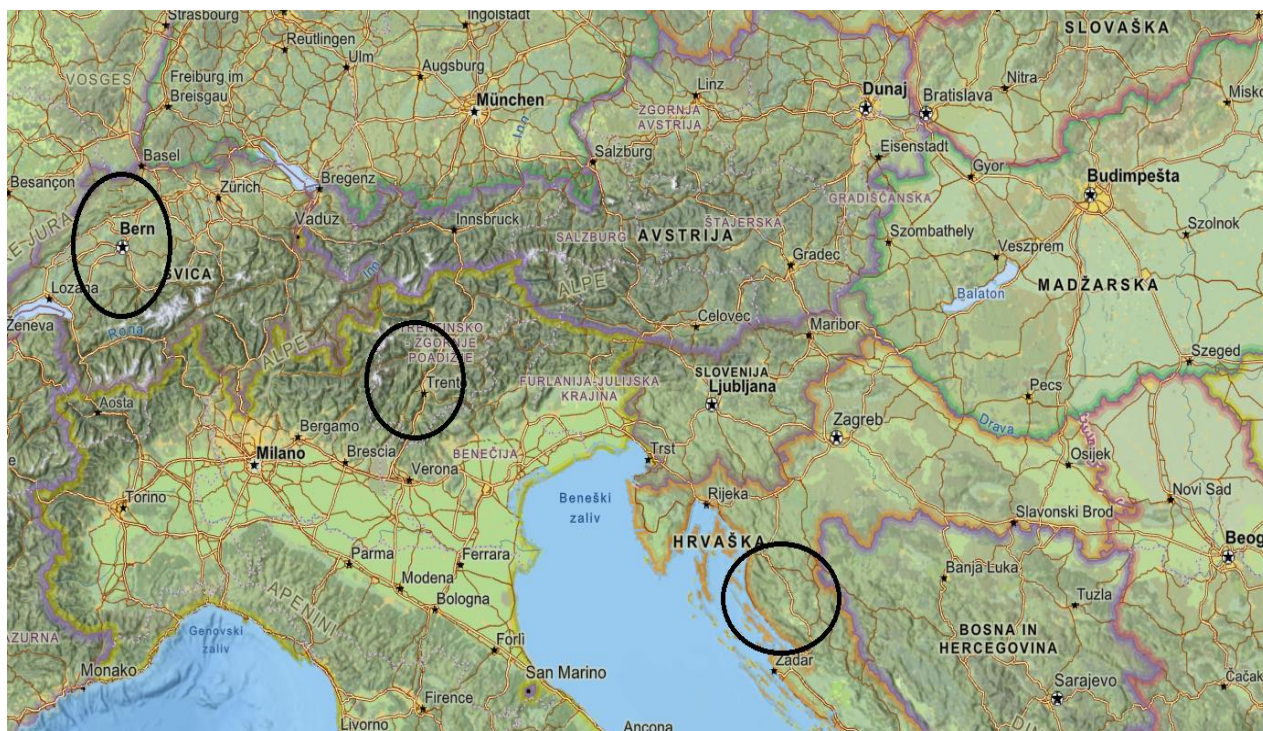
Interes za rezultate projekta so že izrazili predstavniki Zavoda za gozdove Slovenije, gozdarska podjetja, izobraževalne ustanove in lokalne skupnosti, ki iščejo rešitve za bolj učinkovito in varno delo v gozdu. Poleg tega je metodologija vzbudila zanimanje med raziskovalci, ki se ukvarjajo z digitalizacijo gozdarstva, prostorskim modeliranjem in trajnostnim upravljanjem naravnih virov. V prihodnje je pričakovati širitev uporabe modela tudi v mednarodnem kontekstu, zlasti v regijah s podobnimi gozdnimi razmerami.

3 OPTIMIZACIJA OMREŽJA GOZDNIH PROMETNIC (DS3)

Odprtost gozdov z gozdnimi prometnicami je ključnega pomena za zagotavljanje večnamenske vloge gozdov. Velika večina Slovenskih lastnikov gozdov se le redko sreča z izgradnjo ali rekonstrukcijo gozdnih prometnic. Zato je nepoznavanje potrebnih postopkov in nalog posameznih deležnikov na tem področju veliko, kar posledično pripelje tudi do večje možnosti špekulacij s strani izvajalcev. Slednja se lahko kaže v nezadostni kakovosti izvedbe in nepravilno obračunanim stroškom dela in storitev. Nepoznavanje področja pa lahko rezultira tudi v manjšem interesu lastnika za vlaganje v infrastrukturo gozdnih prometnic ter konfliktih z javnostjo pri večjih gradbenih projektih. Tako možnost špekulacij s strani izvajalcev, kot tudi strah pred izvedbo potrebnih gradbenih del, se lahko zmanjša z informiranjem lastnikov gozdov in zainteresirane javnosti.

3.1 Gozdno gradbeništvo v bližnjih državah

Skladno s cilji projekta smo preučili stanje gozdnega gradbeništva v bližnjih državah (Švica, Hrvaška in Italija). Bližnje države smo obiskali z namenom pregleda stanja gozdnega gradbeništva, tako na fakulteti, kot v praksi. Na podlagi izkušenj iz tujine je naš cilj pripraviti predlog realno uresničljivega koncepta meril in kazalnikov kakovosti izvedbe del v gozdnem gradbeništvu. Poglavje obsega pregled stanja v obiskanih državah, glavne ugotovitve terenskih ogledov objektov gozdnih cest ter koncept meril in kazalnikov, ki smo jih oblikovali skozi vodene intervjuje različnih deležnikov pri gradnji gozdnih cest v treh tujih državah.

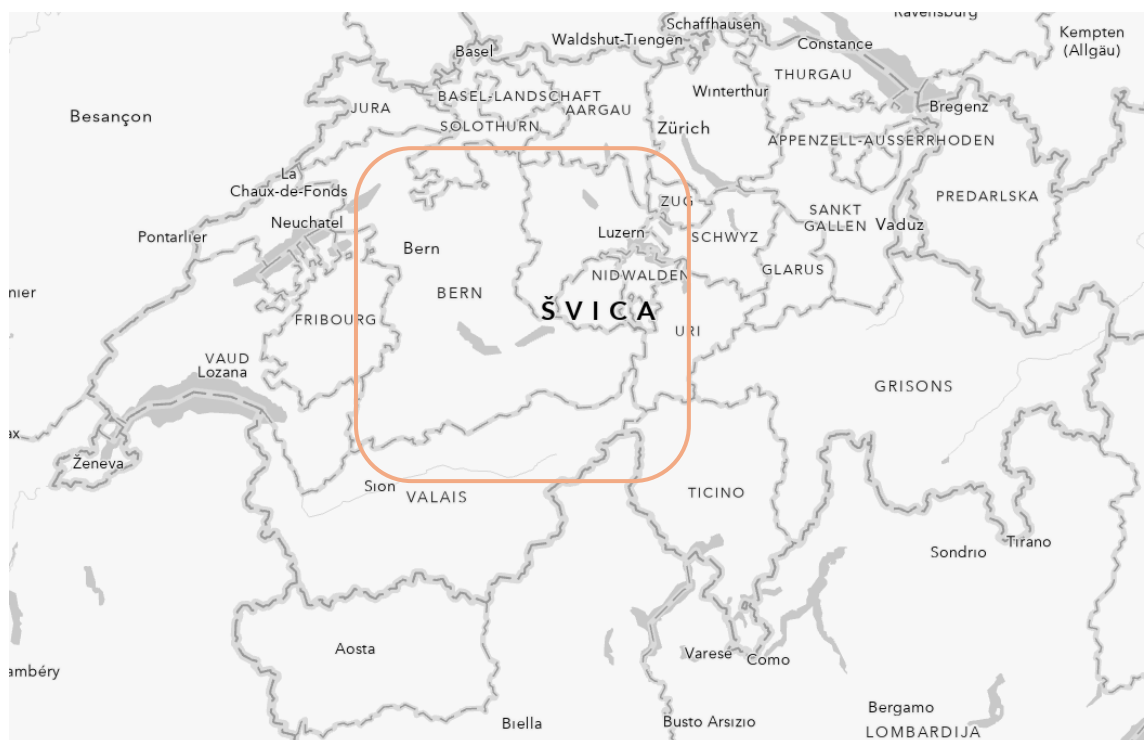


Slika 22: Prikaz obiskanih območij.

3.1.1 Švica

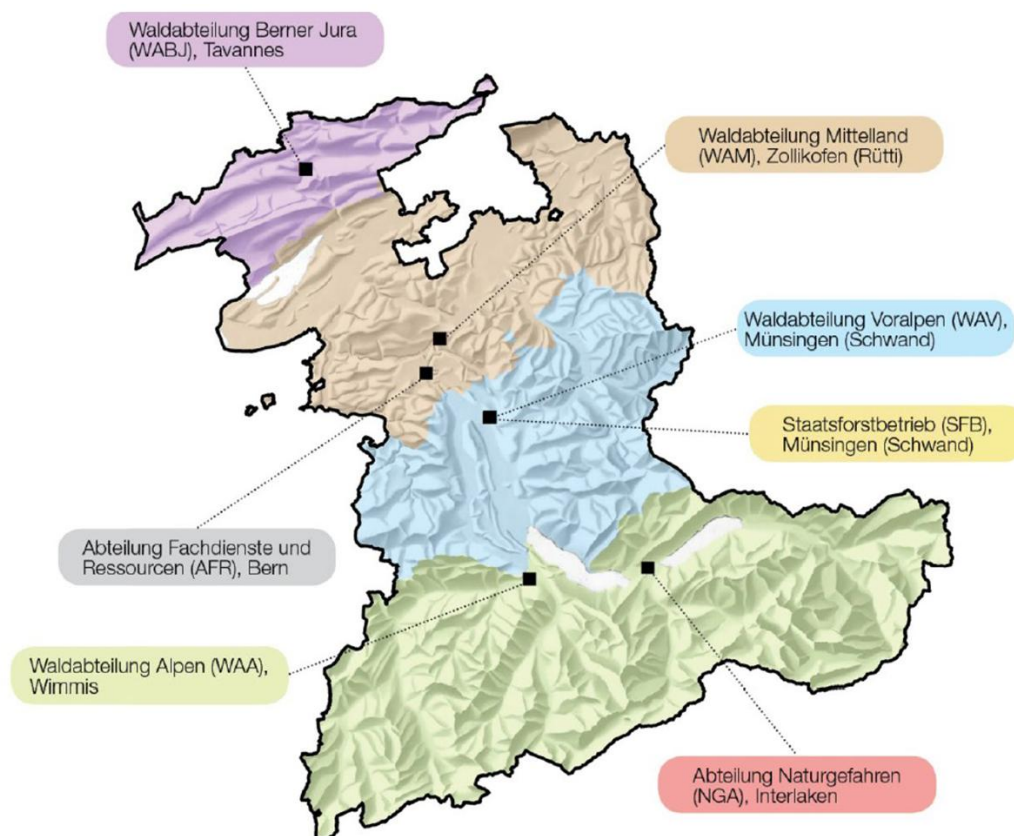
Splošni podatki

Obiskali smo kanton Bern v Švici, ki velja za največjega izmed vseh švicarskih kantonov (Slika 23). Kanton se deli na 4 regije: Jura (WABJ), Mittelland (WAM), Voralpen (WAV) in Alpen (Slika 24).



Slika 23: Lokacija obiska v Švici.

Zaradi časovno omejenega obiska, smo se osredotočili na glavno regijo Voralpen (označeno z modro na Slika 24), v kateri je glavno mesto Švice in centralna enota vseh štirih regij.



Slika 24: Prikaz delitve kantona Bern v Švici.

Regija Voralpen ima 247.300 prebivalcev in 11.870 lastnikov gozdov. Velikost območja znaša 45.100 ha, 62 % celotne površine predstavljajo varovalni gozdovi. Državnih gozdov je najmanj (10 %), 26 % je občinskih in 64 % zasebnih gozdov. Povprečna lesna zaloga v območju znaša 439 m³/ha, povprečni letni prirastek 11 m³/ha, povprečni letni posek pa 300.000 m³.

Skupna dolžina gozdnih cest v Švici, ki jih lahko uporabljajo tovornjaki, je 31.557 km, kar ustreza gostoti gozdnih cest 25,7 m / ha. V regiji Jura in Mittelland je odprtost gozdov z gozdnimi cestami več kot zadostna. V regiji Voralpen so možne izboljšave omrežja gozdnih cest, med tem ko v Alpski regiji, kjer prevladujejo varovalni gozdovi gospodarijo večinoma s helikoptskim spravilom in dolgimi žičnimi linijami (Slika 25).

044 Dichte der Waldstrassen nach Dimensionierung								
in m/ha pro Produktionsregion Auswertungseinheit: Gesamtfläche								
Fahrzeug	Gewicht	Strassenbreite	Jura m/ha	Mittelland m/ha	Voralpen m/ha	Alpen m/ha	Alpensüdseite m/ha	Schweiz m/ha
	18–25 t	2,5–2,9 m	1,6	2,1	0,8	1,5	1,8	1,5
3-Achser	26 t	3,0–3,4 m	1,4	0,9	1,9	4,9	1,4	2,5
		≥ 3,5 m	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,1
4-Achser	28–32 t	3,0–3,4 m	3,3	3,4	4,9	2,0	0,8	2,8
		≥ 3,5 m	0,0	0,1	0,1	0,3	0,4	0,2
5- bis 6-Achser	40–44 t	3,0–3,4 m	29,9	49,2	8,7	2,4	0,2	16,7
		≥ 3,5 m	3,9	3,7	0,9	0,7	0,2	1,8
Total			40,1	59,3	17,3	12,0	5,1	25,7

Slika 25: Odprtost gozdov

Terenski ogledi gozdnih cest

V kantonu Bern v Švici v času obiska ni bilo odprtih projektov novogradenj gozdnih cest, imajo pa številne projekte rekonstrukcij obstoječih. Na letni ravni od države prejmejo cca. 1 mio CHF za gozdno infrastrukturo za novogradnje in rekonstrukcije. Sredstva je potrebno porabiti v tekočem letu, njihovo porabo pa razporeja vodja odseka za tehniko na tamkajšnjem Zavodu za gozdove in naravne nevarnosti (Amt für Wald und Naturgefahren). Glede na zadostno stanje odprtosti gozdov z gozdnimi cestami in čedalje večjim vplivom naravovarstvenih institucij, tudi v prihodnje nimajo namena drastično povečevati omrežja gozdnih cest. Za namen ohranjanja biotske pestrosti je vlada namesto gradnje prometnic pripravljena vlagati in tudi že vlaga v helikoptersko spravilo lesa na območjih varovalnih gozdov.

Na terenu smo si s pristojnimi institucijami in izvajalci ogledali dva primera gradnje gozdne infrastrukture. Prvi primer je bila izdelava lesene kašte iz smrekove hlodovine s pokrivnim slojem iz zemlje, jute in zatravitvijo. Projekt so izvajali študentje tamkajšnje visoke šole. Skupna vrednost investicije je znašala 14.500 CHF (Slika 26).

Kašto so izvedli nad vodotokom, kjer se je zgodil zemeljski plaz, ki je odnesel dobršen del gozdne ceste. Za takšne primere, kot so nujna odprava poškodb na gozdni infrastrukturi država nameni precejšen del sredstev. Višina financiranja je omejena na 70 % vrednosti izvedenih del, do sredstev so upravičeni vsi lastniki gozdov.



Slika 26: Izgradnja lesene kašte na gozdni cesti.

Drugi primer je bila rekonstrukcija 4800 m dolge gozdne ceste z betonskimi bloki v skupni vrednosti 1,1 mio CHF (Slika 27).

Pri slednji smo bili soudeleženi pri izvedbi rednega tedenskega nadzora med projektantom / nadzornikom in izvajalcem. Nadzornik redno preverja kakovost izvedenih del z opravljanjem nadzora, ko je ta najbolj potreben, redno preverja skladnost izvedbe s projektno dokumentacijo in, da so dela izvedena skladna s standardi za gozdne ceste. Vsa odstopanja od projektne dokumentacije je potrebno uskladiti z nadzornikom. Naprednih tehnologij daljinskega zaznavanja ne uporabljajo, imajo pa do tega afiniteto, v kolikor bi izvajali večje projekte novogradenj.

Ker je bil omenjeni projekt večji in presega kapacitete tamkajšnjih gozdarjev so izdelavo projektne dokumentacije in nadzor poiskali na trgu – načrt je izdelal strokovnjak gradbene stroke. Po pogovoru s projektantom smo ugotovili, da je metodologija dela pri novogradnji podobna kot pri nas: projektant izvajalcu označi os gozdne ceste, označitev višine in zavarovanja osi pa se izvede kot storitev.



Zufahrt Hauenfluh



Sandhohle Eriswil



Slika 27: Projekt rekonstrukcije gozdne ceste z vgradnjo betonskih blokov.

Pri vsakem projektu pred začetkom del izvedejo sondaže tal na odsekih, kjer se pojavljajo različne geologije (Slika 28). Te so osnove za izdelavo tehničnega poročila v okviru projekta. Geomehanik opiše dejansko stanje, projektant pa ponudi tehnične rešitve. Glavna kriterija glede izbire optimalne debeline materiala za zgornji ustroj sta maksimalna osna obremenitev ceste na dan (trije razredi obremenitve, Slika 25) in trenutno stanje geologije (od neuporabnega materiala za vgradnjo, do primerne materiala za gradnjo gozdnih cest). Če imamo minimalno obremenitev na dan s solo kamionom in je geologija srednje dobra, potem je potrebna minimalna debelina nosilnega ustroja 50 cm (Slika 28), kar je na mnogo višjem nivoju, kot v primerljivih razmerah v Sloveniji.

Sondage 6

Metr.1120

Abschnitt B1



Untergrund: Sandsteinplatte

Tragfähigkeitsklasse: S3

SN_{erf}

50

Slika 28: Izvedba sondaže za ugotovitev potrebne debeline zgornjega ustroja.

Za prečno odvodnjavanje vode iz vozišča uporabljajo dražnike v obliki črke V, ki se čistijo samodejno ob večjih nalivih. Kovinski profili so vbetonirani.



Slika 29: Vbetoniran dražnik v obliki črke V.

Minimalna širina vozišča obstoječih gozdnih cest je med 2,5 in 2,9 m. Minimalna širina vozišča pri novogradnjah znaša 3,5 m: pripravljeni so na vse širšo mehanizacijo, ki se pojavlja v gozdnem prostoru.

Spoznali smo tudi projektanta družbe Bächtold & Moor AG, ki ima poleg zahtevnejših

projektov nizkih gradenj državnih cest, izkušnje tudi z izdelavo projektne dokumentacije za novogradnje in rekonstrukcije gozdnih cest. Zaradi zadostnega omrežja tako lokalnih kot gozdnih cest, glavnino dela v družbi predstavljajo rekonstrukcije.

Za projektiranje uporabljajo švedski program Allplan. Tako kot Slovenija je bila tudi Švica posneta z Lidarjem, ki pa projektantom dostikrat ne zadostuje in so primorani tovrstne storitve naročiti pri geodetih. Lastnih orodij za 3D zajem trenutno nimajo, imajo pa željo po tem. Zaradi zmanjšanega obsega novogradenj potrebnega razvoja in orodij ni, zaradi česar bolj ambiciozni projektanti odhajajo na Norveško – tam imajo še precej dela z novogradnjami in tudi orodja za 3D projektiranje so jim dostopna.

Materiala iz gradbišča večinoma ne smejo uporabljati za izdelavo nosilnega ustroja, temveč morajo tega dobaviti iz certificiranega kamnoloma.

Količine izvedenih zemeljskih del računajo geodeti – izmerijo stanje pred in po gradnji.

Glavne ugotovitve

- Švica ima od vseh obiskanih držav najbolj podoben sistem gospodarjenja z gozdom slovenskemu.
- Gozdarji nimajo svoje zbornice gozdarskih inženirjev. Gozdno cesto lahko sprojektira vsak, ki je zaključil študij gozdarstva ali gradbeništva in ima znanje za to. Večino obsežnejših projektov gozdnih cest delajo gradbeniki.
- Vsaka novogradnja ali rekonstrukcija gozdnih cest v državnih ali v zasebnih gozdovih je sofinancirana s strani federacije v višini 70 % investicije.
- Po gozdnih cestah je dovoljena vožnja le pooblaščenim osebam z dovolilnico.
- Lastniki so zadolženi za vzdrževanje gozdnih cest.
- Študentje v okviru usposabljanj na 3 letni visoki šoli fizično izvajajo dela na gozdni infrastrukturi.
- Kjer se le da uporabijo lokalno pridobljeni les. Tudi za izboljšanje nosilnosti slabo nosilnih tal.
- 3D projektiranja pri gozdni infrastrukturi ne uporabljajo. To delajo le pri lokalni in državni infrastrukturi in še tam to počnejo geodeti.

Pridobljena literatura

Med gostovanjem smo od deležnikov pridobili literaturo, ki se nanaša na gradnjo gozdne infrastrukture v Švici:

- Tečaj za vodenje gradenj [179] ,
- Projektiranje gozdnih cest [180],
- Gozdne ceste: načrtovanje, projektiranje, gradnja [181],
- Geometrijski elementi gozdnih cest [182].

Hkrati so za gozdne prometnice pomembni tudi spodnji dokumenti:

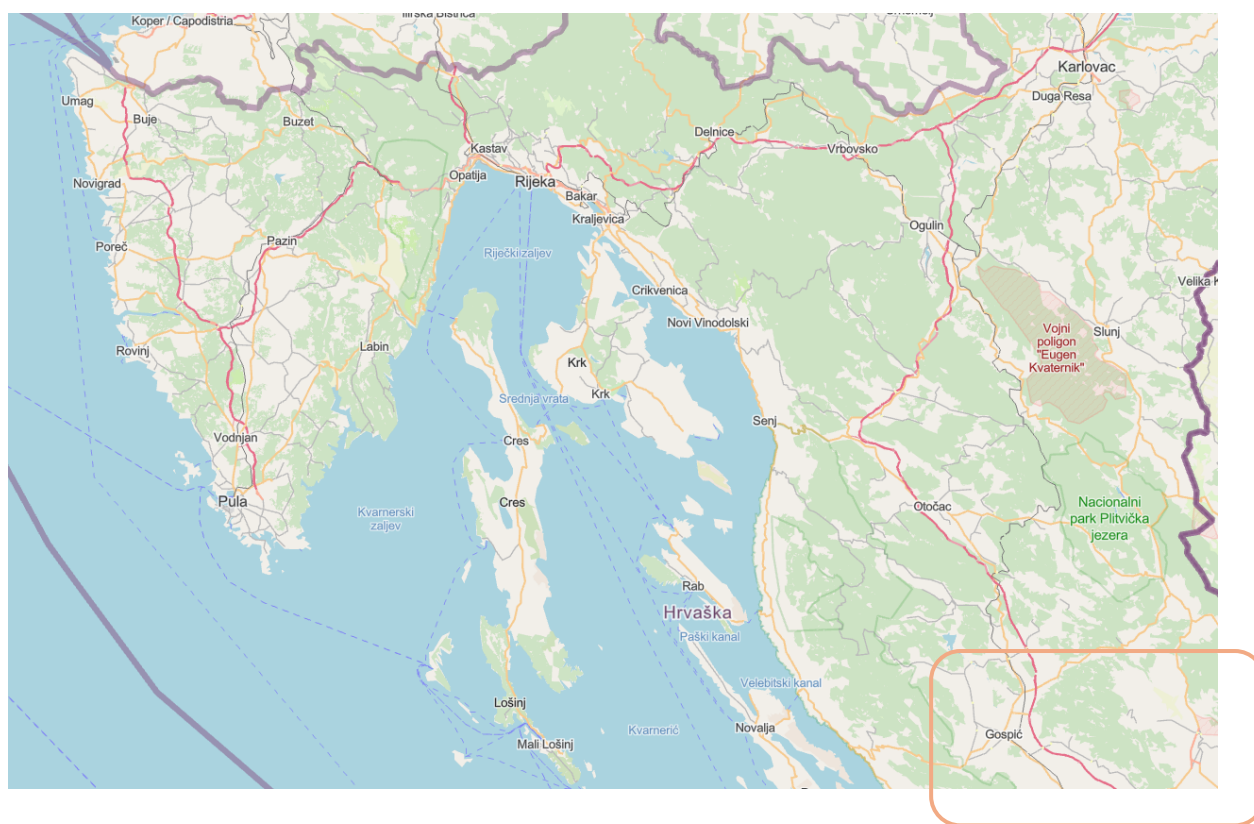
- Švicarski Zakon o gozdovih. [Federal Act on Forest 183],
- Upravljanje z infrastrukturo v gozdovih [184,185],
- Kantonalni zakon o gozdovih [186].

3.1.2 Hrvatska:

Splošni podatki

Obiskali smo družbo Hrvatske šume d.o.o., natančneje podružnico Gospić, kjer so izvedli zadnji primer novogradnje gozdne ceste (Slika 30). Območje Gospić, znotraj katerega se nahaja gozdnogospodarska enota »Medačka staza« se razprostira na površini 966 km² in ima 11.500 prebivalcev. Gozdov na območju je skupno 3600 ha, od tega 3096 ha gospodarskih in 504 ha zaščitene, kjer je gospodarjenje omejeno. Vsi gozdovi v gozdnogospodarski enoti so v državni lasti.

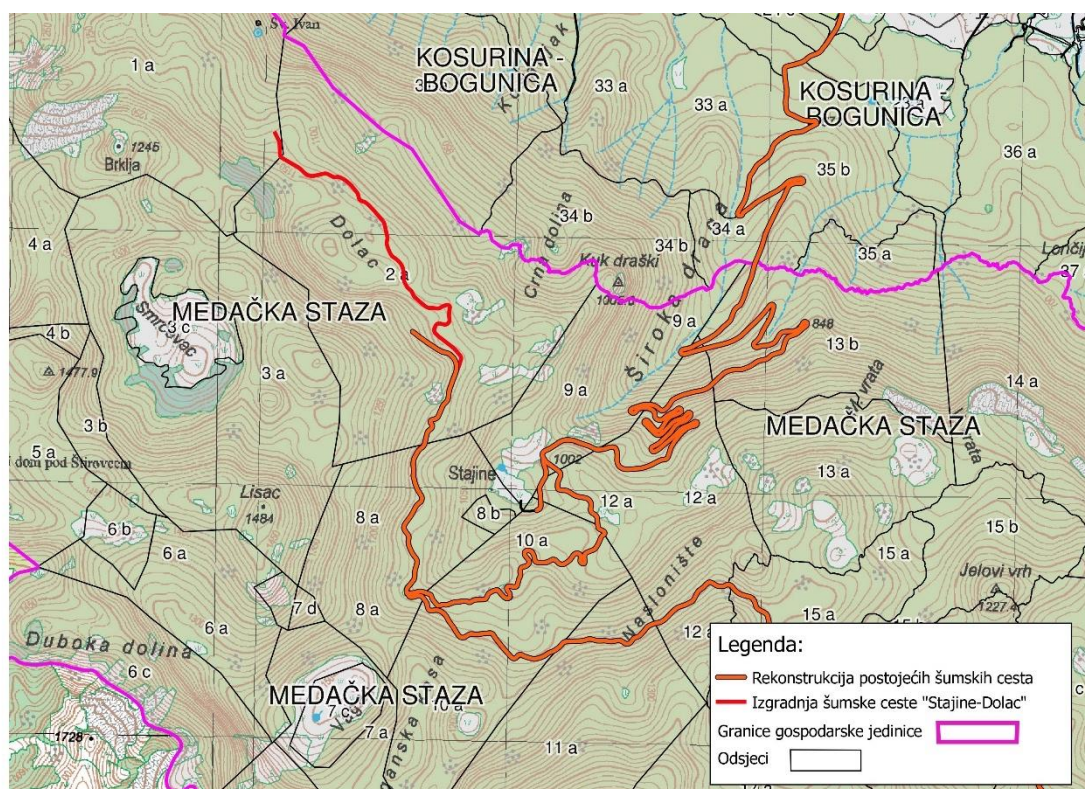
Lesna zaloga v območju znaša 295 m³/ha, letni prirastek pa 6 m³/ha. Dovoljen 10 letni etat na območju je 195.090 m³. Skupna dolžina gozdnih cest v območju znaša 42 km, poleg tega je še 2,6 km javnih prometnic, ki odpirajo gozd. Skupna dolžina prometnic, ki potekajo čez gozd znaša 40 km, kar pomeni, da je odprtost gozdnogospodarske enote »Medačka staza« 11 m/ha.



Slika 30: Območje obiska Hrvatske.

Ugotovitve terenskih ogledov gozdnih cest

Na sprejemu v podružnici družbe Hrvatske šume d.o.o so nas pričakali pomembni deležniki pri gradnji gozdne infrastrukture s katerimi smo se kasneje odpravili tudi na terenski ogled (Slika 31). Pridružili so se nam člani uprave iz službe za proizvodnjo in razvoj iz centralne enote v Zagrebu, prisotni so bili številni projektanti iz širše okolice, kot tudi predstavniki gozdarske fakultete iz Zagreba.



Slika 31: Karta terenskoga ogleda rekonstrukcij in novogradnje gozdne ceste.

Ob skupnem terenskem ogledu rekonstrukcije in novogradnje gozdne ceste "Stajine-Dolac" smo ugotovili, da se gozdno gradbeništvo čez mejo precej razlikuje od slovenskega. Eden izmed razlogov za to je zagotovo ta, da podjetje Hrvatske šume d.o.o gospodari s 2.485.661 ha gozdov, kar je za 10 x več, kot družba Slovenski državni gozdovi d.o.o. Za dela v gozdnem gradbeništvu ima vsaka podružnica med drugim na voljo lastno gradbeno mehanizacijo (Slika 32).



Slika 32: Lastna gradbena mehanizacija.

Glavna razlika je, da se na Hrvaškem vse gozdne ceste smatrajo kot enostaven objekt in za njihovo izgradnjo ne potrebujejo gradbenega dovoljenja (tako kot so pri nas obravnavane gozdne vlake).

Gozdne ceste sme projektirati pooblaščen inženir, ki je član zbornice po imenu »Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije«. Licenco se pridobi z opravljanjem strokovnega izpita po magistrskem študiju.

Za projektiranje trenutno uporabljajo slovenski program Cesta, zakupljene imajo tudi licence za RoadEng, vendar ga še ne uporabljajo.

Sodobnih tehnik daljinskega zajemanja podatkov za projektiranje in nadzor ne uporabljajo, prav tako nimajo na voljo LiDARskih podatkov, na podlagi katerih bi lahko sprojektirali gozdno cesto. Podporno opornih objektov večinoma ne gradijo, temveč cesto pomaknejo v zasek ali pa naredijo velik nasip (Slika 33).



Slika 33: Primer novogradnje gozdne ceste ob skalni steni v nasipu, brez podpornih objektov.

Družba Hrvatske šume d.o.o. intenzivno sodeluje v številnih EU projektih, tudi za razvoj gozdne infrastrukture. V podružnici Gospić so iz naslova evropskih sredstev za razvoj podeželja v letu 2022 zgradili 10 km novogradenj gozdnih cest. Celotna družba je v letu 2022 zgradila 218 km protipožarnih gozdnih cest, financiranih iz evropskega sklada.

Glavne ugotovitve

- Vse gozdne ceste se smatrajo tako kot pri nas gozdne vlake - kot enostavni objekt.
- Za noben projekt gozdne ceste ne potrebujejo gradbenega dovoljenja.
- Pooblaščenim gozdarskim inženirjem imajo svojo zbornico in so izvzeti iz gradbene stroke.
- Trenutno za projektiranje uporabljajo slovenski program Cesta. Za RoadEng imajo zakupljene licence in postopoma prehajajo na projektivo v RoadEngu.
- Naprednih tehnologij daljinskega zaznavanja in 3D projektiranja ne uporabljajo.

Pridobljena literatura

Med gostovanjem smo od deležnikov pridobili literaturo, ki se nanaša na gradnjo gozdne

infrastrukture na Hrvaškem:

- Zakon o gozdovih [Zakon o šumama, 187],
- Tehnični elementi gozdnih cest [188],
- Priročnik za urejanje gozdov [189],
- Zakon o Hrvatskoj komori inženjera šumarstva i drvne tehnologije [Zakon o Hrvatskoj komori inženjera šumarstva i drvne tehnologije, 190],
- Pravilnik o vrsti gozdnih del, minimalnimi pogoji za upravljanje in dela, ki jih lastniki gozdov opravljajo samostojno [Pravilnik o vrsti šumarskih radova, minimalnim uvjetima za njihovo izvođenje te radovima koje šumoposjednici mogu izvoditi samostalno, 191],
- Pravilnik o vsebini in načinu opravljanja strokovnih izpitov za pooblašene inženirje gozdarstva in lesarstva [Pravilnik o sadržaju i načinu polaganja stručnih ispita za ovlaštene inženjere šumarstva i drvne tehnologije, 192],
- Zakon o prostorskom načrtovanju in gradnji [Zakon o prostornom uređenju i gradnji, 193],
- Pravilnik enostavnih delih in gradnjah [Pravilnik o jednostavnim građevinama i radovima, 194].

3.1.3 Italija

Splošni podatki

Obiskali smo pokrajino Trento, znotraj katere se nahaja dolina Fiemme (Slika 34). S tamkajšnjimi gozdovi upravlja t.i. veličastna skupnost Fiemme - Magnifica Comunità di Fiemme (v nadaljevanju MCF), ki je lastnica več kot 20.000 hektarjev ozemlja, kar skupaj predstavlja skoraj polovico površine doline Fiemme. Sestavljajo jo predvsem gozdovi (približno 63 %), pašniki (več kot 30 %), preostalo površino pa uvrščajo med neproduktivne (nekaj nad 6 %). Skupnost velja za enega izmed večjih lastnikov gozdov v Italiji.



Gozdovi so razdeljeni na 10 gozdnih območij. Za vsakega izmed njih se na dvajset let izdelajo načrti gospodarjenja. Upravljanje z gozdovi je zaupano Gozdarskemu tehničnemu uradu (MCF).

Več kot 9.000 ha (približno 72 %) predstavljajo gozdovi s proizvodno funkcijo (iz katerih se s skrbnim gospodarjenjem pridobiva les, potreben za gradbeništvo in predelovalno dejavnost), na preostali površini pa prevladuje zaščitna funkcija (hidrogeološka funkcija).

Celotna lesna zaloga znaša več kot 3.700.000 kubičnih metrov, možni etat je več kot 44.000 m³ na leto. V gozdovih prevladuje smreka.

Posek in spravilo poteka tako, da se le-ta zaupa specializiranim lokalnim podjetjem, ki poskrbijo za posek dreves, ki jih odkaže Gozdarski tehnični urad (MCF). Iz skladišč se nato les odpelje na žago v lasti MCF, ki se nahaja v Ziano di Fiemme. Za MCF deluje okoli 15–20 obrtniških gozdarskih podjetij in približno deset specializiranih prevoznih podjetij.

Gozdna površina s katero upravlja MCF je na splošno dovolj odprta z gozdnimi cestami, zlasti na območjih z visoko proizvodno funkcijo. Skupaj imajo okoli 400 km traktorskih in kamionskih cest, ki dajo skupaj gostoto 31 m/ha. Negospodarski gozdovi so slabo odprti z gozdnimi prometnicami.

Gradnja novih cest ali posodobitev obstoječih predstavlja pomembno orodje za upravljanje, rabo in varstvo gozdnega prostora.

Ugotovitve terenskih ogledov

Skupaj s predstavnikom fakultete iz Univerze v Padovi in predstavnikom projektanta gozdnih cest (upravljalca tamkajšnjih gozdov MCF), smo si ogledali projekte novogradenj in rekonstrukcij gozdnih cest.

Ogledali smo si projekt gozdne ceste, katere vozišče je bilo zaradi naklona nivelete 20 % utrjeno z betonom. Pri izdelavi so uporabili posebna železna vlakna za armaturo (Slika 35).



Slika 35: Betonska voziščna konstrukcija.

Italijani imajo prav tako kot Hrvati svojo zbornico gozdarskih inženirjev, ki so zadolženi za projektiranje gozdnih cest. Gozdarski inženirji lahko izvajajo ukrepe na vodotokih, kot tudi projektirajo mostove na gozdnih cestah (Slika 36).



Slika 36: Izvedba mostu na gozdni cesti.

Za prečno odvodnjavanje vode iz vozišča uporabljajo kovinske dražnike, ki niso vbetonirani (Slika 37). Cevne prepuste uporabijo le na mestih prečkanja vodotokov.



Slika 37: Za prečno odvodnjavanje uporabljajo kovinske dražnike.

Gozdne ceste lahko uporabljajo le lastniki zemljišč, za ostale je promet prepovedan (Slika 38).



Slika 38: Uporaba gozdne ceste je dovoljena le lastnikom zemljišč.

Trenutno na širšem območju doline Fiemme poteka obsežna sanacija s strani podlubnikov napadenih smrekovih gozdov, ki so se namnožili po obsežnem vetrolomu leta 2019. Napadom podlubnikov ni videti konca, sanacija že posušenih stoječih dreves bo trajala še najmanj 3 leta. V tem času se je večino gozdne infrastrukture zgradilo na račun sredstev pred naravnimi nesrečami. Upravljalci gozdov so nad situacijo zaskrbljeni in se sprašujejo, s čim bodo gospodarili, ko bo podlubnik opustošil večino njihovih gozdov. Ocenjujejo, da je od 3.700.000

m³ lesne mase podlubnik opustošil že 1.000.000 m³.

Za projektiranje uporabljajo program AutoCAD, cestno os prenašajo na teren v kolikor jim razmere dopuščajo z GPS-om s centimetrsko natančnostjo. Za izdelavo projektne dokumentacije so zadolženi pooblaščen gozdarski inženirji, ki pridobijo tudi vsa soglasja (natura 2000, kulturnovarstveno,...) in na koncu t.i. soglasje občine.

Glavne ugotovitve

- ❖ Vožnja po gozdnih cestah je dovoljena le lastnikom gozdov.
- ❖ Imajo svojo zbornico gozdarskih inženirjev, ki lahko projektirajo gozdne ceste, kot tudi vodnogospodarske ureditve v gozdovih.
- ❖ Za prečno odvodnjavanje vode iz vozišča uporabljajo kovinske dražnike.
- ❖ Za projektiranje novogradenj uporabljajo program AutoCAD.
- ❖ Naprednih tehnik daljinskega zaznavanja, kot tudi 3D projektiranja ne uporabljajo.

Pridobljena literatura

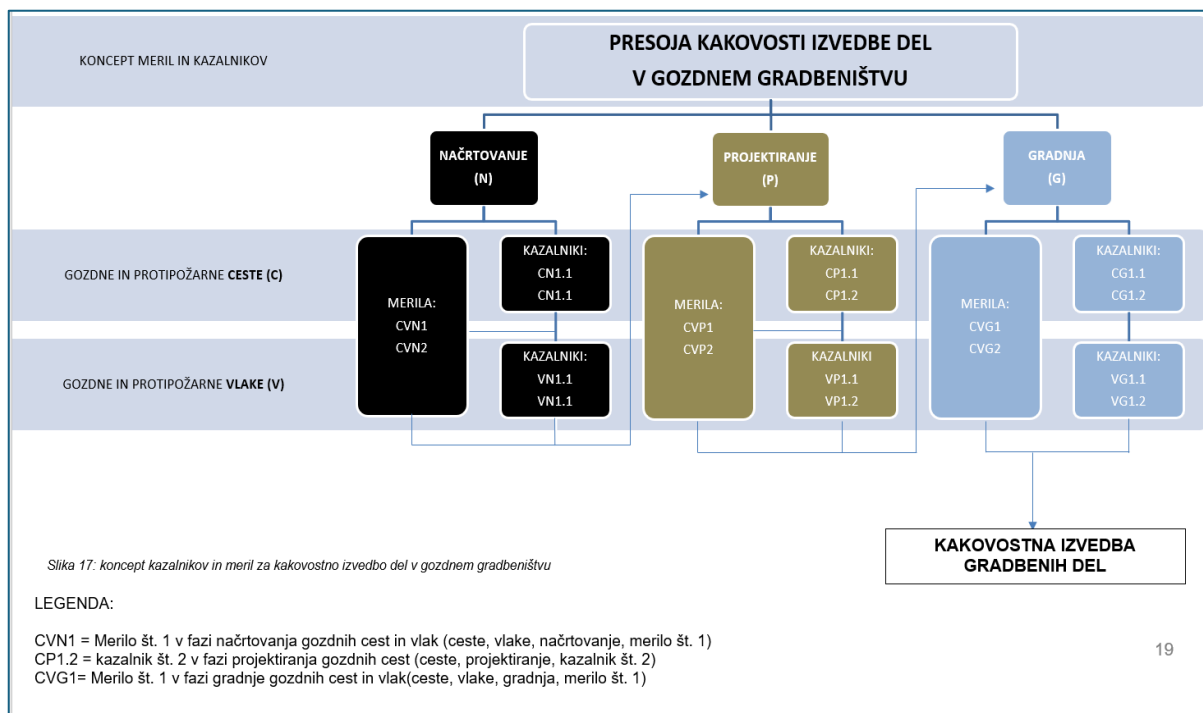
V Uradnem listu z dne 1. decembra je bila objavljena Uredba z dne 28. oktobra 2021 [195], ki vsebuje določbe za opredelitev minimalnih meril v zvezi z namembnostjo, tipom in tehnično-konstrukcijskimi elementi gozdnih in gozdno-pašnih cest ter določbe povezane z gospodarjenjem z gozdovi in hidrotehničnimi ureditvami.

Poleg tega smo pridobili tudi dokument, ki ureja regulacijo prometa po gozdnih cestah in merila za izdajo dovoljenj [196].

3.2 Koncept meril in kazalnikov s predlogom kazalnikov kakovosti pri izvedbi posameznih gradbeno inženirskih objektov v gozdarstvu

Graditev gozdne infrastrukture praviloma predstavlja znaten in dolgotrajen poseg v gozdne ekosisteme. V večnamenskih gozdovih je gozdna infrastruktura predpogoj za gospodarjenje, kakovost izvedenih posegov pa eno od ključnih strokovnih vprašanj v vsaki fazi investicijskega procesa.

Na podlagi izkušenj iz Italije, Švice in Hrvaške, pregleda literature in lastnih izkušenj smo za presojo kakovosti izvedenih postopkov v posamezni fazi graditve zasnovali koncept med seboj povezanih in soodvisnih meril in kazalnikov (Slika 39).



Slika 39: Koncept kazalnikov in meril za kakovostno izvedbo del v gozdnem gradbeništvu.

Črni del prikazuje fazo načrtovanja, kjer se merila nanašajo predvsem na trajnostno gospodarjenje z gozdovi in morajo sovpadati z že opisanimi merili trajnostnega gospodarjenja ministrske konference o varstvu gozdov v Evropi [197]. Pripadajoči kazalniki za nivo načrtovanja omrežja gozdnih prometnice so v tem projektu obdelani v izdelkih delovnega sklopa 3.1. in se uporablja s strani javne gozdarske službe pri presoji posameznih pobud za nove objekte gozdne infrastrukture.

Rjavi del prikazuje fazo projektiranja, kjer je potrebno dosledno upoštevati veljavne zahteve Inženirske zbornice Slovenije: [Zakon o arhitekturni in inženirski dejavnosti, 198], [Pravilnik o projektni in drugi dokumentaciji ter obrazcih pri graditvi objektov, 199] in zakonodajo – tako gozdarsko [Zakon o gozdovih, 200], [Pravilnik o gozdnih prometnicah, 201], kot tudi gradbeno [Gradbeni zakon, 202], [Uredba o razvrščanju objektov, 203]. V ta del so vključeni tudi pravilniki in tehnične smernice za projektiranje, [Pravila stroke IZS - Zvezek 0, 204], [Smernice za projektiranje gozdnih cest, 205],...

Modri del prikazuje fazo gradnje, kjer je ključnega pomena nadzor nad tem, kar je bilo sprojektirano in upoštevanje zakonodaje z vidika varnosti pri delu, kot tudi gradnje objektov: smernice za zemeljska dela pri gradnji gozdnih cest [206], [Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih, 207], priročnik za nadzor pri gradnji [208], [Zakon o varnosti in zdravju pri delu, 209],...

Meril in kazalnikov v fazah projektiranja in gradnje je bistveno več kot v fazi načrtovanja, saj te določajo značilnosti posameznega objekta. Vse kar predstavlja odstopanja od opisanih kazalnikov se posledično odraža v neakovostni izvedbi del.

Kakovost končnega izdelka lahko zagotovimo le, če so kakovostno izpeljane vse tri faze. Kakovostna izvedba nadzora bo brez pomena, če je bil projekt pomanjkljivo narejen. Prav tako bo končni izdelek slab, če so bili v fazi načrtovanja izvedene pomanjkljivosti.

Predvsem v fazah projektiranja in gradnje je bistvenega pomena redno in objektivno primerjanje projekta z izvedbo. Slednje lahko zagotovimo z uporabo naprednih tehnologij daljinskega zaznavanja, ki so se izkazale za izredno uporabno tehniko dela pri določanju razlik med projektiranim in izvedenim.

Od vseh gradbeno inženirskih objektov se v praksi pooblašteni inženirji gozdarstva največ ukvarjamo z gozdnimi prometnicami. Za razliko od načrtovanja celotnega omrežja vseh gozdnih prometnic v danem prostoru (GGE ali transportno gravitacijska enota), se novogradnje ali rekonstrukcije lotevamo v dveh fazah: projektiranje in izvedba gradbenih del. Pri tem pa domnevamo dvojje:

1. Kakovostno izdelana projektna dokumentacija predstavlja boljše izhodišče za izvedbo gradbenih del, kot nekakovostna.
2. Kakovostna izvedba del ni odvisna le od dokumentacije ampak tudi v veliki meri od strokovnosti izvajalca ter gradbenega nadzornika.

Obe fazi sta z vidika kakovosti tesno povezani, zato v obeh fazah za presojo kakovosti uporabljamo iste kazalnike, le da jih pri projektiranju integriramo v dokumentacijo, pri izvedbi del pa uresničimo.

Projektiranje

Presoja kakovosti projektiranja temelji na uporabi tehničnih smernic za projektiranje in veljavne zakonodaje, ki jo moramo pooblašteni inženirji s področja gozdarstva upoštevati.

Za posamezna merila kakovosti projektiranja so relevantni kazalniki prikazani v preglednici (Preglednica 19), kazalniki kakovosti gradnje gozdne vlake pa v preglednici (Preglednica 20).

Za protipožarne prometnice se smiselno uporabijo kazalniki za ceste ali vlake.

Preglednica 19: Nabor meril in kazalnikov kakovosti v fazi PROJEKTIRANJA GOZDNE CESTE

MERILO	MOŽNI KAZALNIK	INTERVAL (ZALOGA VREDNOSTI)
1. Mehanska odpornost in stabilnost	1.1 Stabilni nakloni odkopnih brežin	1:1 do 5:1
	1.2 Stabilni nakloni nasipnih brežin	1:1,25 do 1:1,5
	1.3 Certificirani materiali (marka betona)	0;1
	1.4 Dopustnost mešanih profilov na strmejših pobočjih od 60 %	0;1
	1.5 Uporaba smernic za projektiranje podporno/ opornih konstrukcij	0;1
	1.6 Upoštevanje načel in smiselna uporaba pravil evrokodov pri projektiranju (Eurokod 5,6,7)	0;1
	1.7 Minimalna nosilnost ob požaru (kašt ni v požarno ogroženem gozdu ampak kamen-beton)	0;1
	1.8 Minimalna debelina zgornjega ustroja glede na dnevno obremenitev in matično podlago	20 – 50 cm
	1.9 Lociranje in dimenzioniranje cevni prepustov za prečno odvodnjavanje vode iz vozišča glede na specifikke objekta	Na vsakih 80 – 200 m fi 50 - 100
2. Higijenska in zdravstvena zaščita ter zaščita okolja	2.1 Zahtevanje ekološkega kompleta	0;1
	2.2 Izdelava varnostnega načrta in izbira koordinatorja za varnost in zdravje pri delu, kjer je to potrebno	0;1
	2.3 Navodila za ukrepanje ob morebitnem razlitju olja / nevarnih snovi	0;1
	2.4 Manjši radiji horizontalnih krivin (prilagajanje ceste terenu)	9-30 m
3. Varnost pri uporabi	3.1 Zaznati pretečo nevarnost	0;1
	3.2 Predvideni ukrepi pred nevarnostmi (padajoče kamenje, zdrs na muldi, naklon navzven)	0;1
	3.3 Predvidena izogibališča na preglednih mestih	0;1
	3.4 Pravilno načrtovanje krivin (večji radiji, prehodnice	> 20 m
4. Trajnostna raba naravnih virov	4.1. Uporaba certificiranega materiala v primeru dobave	0;1
	4.2 Uporaba lokalnega materiala (kamen za zidanje, les za kašte,...)	0;1
	4.3 Pravilna umestitev tehnoloških objektov za trajnostno rabo naravnih virov glede na obstoječe omrežje vlak	0;1
5. Klasifikacija in razvrščanje objektov	5.1 Smiselna uporaba tehnične smernice za razvrščanje objektov	0;1
	5.2 Prečni profil z največjo višinsko razliko / največjo globino	0 – 5 m enostaven 5 – 10 m nezahteven >10 m manj zahteven
	5.3 Pravilna klasifikacija objektov	0;1
6. Skladnost z GZ-1 in ZAID	6.1 Skladnost s prostorskimi izvedbenimi akti	0;1
	6.2 Izpolnjevanje zahtev za projektanta / nadzornika gradnje	0;1
	6.3 Sodelovanje pooblaščenih strokovnjakov drugih strok v kolikor je to potrebno	0;1
	6.4 Evalvacija zavarovanih območij za potrebe pridobivanja soglasij	0;1
	6.5 Pravica graditi	0;1
	6.6 Izdelava projekta skladno s pravili	0;1
7. Tehnične zahteve za GC v ZG /PGP	7.1 Izdelava načrta skladno s pravilnikom	0;1
	7.2 Širina vozišča	Do 3,5 m
	7.3 Min. radij horizontalnih krivin	Min. 9 m
	7.4 Razširitve vozišča v krivinah	0 – 2 m
	7.5 Min. radij vertikalnih krivin	350 m
	7.6 Max. naklon nivelete	12 – 15 %
	7.7 Naklon odkopne brežine	1:1 do 5:1
	7.8 Naklon nasipne brežine	1:1,25 do 1:1,5
	7.9 Širina koritnice, hodnika, bankine	Min. 0,5 m
	7.10 Širina jarka	Min. 0,8 m na nivoju planuma
	7.11 Min. premer cevne prepusta	Min. fi 50 cm
	7.12 Min. prečni naklon	Min. 3 %

MERILO	MOŽNI KAZALNIK	INTERVAL (ZALOGA VREDNOSTI)
8. Varnost pred požarom	8.1 Minimalna nosilnost ob požaru (kašt ni v požarno ogroženem gozdu ampak kamen beton)	
	8.2 V požarno ogroženih gozdovih se iz vidika varnosti ob gašenju morebitnega požara poseka za 1 drevesno višino širok pas	15-30 m

Preglednica 20: Nabor meril in kazalnikov kakovosti v fazi PROJEKTIRANJA GOZDNE VLAKE

MERILO	MOŽNI KAZALNIK	INTERVAL (ZALOGA VREDNOSTI)
1. Mehanska odpornost in stabilnost	1.1 Stabilni nakloni odkopnih brežin	1:1 do 5:1
	1.2 Stabilni nakloni nasipnih brežin	1:1,25 do 1:1,5
	1.3 Dopustnost mešanih profilov na strmejših pobočjih od 60 %	0;1
2. Higijenska in zdravstvena zaščita ter zaščita okolja	2.1 Zahtevanje ekološkega kompleta	0;1
	2.2 Izdelava varnostnega načrta in izbira koordinatorskega za varnost in zdravje pri delu, kjer je to potrebno	0;1
	2.3 Navodila za ukrepanje ob morebitnem razlitju olja / nevarnih snovi	0;1
3. Varnost pri uporabi	3.1 Zaznati pretečo nevarnost	0;1
	3.2 Predvideni ukrepi pred nevarnostmi (padajoče kamenje, zdrs na muldi, naklon navzven)	0;1
6. Skladnost z GZ-1 in ZAID	6.1 Skladnost s prostorskimi izvedbenimi akti	0;1
	6.2 Evalvacija zavarovanih območij za potrebe pridobivanja soglasij	0;1
	6.3 Pravica graditi	0;1
7. Tehnične zahteve v ZG /PGP	7.1 Izdelava elaborata skladno s pravilnikom	0;1
	7.2 Širina planuma	Do 3,5 m
	7.3 Največji podolžni naklon	12 – 40 %
	7.4 Prečni naklon	5 – 10 %
	7.5 Odvodnjavanje	0;1
	7.6 Prikluček na drugo prometnico	Pod kotom 45 stopinj

Gradnja

Gradnja gozdne ceste

V fazi izvedbe gradbenih del je ključen redni nadzor in primerjava med projektiranim ter izvedenim. Potrebno je zadostiti zakonodaji o varnosti na gradiščih in gradbeni zakonodaji. V

fazi gradnje je kakovost del odvisna tudi od kakovosti izvajalca.

Za posamezna merila kakovosti izvedbe del pri gradnji gozdne ceste so relevantni kazalniki kakovosti, kjer se preverja skladnost s projektom prikazani v preglednici (Preglednica 21), dodatni kazalniki kakovosti gradnje gozdne ceste pa v preglednici 5. Dodatni kazalniki izvirajo iz zahtev gradbene zakonodaje, Zakona o varnosti in zdravja pri delu in preteklih izkušnjah iz vodenja zahtevnih projektov novogradenj gozdnih cest.

Za protipožarne preseke 1. reda se smiselno uporabijo kazalniki za ceste. Pri tem so iz nabora kazalnikov v fazi projektiranja uporabljeni le tisti, ki so v fazi izvedbe del preverljivi.

Preglednica 21: Nabor preverljivih kazalnikov za kakovostno GRADNJO GOZDNE CESTE

MERILA	KAZALNIK	SKLADNOST S PROJEKTOM (DA/NE)
1. Mehanska odpornost in stabilnost	1.1 Stabilni nakloni odkopnih brežin	
	1.2 Stabilni nakloni nasipnih brežin	
	1.3 Certificirani materiali (marka betona)	
	1.4 Minimalna debelina zgornjega ustroja glede na dnevno obremenitev in matično podlago	
3. Varnost pri uporabi	3.1 Predvideni ukrepi pred nevarnostmi (padajoče kamenje, zdrs na muldi, naklon navzven)	
	3.2 Predvidena izogibališča na preglednih mestih	
4. Trajnostna raba naravnih virov	4.1 Uporaba certificiranega materiala v primeru dobave	
	4.2 Pravilna umestitev tehnoloških objektov za trajnostno rabo naravnih virov glede na obstoječe omrežje vlak	
5. Klasifikacija in razvrščanje objektov	5.1 Prečni profil z največjo višinsko razliko / največjo globino	
6. Skladnost z GZ-1 in ZAID	6.1 Izpolnjevanje zahtev za projektanta / nadzornika gradnje	
	6.2 Sodelovanje pooblaščenih strokovnjakov drugih strok v kolikor je to potrebno	
7. Tehnične zahteve za GC v ZG /PGP	7.1 Širina vozišča	
	7.2 Min. radij horizontalnih krivin	
	7.3 Razširitve vozišča v krivinah	
	7.4 Min. radij vertikalnih krivin	
	7.5 Max. naklon nivelete	
	7.6 Naklon odkopne brežine	

MERILA	KAZALNIK	SKLADNOST S PROJEKTOM (DA/NE)
	7.7 Naklon nasipne brežine	
	7.8 Širina koritnice, hodnika, bankine	
	7.9 Širina jarka	
	7.10 Min. premer cevnega prepusta	
	7.11 Min. prečni naklon	
8. Varnost pred požarom	8.1 V požarno ogroženih gozdovih se iz vidika varnosti ob gašenju morebitnega požara poseka za 1 drevesno višino širok pas	
9. Zakoličba osi	9.1 Skladnost projektirane osi na terenu	

Preglednica 22: Nabor dodatnih preverljivih kazalnikov za kakovostno GRADNJO GOZDNE CESTE

MERILA	KAZALNIKI	SKLADNOST (DA/NE)
10. Skladnost z veljavno zakonodajo gradnje objektov	10.1 Prisotnost gradbenega dnevnika na gradbišču	
	10.2 Prisotnost gradbiščne table	
	10.3 Prijava gradbišča inšpektoratu za delo	
	10.4 Imenovanje nadzornika za gradnjo s statusom pooblaščenega inženirja	
11. Varnost in zdravje pri delu	11.1 Pregledi opreme	
	11.2 Prisotnost varnostnega načrta na gradbišču	
	11.3 Upoštevanje ukrepov opredeljenih v varnostnem načrtu	
	11.4 Prva pomoč na gradbišču	
	11.5 Zaščitna oprema	
	11.6 Gasilni aparat na gradbišču	
12. Usposobljenost / kakovost izvajalca	12.1 Vpis vodje del pri Gospodarski zbornici, Obrtni zbornici ali Inženirski zbornici	
	12.2 Usposobljenost upravljalcev delovnih strojev (strojnik)	
	12.3 Mehanizacija, ki ustreza tehnologiji gradnje (če je v projektu predvideno mletje materiala mora izvajalec razpolagati s takšno mehanizacijo)	
	12.4 Izdelava primerljivega projekta v zadnjih petih letih	

MERILA	KAZALNIKI	SKLADNOST (DA/NE)
	12.5 Ocena investitorja, ki je z izvajalcem že sodeloval	
	12.6 Izvajalec ne sme biti v postopku likvidacije	
13. Uporaba okoljsko primernejših tehnologij	13.1 Uporaba biorazgradljivih olj	
	13.2 Prisotnost ekološkega kompleta	
14. Skladnost z zakoličbo	14.1 Izvedba gradbenih del skladno z zakoličbo (zavarovanja osi)	

Gradnja gozdne vlake

V fazi izvedbe gradbenih del je ključen redni nadzor in primerjava predvidenega v elaboratu vlake z izvedenim.

Za posamezna merila kakovosti izvedbe del pri gradnji gozdne vlake so osnovni relevantni kazalniki kakovosti prikazani v preglednici (Preglednica 23), dodatni kazalniki kakovosti gradnje gozdne vlake pa v preglednici (Preglednica 24). Dodatni kazalniki izvirajo iz zahtev Zakona o varnosti in zdravja pri delu in preteklih izkušenj iz vodenja projektov novogradenj gozdnih vlak.

Za protipožarne preseke 2. reda se smiselno uporabijo kazalniki za vlake. Pri tem so iz nabora kazalnikov v fazi projektiranja uporabljeni le tisti, ki so v fazi izvedbe del preverljivi.

Preglednica 23: Nabor preverljivih kazalnikov za kakovostno GRADNJO GOZDNE VLAKE

MERILA	KAZALNIK	SKLADNOST Z ELABORATOM (DA/NE)
1. Mehanska odpornost in stabilnost.	1.1 Stabilni nakloni odkopnih brežin	
	1.2 Stabilni nakloni nasipnih brežin	
7. Tehnične zahteve za GC v ZG /PGP	7.1 Širina planuma	
	7.2 Največji podolžni naklon	
	7.3 Prečni naklon	
	7.4 Odvodnjavanje	
	7.5 Priključek na drugo prometnico	

Preglednica 24: Nabor dodatnih preverljivih kazalnikov za kakovostno GRADNJO GOZDNE VLAKE

MERILA	MOŽNI KAZALNIKI	SKLADNOST (DA/NE)
11. Varnost in zdravje pri delu	11.1 Pregledi opreme	
	11.2 Prisotnost varnostnega načrta na gradbišču	
	11.3 Upoštevanje ukrepov opredeljenih v varnostnem načrtu	
	11.4 Prva pomoč na gradbišču	
	11.5 Zaščitna oprema	
	11.6 Gasilni aparat na gradbišču	
12. Usposobljenost / kakovost izvajalca	12.1 Vpis vodje del pri Gospodarski zbornici, Obrtni zbornici ali Inženirski zbornici	
	12.2 Prisotnost vodje del ob nadzoru	
	12.3 Mehanizacija, ki ustreza tehnologiji gradnje (če je v projektu predvideno mletje materiala mora izvajalec razpolagati s takšno mehanizacijo)	
	12.4 Izdelava primerljivega projekta v zadnjih petih letih	
	12.5 Ocena investitorja, ki je z izvajalcem že sodeloval	
	12.6 Izvajalec ne sme biti v postopku likvidacije	
13. Uporaba okoljsko primernejših tehnologij	13.1 Uporaba biorazgradljivih olj	
	13.2 Prisotnost ekološkega kompleta	

3.2.1 Zaključki

Na podlagi obiskov sosednjih držav smo osnovali koncept meril in kazalnikov za kakovostno projektiranje in gradnjo gozdnih cest ter vlak. Uporaba predlaganih meril in kazalnikov je smiselna za kakovostno izvedbo gradbenih del. Z upoštevanjem slednjih se zagotovi kakovost končnega izdelka, kar vpliva na ekonomsko strukturo vlaganj. Kakovostno izveden projekt je dražji od projekta, kjer merila za kakovost niso bila zahtevana že na začetku investicijskega procesa.

Dober primer iz prakse so vlaganja v gozdno infrastrukturo v Švici. Ker se zavedajo, da je kakovost končnega izdelka ključnega pomena, država sofinancira vlaganja v gozdno infrastrukturo v višini 70 %.

V družbi Slovenski državni gozdovi d.o.o. se prav tako zavedamo, da je kakovostna izvedba investicijskih projektov nujna, zaradi česar vsa navedena merila in kazalnike uporabljamo pri izvedbi projektov gozdnih cest. Pomemben del kakovostne izvedbe gozdne infrastrukture je

nadzor nad gradnjo in konstantna primerjava izvedbe del s projektno dokumentacijo. Tu smo napram ostalim državam naredili bistven korak naprej in uvedli uporabo naprednih tehnik daljinskega zaznavanja za natančno primerjavo projektnih količin z izvedenimi, kot tudi za končni obračun. Takšen način dela je za gozdno gradbeništvo v Evropi nepoznan, a ima izjemen potencial ob smiselni in pravilni uporabi.

Ker pa družba SiDG gospodari le z 20 % gozdov v Sloveniji, je za kakovostno izvedbo del v gozdnem gradbeništvu na ravni države nujno vzpostaviti merila in kazalnike tudi v zasebnem sektorju. Tako iz vidika načrtovanja, projektiranja in gradnje gozdne infrastrukture, saj bo le na tak način podoba slovenskih gozdov lahko v zgled tudi ostalim evropskim državam.

3.3 Določitev kriterijev in indikatorjev pri odločanju za optimizacijo gozdnih prometnic

Odprtost gozdov z gozdnimi prometnicami je ključnega pomena za zagotavljanje večnamenske vloge gozdov. Velika večina slovenskih lastnikov gozdov se le redko sreča z izgradnjo ali rekonstrukcijo gozdnih prometnic. Zato je nepoznavanje potrebnih postopkov in nalog posameznih deležnikov na tem področju veliko. Nepoznavanje področja pa rezultira tudi v manjšem interesu lastnika za gospodarjenje z gozdom in manjšem interesu za vlaganje v infrastrukturo gozdnih prometnic, nenazadnje pa tudi omogoča večje špekulacije, s strani izvajalskih podjetij.

Predstavniki ZGS so tisti, ki vodijo lastnika/investitorja skozi odločanje ter urejanje dokumentacije potrebne za pripravo, gradnjo ali rekonstrukcijo gozdnih prometnic. Zato je zelo smiselno lastnike spodbuditi, ter jim že v »varnem« domačem spletnem okolju podati informacije, zakaj in na kakšen način je smiselno v dotičnem primeru začeti postopke, v smeri optimizacije omrežja gozdnih prometnic, oz. na kakšen način lahko uporabljajo obstoječe omrežje prometnic.

Cilj naloge je lastniku podati odgovore na čimveč vprašanj s področja gozdnih prometnic, še v »varnem« domačem spletnem okolju, da se lahko pripravi na prvi sestanek s predstavnikom ZGS – če je ta sploh še potreben. Medtem ko je namen tega dotičnega dokumenta, predstaviti ključne kriterije in indikatorje, ki vplivajo na različne možnosti rabe in načine umeščanja gozdnih prometnic v prostor.

Indikatorji in mejne vrednosti so bile določene na podlagi relevantne literature, zakonodaje in izkušenj. Ti pokrivajo področja: (1) tehnologije spravila in transporta gozdnih proizvodov, (2) stanja in lokacije obstoječih prometnic, (3) lastništva zemljišč kjer se (bodo) nahajajo prometnice, (4) naravne danosti zemljišča.



Slika 40: Gozdna cesta v delu na Gorenjskem

3.3.1 Področje tehnologije spravila in transporta gozdnih proizvodov

Indikator 1.1: tehnologija izdelave, spravila in transporta GLS

Možnosti: traktor z vitlom; traktor s priklopnikom (za prevoz vseh oblik GLS, ali izdelavo sekancev ali polen); traktor z žičnim žerjavom; večji žični žerjavi; sečni in spravilni stroji; večja tovorna vozila

Razlaga – kvaliteta vozišča: različne tehnologije izdelave, spravila in transporta gozdnih proizvodov imajo tudi različne zahteve za kvaliteto samih prometnic in postavitvev teh prometnic v prostor.

Z vidika kvalitete vozišča imajo najnižje zahteve sečni in spravilni stroji. Za njihovo gibanje zadostuje označitev sečnih ali spravilnih poti. Brez prekomerne škode pa lahko uporabljajo tudi vse ostale gozdne prometnice, ki se že nahajajo v gozdnem prostoru, če so le zadostne širine. V kolikor obstoječe prometnice niso zadostne širine, je na izbranih odsekih pogosto smiselno izvesti njihovo rekonstrukcijo.

Z vidika kvalitete vozišča po svojih zahtevah sledi traktor (tudi zgibnik) z vitlom, ki okrogel les vleče za sabo. Ciljne prometnice za to kategorijo so tako neutrjene pripravljene ali grajene vlake. Zgolj za to skupino tehnologij, je ključno, da ima prometnica prečni nagib v pobočje (da vlečen les ne zdrsne po pobočju), kar dodatno poveča potrebo po ustreznem odvodnjavanju cestnega telesa. V kolikor je na voziščni konstrukciji izvedeno nasutje gramoza, tolčenca ali drugega pripeljanega materiala, z namenom utrditve vozišča, to večinoma podraži stroške spravila, saj se povrnitev v začetno stanje po zaključku spravila zaradi poškodb, ki so posledica vlačnega lesa podraži.

Z vidika kvalitete vozišča po svojih zahtevah sledijo traktorji (pogojno tudi manjša tovorna vozila prilagojena vožnji po brezpotjih tipa N2G – do 12 t; npr. unimog) z ostalimi priključnimi stroji ali priklopniki. Priklopniki ali priklopni stroji na teh vozilih so namenjeni spravilu (vožnji) vseh oblik GLS (okrogel les, sekanci, sečni ostanki), sekalniki ali cepilniki za izdelavo sekancev ali polen in žični žerjavi za namen žičnega spravila. Ciljne prometnice za to kategorijo so tako utrjene pripravljene ali grajene vlake, brez dodatnih omejitev pa lahko uporabljajo tudi ostale gozdne prometnice.

Z vidika kvalitete vozišča so najzahtevnejša večja tovorna vozila (N3 in N3G), namenjena prevozu vseh oblik GLS, prevozu gozdarske in gradbene mehanizacije, ali žičničnemu spravilu. Ciljne prometnice za to kategorijo so gozdne ceste.

Viri iz katerih smo črpali mejne vrednosti (poleg lastnih izkušenj): [Zakon o gozdovih, 200]; [Pravilnik o spremembah in dopolnitvi Pravilnika o izvajanju sečnje, ravnanju s sečnimi ostanki, spravilu in zlaganju gozdnih lesnih sortimentov, 210]; [Pravilnik o gozdnih prometnicah, 211]; [212] [213].



Slika 41: Različne tehnologije imajo različne zahteve do omrežja gozdnih prometnic

Razlaga – umeščanje prometnic v prostor: Različne tehnologije spravila in transporta gozdnih proizvodov imajo tudi različne zahteve za postavitev teh prometnic v prostor.

Doseg sečnih in spravilnih strojev je omejen z dolžino nakladalne roke, ki lahko seže približno 10 m daleč. V primeru prilagojene tehnike s predhodnim usmerjenim podiranjem z motorno žago, se lahko vplivno območje sečnega oz. spravilnega stroja poveča do 20 m; izjemoma več. Spravilne razdalje so lahko tudi daljše od 1 km; vendar je zaradi ponavljajočih voženj po isti prometnici smiselno, da se pri spravilnih razdaljah nad 200 do 300 m kombinira spravilne poti s trajnimi prometnicami (vlakami).

Doseg traktorja z vitlom je vsaj 50 m, v primeru usmerjenega podiranja, ali daljše žične vrvi na vitlu, se lahko podaljša do 100 m. Še dopustna razdalja spravila z vlačanjem znaša 800 m.

Doseg traktorjev s priklopniki namenjenim spravilu (vožnji) GLS in priklopnikom in priklopnim

strojem namenjenim izdelavi polen ali sekancev ne presega območja skladišča na gozdni vlaki (ali cesti). Slednjima procesoma načeloma tudi sledi spravilo (vožnja) GLS na traktorskem priklopniku. Zato je ključno opraviti predspravilo z ostalimi tehnologijami (traktor z vitlom, strojno spravilo, ročno spravilo). Dopustna pravilna razdalja vožnje GLS na traktorskem priklopniku ni točno definirana in se pogosto opravlja na razdaljah tudi daljših od 1 km, izjemoma pa tudi preko 5 km. Daljše razdalje so pogojno dopustne, če se s tem izogne dodatni uporabi tovornih vozil.

Doseg traktorjev z žičnim žerjavom je večinoma do 400 m. Načeloma sledi prevoz GLS s traktorskim priklopnikom.

Doseg večjih žičnih žerjavov je večinoma do 800 m. Sledi prevoz GLS z večjimi tovnimi vozili.

Doseg večjih tovnih vozil namenjenih prevozu (vožnji) GLS ne presega območja skladišča na gozdni cesti, zato je umeščanje prometnic, ki so namenjene tem vozilom v prostor, pogojeno predvsem s pravilnimi razdaljami predhodnih operacij. Večja tovarna vozila omogočajo najracionalnejši transport GLS na dolge razdalje (poleg vlaka, ki pa ne uporablja gozdnih prometnic).

Viri iz katerih smo črpali mejne vrednosti (poleg lastnih izkušenj): [Zakon o gozdovih, 200]; [Pravilnik o spremembah in dopolnitvi Pravilnika o izvajanju sečnje, ravnanju s sečnimi ostanki, spravilu in zlaganju gozdnih lesnih sortimentov, 210]; [Uredba o pristojbini za vzdrževanje gozdnih cest, 214]; [215]; [216]; [Pravilnik o gozdnih prometnicah, 211]; [212]; [213].

3.3.2 Področje stanja in lokacije obstoječih prometnic

Indikator 2.1: Prevoznost obstoječih prometnic

Možnosti: ustrezno prevozne; potrebna vzpostavitev prevoznosti; potrebna rekonstrukcija; neprimerne

Razlaga: Obstoječe prometnice so lahko ustrezno prevozne za namensko vozilo, pogosto pa temu ni tako. Poznamo različne postopke za izboljševanje stanja obstoječih prometnic. V grobem se ti ločijo v tri kategorije: najmanjši obseg del je predviden pri vzpostavitvi prevoznosti, ki ga upravičeni uporabniki gozdnih prometnic lahko izvedejo brez soglasij tako pred, kakor tudi po svoji uporabi. Sledi rekonstrukcija gozdnih prometnic, s katero se npr. lahko prilagodi prometnico za uporabo večjih vozil od prvotno načrtovanih. Rekonstrukcija gozdne vlake v gozdno cesto pa ni mogoča, oz. je izvedljiva le po postopku za izvedbo novogradnje gozdne ceste; zato smo predvideli tudi možnost, da so obstoječe prometnice neprimerne.

Indikator 2.2: (Najkrajša) razdalja do primerne prometnice; ali pravilna razdalja; ali horizontalna razdalja do primerne prometnice

Mejne vrednosti so predstavljene v preglednici:

Preglednica 25: Predlog mejnih vrednosti pri umeščanju gozdnih prometnic v prostor

	Traktor z vitlom	Traktor s priklopnikom	Traktor z žičnim žerjavom	Večji žični žerjavi	Sečni in spravilni stroji	Tovorna vozila
Indikator v naravi	Razdalja od vlake	Spravilna razdalja predspravila traktorja z vitlom	Razdalja od primerne vlake	Razdalja od gozdne ceste	Razdalja od sečne / spravilne poti	Spravilna razdalja z izbrano predhodno tehnologijo
Optimalen doseg	30	300	200	300	10	300
Sprejemljiv doseg	100	800	400	800	20	800+

Razlaga: Omejitve posameznih tehnologij spravila in transporta gozdnih proizvodov smo predstavili v razlagi indikatorja 1.1. Na podlagi teh omejitev smo izdelali matriko, kjer so predstavljeni predlogi dveh mejnih vrednosti, ki definirata vplivno območje posamezne tehnologije s primernih prometnic. Ti dve mejni vrednosti definirata tri območja: (1) optimalno, (2) sprejemljivo, potencialno z možnostmi optimizacije, (3) nezadostno, priporočene izboljšave, ali pa sprememba tehnologije. Za predlagane mejne vrednosti, bo možno preračunati tudi horizontalne razdalje do prometnic, ki so primernejši indikator za izvedbo GIS analiz.

3.3.3 Področje lastništva zemljišč

Indikator 1: Lastništvo zemljišč kjer poteka zbiranje oz. privlačevanje GLS (med sestojem in primerno obstoječo ali bodočo prometnico)

Mejne vrednosti: lastniški delež – lahko s soglasji: 0 do 49 % površine; 50-99%; 100%

Indikator 2: Lastništvo zemljišč na samih (obstojećih ali bodočih) prometnicah, skladiščnih in manipulacijskih prostorih

Mejne vrednosti: lastniški delež – lahko s soglasji: 0 do 49 % površine; 50-99% (74 %); (75 %) 100%

Razlaga: Gospodarjenje z gozdovi, raba, vzdrževanje in gradnja gozdnih prometnic loči predvsem tri oblike lastništva, ki se ga lahko dokazuje tudi z različnimi soglasji ostalih lastnikov. Določene pravice in dolžnosti niso vezane neposredno na lastništvo, zato jih lahko izvajamo tudi, v kolikor razpolagamo z manj kot 50 % lastniškim deležem (npr. raba in osnovno vzdrževanje obstoječih prometnic, če se nahajamo v njihovem vplivnem območju). Za sprejemanje splošnih odločitev vezanih na gozdno posest zadostuje večinski delež (več kot 50 %). Za sprejemanje odločitev vezanih na novogradnjo ali rekonstrukcijo gozdnih prometnic pa trenutno pogojno zadostuje vsaj 75 % lastništva zemljišč, medtem ko prihajajoče spremembe

zakona o gozdovih zahtevajo 100 % lastniški delež.

Lokacijsko pa je smiselno ločeno obravnavati območja kjer se izvaja vlačenje GLS zunaj prometnic in območje samih prometnic, vključno z manipulacijskimi prostori.

Viri: [Zakon o gozdovih, 200]; [Pravilnik o gozdnih prometnicah, 211]; [Navodila za vodenje postopkov pri pripravi, gradnji ali rekonstrukciji gozdnih prometnic, 217]



Slika 42: Vzpostavitev prevoznosti lahko izvajajo vsi upravičeni uporabniki gozdnih prometnic, ne glede na lastništvo

3.3.4 Področje/kriterij naravnih danosti zemljišča

Indikator 1: Relief in erodibilnost matične podlage

Možnosti: alpski svet; kraški svet; gričevnat svet; kamnita talna podlaga; talna podlaga iz mešane hribine; talna podlaga iz zemljine

Razlaga: Pravilnik o gozdnih prometnicah, RS [211] dovoljuje različne maksimalne gostote vlak in njihove naklone glede na naštete možnosti. Ker so za lažjo javnost odločitve mehke narave, smo omogočili izbiro več možnih odgovorov.

Indikator 2: Naklon terena

Mejne vrednosti: prevladujoči naklon do 15°=27 %; 15° - 25°=47%; 25° - 35°=70%; nad 35°

Razlaga: prevladujoči naklon terena v prvi meri služi potrditvi odločitve glede izbranega tipa spravila lesa, dalje omogoča grob izračun potrebnih odkopov po tekočem metru, kar lahko služi kot osnova za primerjavo stroškov izgradnje. Najpomembneje pa je, da večji nakloni prinašajo dodatne omejitve pri umeščanju novih prometnic.

Običajna strojna sečnja se izvaja na naklonih do 30 % [216] modernejši stroji prilagojeni delu v večjih naklonih, ki so lahko tudi opremljeni s pasivnimi winched-assisted sistemi, pa jo lahko izvajajo tudi na strmejših naklonih do približno 60 % naklona. Aktivni winched-assisted sistemi pa omogočajo njihovo delo tudi na naklonih preko 80 % [34,218]. Poudariti je potrebno da so aktivni winched-assist sistemi na terenu zelo redki.

Pravilnik o gozdnih prometnicah, RS [211] pravi, da se odpiranje z vlakami prednostno načrtuje na naklonih terena do 50 % naklona. S tem je v grobem določeno optimalno območje delovanja traktorja z vitlom, medtem ko maksimalno omejitev predstavlja možnost graditve prometnic, ki lahko v skrajnih primerih preseže tudi 35°.

Pri naklonih terena nad 25° (47 %), se na bolj erodibilni matični podlagi določi varovalno funkcijo gozdov s prvo stopnjo poudarjenosti, na kompaktni matični podlagi pa na naklonih nad 35° (70%). Taki gozdovi so lahko tudi razglašeni kot varovalni gozdovi (Priročnik za izdelavo... 2012). Ti statusi zahtevajo dodatno presojo sprejemljivosti umestitve v prostor. Gradnja gozdnih prometnic na naklonih nad 35° (70%) pa poleg dodatnih presoj zahteva tudi bistveno višje stroške izgradnje, prav tako postanejo nasipne brežine zelo dolge, znatno pa se poveča tudi možnost za nastanek erozijskih jeder.

Nakloni terena nad 35° istočasno ustvarjajo optimalno nišo delovanja žičniškega spravila, minimalno sprejemljivi nakloni zanj pa so že pri 50 %.

Indikator 3: Požarna ogroženost gozda

Mejne vrednosti: 1-2 (velika ali zelo velika požarna ogroženost); 3-4 (srednja ali majhna požarna ogroženost)

Razlaga: Kjer je z gozdnogospodarskim načrtom opredeljena 1. ali 2. stopnja požarne ogroženosti gozdov, se gozdni prostor odpira s protipožarnimi prometnicami [Pravilnik o gozdnih prometnicah, 211]. Ker je njihova izgradnja in vzdrževanje 100 % financirano iz državnega proračuna je za lastnika gozda zelo dobrodošla informacija, če se v njegovi bližini načrtuje kakšno tovrstno prometnico. Kjer je določena 3. ali 4. stopnja požarne ogroženosti te možnosti pač ni.



Slika 43: Protipožarne prometnice omogočajo tudi gospodarjenje z gozdom. Njihova glavna prednost za lastnika pa je, da sta njihova izgradnja in vzdrževanje 100 % financirana s proračunskimi sredstvi Republike Slovenije.

Indikator 4: Površinska skalovitost

Mejna vrednost: skalovitost na površini do 50%; skalovitost na površini več kot 50%

Razlaga: velika površinska skalovitost (nad 50 %) je omejujoč faktor za izvajanje strojne sečnje in spravila [216].

Indikator 5: Omejeno/prilagojeno gospodarjenje z gozdom

Možnosti: poudarjene funkcije gozdov, varovalni gozdovi, gozdovi s posebnim namenom, drugi režimi varovanja naravnih in kulturnih vrednot ali infrastrukture.

Razlaga: številni gozdovi se nahajajo znotraj območij, kjer se mora gospodarjenje z gozdom ter tudi raba in umeščanje prometnic prilagojeno ali celo omejeno izvajati zaradi različnih funkcij gozdov, ali zakonsko določenih režimov (varovalni gozdovi, gozdovi s posebnim namenom, natura 2000,...). Lastniki pogosto niti ne poznajo vseh omejujočih režimov, ki se nanašajo na njihovo gozdno posest. Naslednji pregledovalniki omogočajo pregledovanje nekaterih: Pregledovalnik podatkov o gozdovih [ZGS, 154], Atlas voda [219], Naravovarstveni atlas [220]. Za interpretacijo, kako določena območja vplivajo na dotični primer rabe ali umeščanja gozdnih prometnic v prostor je prva in glavna kontaktna točka revirni gozdar.

3.3.5 Zaključek

Ta dokument postavlja temelj za pripravo usmeritev za lastnike, ki se odločajo za optimizacijo omrežja gozdnih prometnic. Slednji dokument bo pripravljen do mejnika M24. V vmesnem času bo sledila predstavitev mejnih vrednosti ekspertni skupini, kjer se bodo ponujene

vrednosti lahko korigirale, ter opis posameznih usmeritev.

3.4 Priročnik za podporo lastniku ob investiciji v omrežje gozdnih prometnic

Pred vami se nahaja priročnik za podporo lastniku ob investiciji v omrežje gozdnih prometnic, ki je razdeljen v 5 tematskih sklopov: (I) Raba in vzdrževanje obstoječih prometnic; (II) Optimizacija omrežja gozdnih prometnic; (III) Kako do izvajalca storitev gozdnega gradbeništva?; (IV) Spremljanje kakovosti gradnje; (V) Stroški gradnje in financiranje del. Na podlagi tega dokumenta je bila izdelana tudi interaktivna verzija tega priročnika, ki je dostopna na naslednji povezavi: <https://wcm.gozdis.si/sl/orodja/gozdne-prometnice/>

Hitro filtriranje ključnih informacij dandanes postaja vse pomembnejše. Prav s tem namenom je bila razvita spletna različica priročnika. Z uporabo spletnega orodja si lahko na pregleden interaktiven način izberete zgolj poglavja, ki so za vas relevantna ter izvedete njihov izpis ter na tak način hitreje pridete do iskane vsebine, ki jo lahko za tem tudi natisnete. Pred vami pa se nahaja dokument, kjer so predstavljene vse vsebine priročnika.



Slika 44: Premišljeno umeščene gozdne prometnice omogočajo dostop in delo raznovrstni gozdarski mehanizaciji, zagotavljajo večnamensko gospodarjenje z gozdov ter služijo hitri sanaciji po večje-površinskih motnjah.

3.4.1 Raba in vzdrževanje obstoječih prometnic

3.4.1.1 Kdo je upravičen uporabnik obstoječih prometnic?

Sem večinski lastnik sestoja do prometnice, sama prometnica pa ima lahko tudi številne druge lastnike

Med približno 400 tisoč lastniki gozdov v Sloveniji zgolj redki »srečneži« razpolagajo s 100 % lastniškim deležem na gozdnem sestoju in celotnem omrežju gozdnih prometnic ki jih uporabljajo. Zato je souporaba in istočasno skupna skrb nad učinkovitim omrežjem gozdnih prometnic nuja, s katerim se srečuje večina lastnikov gozdov.

Uporaba gozdnih prometnic je vezana na njihove upravičene uporabnike, ki niso pogojeni z lastništvom na posameznih prometnicah [Pravilnik o gozdnih prometnicah, 2011]. Upravičeni uporabniki imajo dolžnost po svoji uporabi vzpostaviti prvotno/namensko stanje, poleg tega pa imajo tudi pravico izvajati vzdrževalna dela na teh prometnicah, dokler s svojimi posegi ne onemogočajo rabe drugim upravičenim uporabnikom in ne dosegajo pogojev za rekonstrukcijo prometnic. V kolikor obstajajo konflikti z lastniki zemljišč, po katerih parcel poteka spravilo, lahko ZGS izda odločbo o pravici do začasnega spravila, začasnega prevoza in začasne zložitve gozdnih lesnih sortimentov na tujem zemljišču, s katero omogoči spravilo, prevoz ali zložitev gozdnih lesnih sortimentov na tujih gozdnih (v določenih primerih tudi kmetijskih) parcelah (26. člen ZOG).

Kar se tiče upravičene rabe gozdnih vlak in skladišč na gozdni cesti, o tem ni potrebno obveščati vseh lastnikov, priporočljivo pa je usklajevanje z lastniki parcel v istem delovnem polju, ki aktivno gospodarijo z gozdom, da se medsebojno uskladijo glede zasedenosti skladišč, izvedbi vzdrževalnih del na gozdnih vlakah ter morebiti celo skupno pristopijo k novim investicijam v infrastrukturo. Vsi upravičeni uporabniki imajo namreč pravico in dolžnost tudi vzdrževati gozdne vlake, vendar je vzdrževanje lahko bistveno bolj učinkovito in racionalno, če k njemu pristopi več aktivnih uporabnikov skupaj.

Lastnik gozda (in vlake), kateremu je bila z upravičeno rabo vlake povzročena škoda na sami vlaki ali stoječem drevju, lahko od uporabnika zahteva vzpostavitev stanja, ki omogoča njeno nemoteno nadaljnjo rabo (če je ta še ni izvedel) in poplačilo preostale škode. V kolikor pa lastnik meni, da dotična raba njegove vlake ni upravičena, ima pravico, da tovrstni rabi nasprotuje (do prejema ustrezne odločbe s strani ZGS) [221]. Slednji konflikti so pogosti tam, kjer lastniki ne sodelujejo skupaj pri investicijskih vlaganjih v omrežja gozdnih prometnic – kjer eden vlaga, drugi pa zgolj upravičeno koristi.

Med mojim sestojem in prometnico se nahajajo parcele drugih lastnikov

Za razliko od upravičene uporabe gozdnih prometnic, te neposredne analogije ni pri privlačenju (traktorsko spravilo), vlačanju lesa (žičniško spravilo), ali vožnji (strojna sečnja) lesa zunaj gozdnih prometnic. V tem primeru je potrebno spoštovati odločitev večinskega deleža (nad 50%) z vsake parcele, ki se nahaja med našim sestojem in gozdno prometnico. V

kolikor imamo s sosedi izveden ustrezen dogovor tako ne rabimo nujno nove gozdne prometnice.

V nasprotnem primeru pa se je priporočljivo obrniti na predstavnika ZGS, da nam predstavi možnosti umestitve nove gozdne prometnice vsaj do stika z našo parcelo, ali izdaje odločbe skladno 26. členom ZOG o pravici do začasnega spravila, začasnega prevoza in začasne zložitve gozdnih lesnih sortimentov na tujem zemljišču [221].

3.4.1.2 Katera vzdrževalna dela se lahko izvajajo brez soglasja ZGS?

Upravičeni uporabniki imajo dolžnost po svoji uporabi urediti odvodnjavanje in vzpostaviti stanje, ki omogoča njeno nemoteno nadaljnjo uporabo, poleg tega pa imajo tudi pravico izvajati vzdrževalna dela na teh prometnicah, dokler s svojimi posegi ne onemogočajo rabe drugim upravičenim uporabnikom in ne dosegajo pogojev za rekonstrukcijo gozdnih prometnic. Rekonstrukcija gozdnih prometnic je smatrana, če se s posegom na obstoječi prometnici bistveno spremenijo njeni konstrukcijski elementi: širina; ali vzdolžni naklon; ali potek.

Gozdne vlake zahtevajo nekoliko drugačen pristop, kjer je njihovo vzdrževanje v celoti prepuščeno lastnikom in upravičenim uporabnikom, v primerjavi z gozdnimi cestami in protipožarnimi prometnicami, ki so sistemsko vzdrževane.

Gozdne vlake

Gozdne vlake se morajo vzdrževati tako, da omogočajo varno spravilo gozdnih lesnih sortimentov, da se prepreči njihovo propadanje ter škodljivi vplivi na bližnjih zemljiščih [Pravilnik o gozdnih prometnicah, 2011]. Poleg najosnovnejših vzdrževalnih del, ki zajemajo obsekovanje svetlega profila, odstranjevanje prepek na planumu, kot so kamenje in padlo drevje ter vzdrževanje prečnih jarkov in drugih elementov odvodnjavanja, lahko v sklopu vzdrževanja izvajamo tudi zemeljska dela, dokler ne bistveno spreminjamo širine, vzdolžnega naklona, ali poteka gozdne vlake. V kolikor se katerega od konstrukcijskih elementov spremeni, je za to potrebno pridobiti vsa potrebna soglasja za rekonstrukcijo.

Možna zemeljska dela na obstoječi trasi prometnice, ki ne predstavljajo rekonstrukcije so vsaj: Vzdrževanje prečnega naklona, vzdrževanje vozišča do širine, ki je zavedena v evidenci gozdnih vlak, vzdrževanje stabilnih odkopnih brežin, izdelava novih prečnih jarkov, ki so potrebni za ustrezno odvodnjavanje in druga dela, ki ne bistveno spremenijo konstrukcijskih elementov prometnice.

V kolikor ne razpolagamo z elaboratom vlake in potrebujemo jasnejše usmeritve, lahko preverimo pri predstavniku ZGS kakšna je dopustna širina vozišča in ciljni prečni naklon na dotični gozdni vlaki, kakšni naj bodo nakloni odkopnih brežin in kakšna naj bo frekvenca prečnih jarkov. V kolikor z elaboratom vlak razpolagamo in bi si želeli manjših odstopanj, lahko pri predstavniku ZGS preverimo kakšna so dovoljena odstopanja, brez da bi potrebovali soglasja za rekonstrukcijo. Predstavniki ZGS vam lahko tudi predstavijo morebitne dodatne

možnosti za sofinanciranje del iz izrednih javnih sredstev za vzdrževanje (trenutno aktualna sredstva Skupne kmetijske politike za protierozijsko vzdrževanje gozdnih vlak).

Gozdne ceste in protipožarne prometnice

Gozdne ceste in protipožarne prometnice so sistemsko vzdrževane. Gozdne ceste skupaj z objekti se morajo redno vzdrževati tako, da se ohranja prevoznost, omogoča njihova varna uporaba, zagotovi gospodarnost vlaganj, preprečijo škodljivi vplivi na bližnjih zemljiščih in motnje v pomembnih življenjskih prostorih prosto živečih živali. Protipožarni objekti pa se morajo redno vzdrževati tako, da se trajno ohranja njihova funkcija v prostoru [Pravilnik o gozdnih prometnicah, 211].

ZGS načrtuje, spremlja in nadzira vzdrževanje gozdnih cest, občina pa določi obseg vzdrževanja gozdnih cest glede na razpoložljiva sredstva in zagotovi izvedbo vzdrževanj. ZGS tudi zagotavlja izvajanje vzdrževalnih del na protipožarni infrastrukturi [Pravilnik o gozdnih prometnicah, 211]. V obeh primerih gre za razpolaganja z omejenimi namenskimi sredstvi skladno s prioritetami, zato marsikatera gozdna cesta ali protipožarna prometnica ni v zelenem stanju, ko jo potrebujejo lastniki gozdov za svoje potrebe.

V kolikor omenjene prometnice ne zagotavljajo varne vožnje z namenskimi vozili, ali bi potrebovale vzdrževanje elementov za njihovo odvodnjavanje, predlagamo da se obrnete na predstavnika ZGS, ki vam bo podal odgovor, kdaj lahko pričakujete izvedbo vzdrževalnih del na dotični prometnici, ter vam predstavil tudi morebitne dodatne možnosti za sofinanciranje iz javnih sredstev za vzdrževanje (trenutno aktualna sredstva Skupne kmetijske politike za vzdrževanje protipožarne infrastrukture).

Pogosto ni mogoče čakati na sistemsko vzdrževanje, zaradi česar se lahko poslužite pravice, da kot upravičen uporabnik prometnice na lastne stroške izvedete nujna dela za vzpostavitev prevoznosti ter ustreznega odvodnjavanja prometnice. Po uporabi teh prometnic, pa je vaša dolžnost, da jih sanirate do te mere, da se vzpostavi stanje, kakršno je bilo pred izvedbo vaših del.



Slika 45: Vsak ki ima pravico uporabljati gozdne vlake jih ima pravico (po uporabi pa dolžnost) tudi vzdrževati. Zagotavljanje ustreznega odvodnjavanja in prevoznosti vlake sta ključni za dolgoročno zagotavljanje njene namenske rabe.

3.4.2 Optimizacija omrežja gozdnih prometnic

3.4.2.1 Različna območja v gozdnem prostoru in različni pristopi

Številni gozdovi se nahajajo znotraj območij, kjer se mora gospodarjenje z gozdom ter tudi raba in umeščanje prometnic prilagojeno ali celo omejeno izvajati zaradi različnih funkcij gozdov, ali zakonsko določenih režimov (varovalni gozdovi, gozdovi s posebnim namenom, natura 2000,...). Lastniki pogosto ne poznajo vseh omejujočih režimov, ki se nanašajo na njihovo gozdno posest. Naslednji pregledovalniki omogočajo pregledovanje nekaterih: Pregledovalnik podatkov o gozdovih [ZGS, 154], Atlas voda [219], Naravovarstveni atlas [220].

V določenih primerih pa posebna območja omogočajo celo prednostno obravnavo pri kandidiranju za financiranje ali sofinanciranje vlaganj v gozdno infrastrukturo. Povečana požarna ogroženost gozdov je denimo vstopni pogoj za umeščanje protipožarnih prometnic, ki so v celoti financirane iz javnih sredstev. Poudarjenost posameznih funkcij gozdov lahko zagotovi dodatne točke pri potegovanju za javna sredstva Skupne kmetijske politike, posebna

sredstva so namenjena oteženemu gospodarjenju v varovalnih gozdovih,...

Poleg tega pa so številne pomembne omejitve in spodbude podane tudi v gozdno gospodarskih načrtih (MKGP in ZGS) in se tako razlikujejo od gozdnogospodarske enote – do gozdnogospodarske enote.

Za interpretacijo, kako prostorska umeščenost vpliva na dotični primer rabe ali umeščanja gozdnih prometnic v prostor je prva in glavna kontaktna točka revirni gozdar ZGS.

3.4.2.2 Pregled tehnologij po primernosti

Na izbor tehnologije sečnje in spravila vplivajo številni dejavniki in omejitve. Mi predstavljamo zgolj nabor možnih tehnologij, ki je potencialno primeren za posamezne prevladujoče naklone delovišča. S tem mislimo na najpogostejše naklone terena, s katerimi se srečujete in ne o naklonu same prometnice - saj želimo optimizirati celotno delovišče in ne samo ene prometnice.

Kakšen je povprečni naklon terena?

Do 30 % (17 °)

Nakloni terena do 30 % so optimalni tako za traktorsko spravilo in strojno sečnjo s spravilom. Odločitev med enim sistemom in drugim sloni predvsem v specifikah dotičnega delovišča in morebitnim omejitvam v GGN [216].

Ovisno od lokalnih razmer se lahko odločamo med gradnjo in pripravo pobočnih prometnic in padničnih prometnic.

30-50 % (17-27 °)

Nakloni terena od 30 do 50 % so še vedno optimalni za traktorsko spravilo. Pravilnik o gozdnih prometnicah (2009) pravi, da se odpiranje z vlakami prednostno načrtuje na naklonih terena do 50 % naklona.

Moderni stroji za sečnjo in spravilo prilagojeni delu v večjih naklonih, lahko vse pogosteje dosegajo naklone tudi nad 30 % naklonom. Ti so lahko tudi opremljeni s pasivnimi ali aktivnimi »winch-assisted« sistemi, ki omogočajo delovanje teh strojev tudi na naklonih večjih od 50 % [218,222]. Poudariti je potrebno da so »winch-assist« sistemi na terenu še zelo redki.

Žičniško spravilo se vse pogosteje uporablja že od 35 % naklona terena naprej.

Prometnice so večinoma speljane pobočno. Pripravljene prometnice so izjema; večinoma so grajene.

50-70 % (27-35 °)

Z nakloni nad 50 % je na predelih, ki z vlakami še niso odprti, postaja prva izbira žičniško spravilo. Gradnja vseh tipov gozdnih prometnic je na teh naklonih večinoma še tehnično

izvedljiva. Pretežni del planuma prometnice je izveden v zaseku, na erozijsko bolj izpostavljenih mestih so potrebni tudi podporni in oporni objekti. Pogosto so nove gozdne vlake namenjene traktorskemu spravilu na takih naklonih ekonomsko manj ugodna rešitev. Prav tako je njihova gradnja podvržena dodani presoji na gozdni ekosistem in marsikdaj podvržena dodatnim ekološkim omejitvam. Zato je pogosto bolj smiselno umeščati prometnice ki omogočajo žičniško spravilo. Na teh naklonih so vse vlake grajene.

Na deloviščih kjer je že vzpostavljena praksa in infrastruktura traktorskega spravila, pa je to vredno ohraniti in vzdrževati, saj traktorsko spravilo omogoča večjo plastičnost načrtovanja delovnih procesov.

Nad 70 % (nad 35 °)

Ti najstrmejši nakloni so prednostna domena žičniškega spravila.

Njihova gradnja je podvržena dodani presoji na gozdni ekosistem in marsikdaj podvržena tudi dodatnim ekološkim omejitvam. Na teh naklonih so vse vlake grajene. Večino gradnje prometnic na takih naklonih je potrebno izvajati v izkopu, saj so stabilni nakloni nasipnih brežin pogosto nižji od naklona takega terena. Pogosto je potrebno tudi izvajati podporne in oporne objekte, kar gradnjo dodatno močno podraži. Zato je potrebno preudarno presoditi kam umestiti prometnice in jih prilagoditi predvsem žičniškemu spravilu, ki rabi relativno redko mrežo prometnic in ima najmanjši vpliv na povzročanje erozije na takih naklonih.



Slika 46: Moderna gozdarska mehanizacija omogoča varno in ekološko sprejemljivo delovanje na vse višjih naklonih. Vendar je prisotnost take mehanizacije v Sloveniji še zelo redka. (foto: M. Dolenšek)

3.4.2.3 Priporočila o rekonstrukciji

Kakšna je minimalna širina vozišča obstoječih prometnic?

Širina vozišča do 2,4 m

Za delo z manjšimi domačimi traktorji lahko zadostujejo gozdne vlake širine do 2,4 m. Prav tako obstajajo tudi redki profesionalni izvajalci traktorskega spravila, ki bodo lahko izvedli storitev na takih prometnicah, seveda z nizkimi delovnimi učinki in posledično višjo ceno.

Čeprav je večina mehanizacije ki se uporablja v gozdovih širine do 2,3 m [212], ta za svoje varno delovanje in doseganje zelenih učinkov potrebuje prometnice širše od 2,5 m. Zavedati se je potrebno tudi, da v primeru večjega obsega sanitarne sečnje te prometnice ne bodo kos potrebnemu obsegu dela.

Z izvedbo rekonstrukcije (odvisno od tega koliko bodo izboljšani tehnični elementi prometnice) bo lahko ta poleg obstoječega ozkega nabora mehanizacije sprejela tudi učinkovitejšo mehanizacijo tako za izvajanje traktorskega spravila, kot tudi žičniškega spravila in strojne sečnje in spravila ter nudila varen transport z gozdarskimi prikolicami.

Širina vozišča med 2,5 in 3 m

Obstoječa širina vozišča že nudi možnost delovanja večjemu naboru mehanizacije tako s področja traktorskega spravila z vlačanjem, kot tudi žičniškega spravila (žerjav na traktorju) in transporta z gozdarskimi prikolicami. Take prometnice omogočajo tudi izdelavo in transport sekancev in polen v samem sestoju s traktorskimi priključki.

Z rekonstrukcijo takih prometnic lahko zagotovimo večjo varnost in učinkovitost delovanja omenjenih tehnologij, ter omogočimo tudi uporabo teh prometnic za mehanizacijo strojne sečnje in spravila.

Za izvajanje kamionskega transporta GLS, izvajanje žičniškega spravila s kamioni in izdelavo sekancev s kamioni je (če še ni) smiselno zagotoviti tudi kategorijo »gozdne ceste«, ki omogoča več javnih sredstev za financiranje ali sofinanciranje tako za izgradnjo, kot tudi za vzdrževanje. Če je obstoječa prometnica gozdna vlaka, lahko ta postane gozdna cesta zgolj z izvedbo postopka novogradnje. Rekonstrukcija, ali neposredna prekategorizacija gozdne vlake v gozdno cesto brez ustrezne dokumentacije za novogradnjo namreč ni mogoča.

Širina vozišča med 3,1 in 3,5 m

Take prometnice načeloma omogočajo varno in učinkovito delovanje vsem gozdarskim tehnologijam. Rekonstrukcija takih prometnic je priporočljiva v primeru potrebe po spreminjanju poteka same prometnice ali bistveni spremembi tehničnih elementov. Zavedati pa se je potrebno, da je največja dovoljena širina vozišča tako gozdne vlake v premi, kakor tudi vozišča gozdne ceste, omejena na 3,5 m.

Za izvajanje kamionskega transporta GLS, izvajanje žičniškega spravila s kamioni in izdelavo sekancev s kamioni je (če še ni) smiselno zagotoviti tudi kategorijo »gozdne ceste«, ki omogoča več javnih sredstev za financiranje ali sofinanciranje tako za izgradnjo, kot tudi za vzdrževanje. Če je obstoječa prometnica gozdna vlaka, lahko ta postane gozdna cesta zgolj z izvedbo postopka novogradnje. Rekonstrukcija, ali neposredna prekategorizacija gozdne vlake v gozdno cesto brez ustrezne dokumentacije za novogradnjo namreč ni mogoča.

3.4.2.4 Priporočila za optimizacijo sekundarnega prometnega omrežja

Traktorje z gozdarskimi prikolicami, ki izvajajo transport GLS iz pomožnih skladišč do večjih sortirnih skladišč GLS, ali celo do končnega uporabnika smo vsebinsko umestili v primarno prometno omrežje, ki v našem primeru poleg gozdnih cest zajema tudi vlake namenjene tovrstnemu transportu GLS. Zato je sklop o sekundarnem prometnem omrežju prvenstveno vezan na traktorsko spravilo z vlačanjem in del spravila s forwarderjem (strojem za spravilo), ki se odvija po trajnih prometnicah. Sečne poti, kjer se odvija večji del strojne sečnje in spravila nimajo trajne narave in niso uvrščene med gozdne prometnice.

Ker žičniškemu spravilu vedno sledi transport GLS z gozdarskimi prikolicami ali tovornimi kompozicijami, to ne potrebuje tovrstnega sekundarnega sistema prometnic. Zato smo žičniško spravilo obravnavali zgolj pri optimizacijah v primarno prometno omrežje.

Kakšna je maksimalna oddaljenost sestoja od obstoječih trajnih prometnic?

Do 30 m

	
Razdalja privlačevanja/zbiranja	Vožnja zunaj trajnih prometnic
OK	OK

V tem primeru mreža gozdnih prometnic ne potrebuje dodatne zgostitve ne glede na izbrano tehnologijo sečnje in spravila. Glavnina vlaganj naj se usmerja v vzdrževanje in izboljšanje (rekonstrukcije) obstoječih gozdnih prometnic.

30 do 100 m

	
Razdalja privlačevanja/zbiranja	Vožnja zunaj trajnih prometnic
Odvisno od primera	OK

Tako omrežje prometnic večinoma omogoča vse oblike spravila.

O smotrnosti zgostitve takega omrežja z novimi gozdnimi vlakami za potrebe traktorskega spravila pa se posvetujte s predstavnikom ZGS, saj lahko z zgostitvijo marsikje izboljšamo ekonomski in ergonomski vidik tovrstnega spravila.

100 do 200 m

	
Razdalja privlačevanja/zbiranja	Vožnja zunaj trajnih prometnic
Priporočljiva optimizacija	OK

Pri traktorskem spravilu je brez zgostitve omrežja nujno ročno predspravilo, saj se večina gozdnih površin nahaja zunaj dosega traktorskega vitla. To je pogojno sprejemljivo zgolj v izjemnih primerih. Zato je zgostitev takega prometnega omrežja z novimi gozdnimi vlakami nujna, v kolikor bi želeli izvajati varno, ergonomsko in ekonomsko rentabilno traktorsko spravilo.

Za strojno sečnjo in spravilo ter žičniško spravilo s traktorskimi žičnimi žerjavi tako omrežje načeloma še ne potrebuje zgostitve.

200 do 400 m

	
Razdalja privlačevanja/zbiranja	Vožnja zunaj trajnih prometnic
Priporočljiva optimizacija	Odvisno od primera

Zgostitev takega prometnega omrežja z novimi gozdnimi vlakami je nujna za potrebe traktorskega spravila, saj se večina gozdnih površin nahaja zunaj dosega traktorskega vitla.

Strojna sečnja in spravilo se v prvi meri odvija po sečnih poteh, ki niso trajne narave in niti uvrščene med gozdne prometnice. Pri pravilnih razdaljah nad 200 m, pa je prehodov strojev za spravilo (običajno forwarder) na določenih mestih že bistveno preko 10, kar pusti na gozdnem sestoju tudi trajne posledice. Zato je tovrstno vožnjo smiselno izvajati na trajnih prometnicah in tako glavne prometne žile strojev za spravilo umestiti na gozdne vlake, o čemur se je smiselno posvetovati s predstavnikom ZGS. Zgostitev omrežja gozdnih vlak ima lahko tudi pozitivne učinke na ekonomičnost žičniškega spravila s traktorskimi žičnimi žerjavi.

Nad 400 m

	
Razdalja privlačevanja/zbiranja	Vožnja zunaj trajnih prometnic
Priporočljiva optimizacija	Priporočljiva optimizacija

Zgostitev takega prometnega omrežja z novimi gozdnimi vlakami je smiselna pri vseh tehnologijah sečnje in spravila. Pogosto lahko ustrezen rešitev predstavlja tudi zgoščevanje primarnega prometnega omrežja z gozdnimi cestami.

Strojna sečnja in spravilo se v prvi meri odvija po sečnih poteh, ki niso trajne narave in niti uvrščene med gozdne prometnice. Pri pravilnih razdaljah nad 400 m, je število prehodov strojev za spravilo (običajno forwarder) na določenih mestih že izjemno velik (lahko tudi preko 100), kar pusti na gozdnem sestoju trajne posledice. Zato je tovrstno vožnjo smiselno izvajati

na trajnih prometnicah in tako glavne prometne žile strojev za spravilo umestiti na gozdne vlake. Zgostitev omrežja gozdnih vlak pozitivno vpliva tudi na tehnološko izvedljivost žičniškega spravila s traktorskimi žičnimi žerjavi.

Zgostitev takega prometnega omrežja z novimi gozdnimi vlakami je nujna tudi za potrebe traktorskega spravila, saj se večina gozdnih površin nahaja zunaj dosega traktorskega vitla.



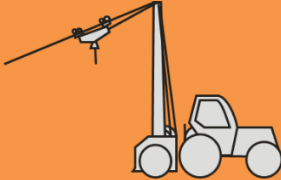
Slika 47: Sekundarno prometno omrežje večino optimiziramo z umeščanjem novih gozdnih vlak

3.4.2.5 Priporočila za optimizacijo primarnega prometnega omrežja

Kot uporabnike primarnega omrežja smo predvideli tako gozdarske tovarne kompozicije, kot tudi traktorje z gozdarskimi prikolicami, ki izvajajo transport GLS iz pomožnih skladišč vse do večjih sortirnih skladišč GLS, ali celo do končnega uporabnika. Zato je lahko primarno prometno omrežje sestavljeno tako iz gozdnih cest, kot tudi utrjenih gozdnih vlak.

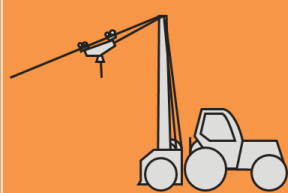
Kakšna je maksimalna pravilna razdalja?

Do 200 m

			
OK	OK	OK	OK

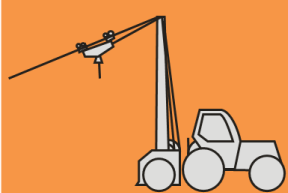
V tem primeru mreža gozdnih cest ne potrebuje dodatne zgostitve ne glede na izbrano tehnologijo sečnje in spravila. Glavnina vlaganj naj se usmerja v vzdrževanje in izboljšanje (rekonstrukcije) obstoječih gozdnih cest.

200 do 300 m

			
OK	OK	Odvisno od primera	OK

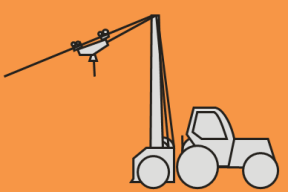
Spravilne razdalje krajše od 300 m omogočajo ekonomsko sprejemljivo spravilo večine pravilnih tehnologij, zato optimizacija primarnega prometnega omrežja večinoma ni potrebna. Pri spravilu z manjšimi žičnimi žerjavi na traktorjih se lahko s predstavnikom ZGS posvetujete o smotrnosti umeščanja novih gozdnih cest ali vlak, z namenom povečanja ekonomske učinkovitosti tega delovnega procesa.

300 do 400 m

			
Odvisno od primera	OK	Odvisno od primera	OK

Spravilne razdalje med 300 in 400 m je z ekonomskih in ergonomskih razlogov pogosto že smiselno skrajševati za traktorsko spravilo z vlačanjem in žičniško spravilo z manjšimi žerjavi na traktorjih. S predstavnikom ZGS se lahko posvetujete o smotrnosti umeščanja novih gozdnih cest ali vlak s tem namenom. Tako omrežje gozdnih cest načeloma ne potrebuje zgostitve za potrebe strojne sečnje in spravila ter spravila z večjimi žičniškimi žerjavi.

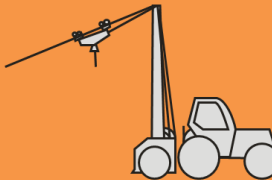
400 do 800 m

			
Priporočljiva novogradnja	Odvisno od primera	Priporočljiva novogradnja	Odvisno od primera

Spravilne razdalje med 400 in 800 m je priporočljivo skrajševati z novimi gozdnimi cestami ali vlakami za potrebe traktorskega spravila z vlačanjem in žičniškega spravila z manjšimi žerjavi

na traktorjih. Za potrebe strojne sečnje in spravila ter spravila z večjimi žičniškimi žerjavi, pa se je o smotnosti umeščanja novih gozdnih cest smiselno posvetovati s predstavnikom ZGS.

Nad 800 m

			
Priporočljiva novogradnja	Priporočljiva novogradnja	Priporočljiva novogradnja	Priporočljiva novogradnja

Spravitne razdalje daljše od 800 m so tako tehnično, kot tudi ekonomsko priporočljive za skrajševanje za vse spravilne tehnologije. V predhodni študiji smo že predlagali, da bi gozdove s spravitnimi razdaljami daljšimi od 800 m, določili kot ekonomsko neodprte (to ne velja, v kolikor obstoječe prometnice omogočajo varno vožnjo GLS s traktorsko prikolico, po sistemsko vzdrževanih prometnicah) [213].

3.4.2.6 Kako poteka postopek pridobitve dokumentacije za izvedbo izbrane investicije

ZGS svetuje investitorju glede najprimernejšega tipa investicije in investitorju predstavi vse potrebne nadaljne korake.

Postopek se formalno začne s pobudo za izdelavo elaborata vlake ali ničelnice (gozdne ceste), ki jo vloži na ZGS lastnik gozda ali investitor, pisno ali ustno na ZGS.

V kolikor ZGS ugotovi, da želena investicija ni dopustna z določili GGN, zavrne izdelavo elaborata vlake oz. ničelnice.

V nasprotnem primeru sledi izdelava elaborata vlake ali ničelnice. V elaboratu vlake so že navedena tudi vsa potrebna soglasja. Pri gozdnih cestah, pa je končen nabor potrebnih soglasij znan šele po izvedbi načrta gozdne ceste/rekonstrukcije s strani odgovornega projektanta.

Vsem tipom investicije je skupno to, da je potrebno dokazati pravico graditi. Za gradnjo gozdnih prometnic se kot dokazilo o pravici graditi po zakonu, ki ureja graditev objektov, šteje overjeno soglasje lastnikov gozdov, ki imajo v lasti več kot tri četrtine površin zemljišč na trasi predvidene gozdne prometnice. Edina možna odstopanja od tega pravila so možna pri nujni gradnji gozdnih prometnic zaradi sanacije.

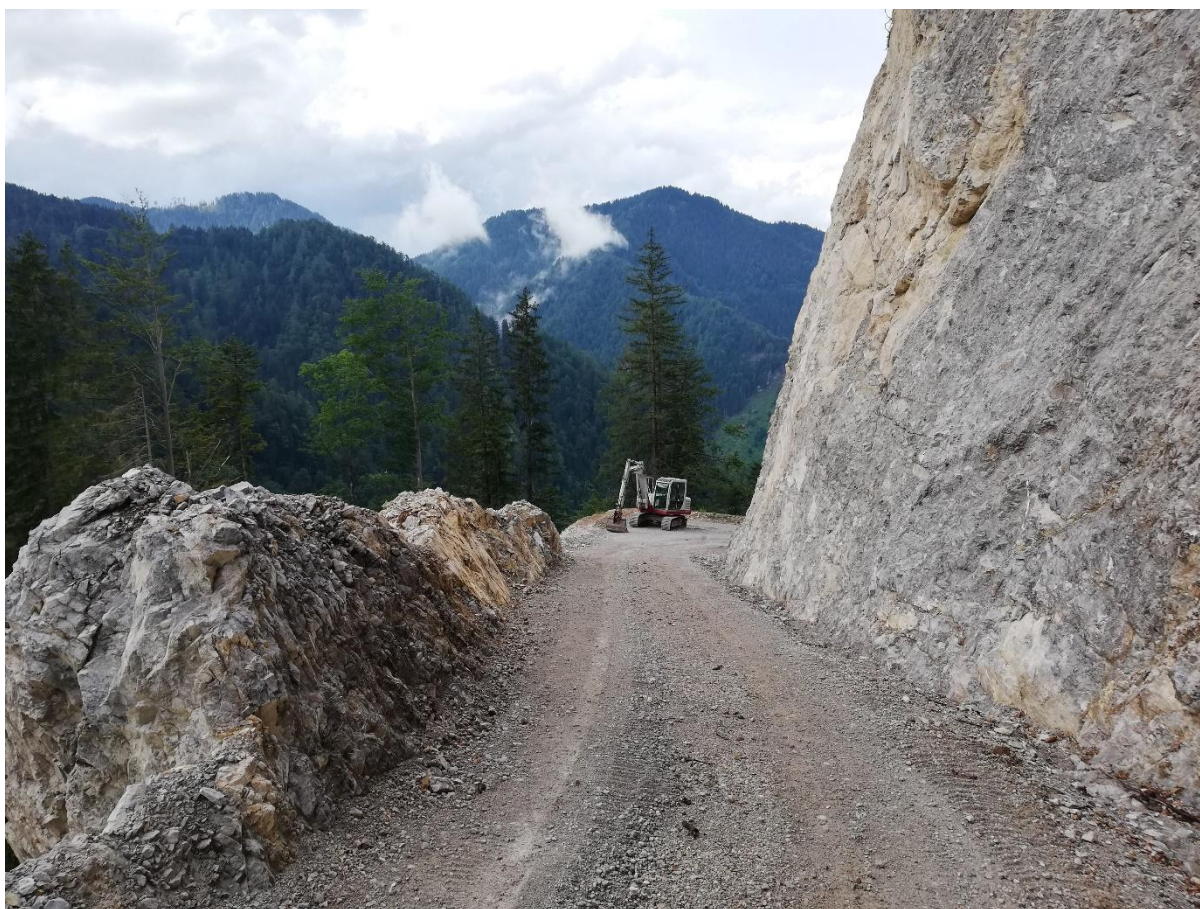
Za dotično investicijo lahko ni predvideno nobeno dodatno soglasje, ali pa so predvidena številna soglasja (npr. priključitev na javno infrastrukturo, naravovarstveno soglasje, vodno soglasje, kulturno-varstveno soglasje,...). Slednja se razlikujejo glede na tip investicije in lokalne režime upravljanja gozdnega prostora.

Posek dreves in začetek gradbenih del je možen šele, ko so pridobljena vsa potrebna soglasja in podano končno dovoljenje s strani ZGS. Tudi slednje se razlikuje glede na tip investicije.

Čas za pridobitev potrebne dokumentacije in cena

Okviren čas od podaje pobude, do možnega začetka gradnje znaša pri gozdnih vlakah od 7 dni do 3 mesece; pri gozdnih cestah pa od 2 do 6 mesecev.

Okviren strošek pridobitve vse potrebne dokumentacije pa sega od 0 do 1000 € pri gozdnih vlakah in od 1000 do več 1000 € pri gozdnih cestah.



Slika 48: Tako čas potreben za pridobitev vse potrebne dokumentacije in izvedbo del, kot tudi cena dokumentacije in gradbenih del lahko zelo variirajo. Gradnja gozdnih cest na velikih naklonih in erozijsko izpostavljenih območjih spada med najkompleksnejša vlaganja v omrežje gozdnih prometnic

3.4.3 Kako do izvajalca storitev gozdnega gradbeništva?

Gozdno gradbeništvo je zelo širok pojem, ki je podvržen tudi precej različnim interpretacijam. V najširšem pomenu gozdno gradbeništvo zajema: načrtovanje, projektiranje, gradnjo, rekonstrukcijo in vzdrževanje gozdnih prometnic, objektov za urejanje hudournikov in objektov za zaščito pred erozijo v gozdnem prostoru. Tukaj se prednostno osredotočamo na ukrepe na gozdnih prometnicah.

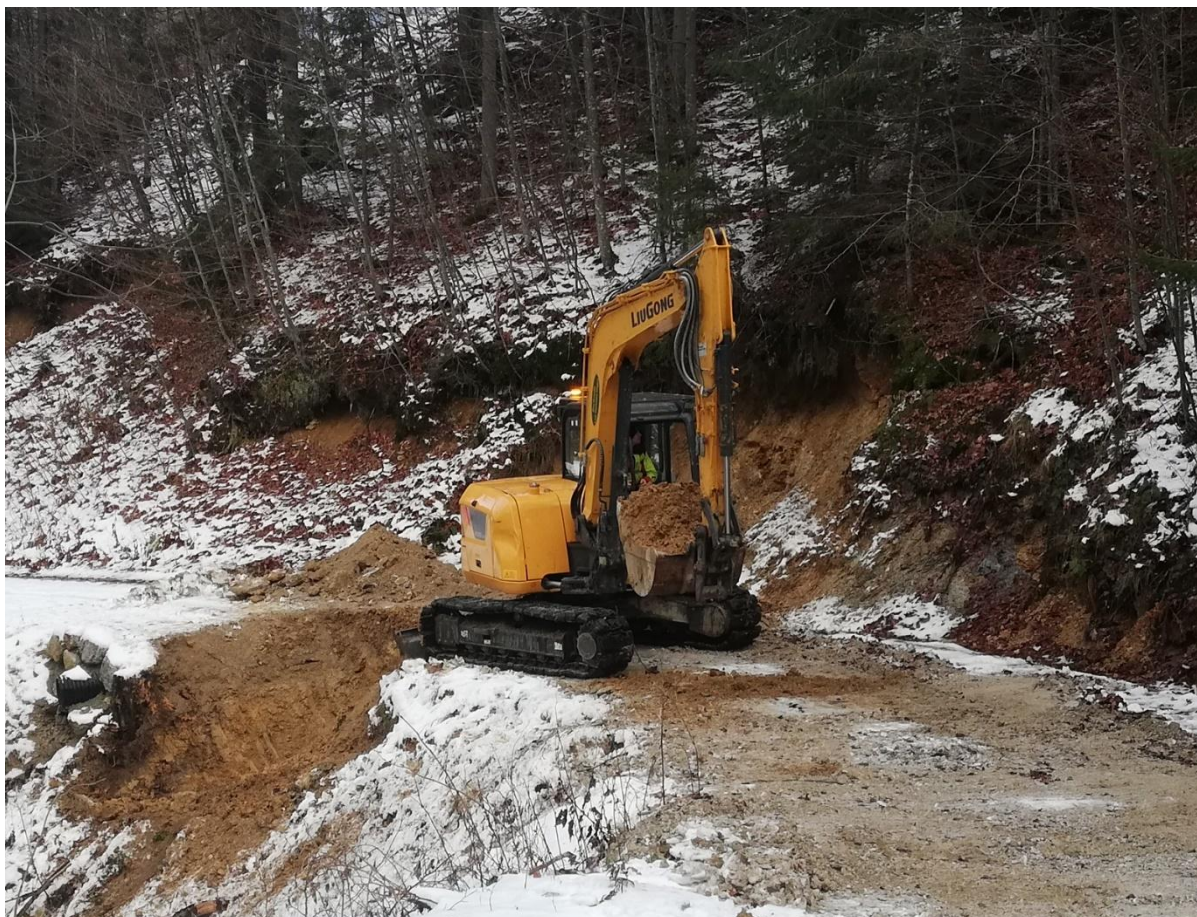
3.4.3.1 Izvajalci gozdnega gradbeništva

Večje posege na gozdnih prometnicah načrtuje ZGS, projektirajo pa (načeloma potrebno zgolj pri gozdnih cestah) pooblaščen inženirji, ki so zavedeni pri Inženirski zbornici Slovenije pogosto niso zaposleni pri izvajalskem podjetju.

Gradbena dela izvajajo gradbena podjetja (registrirana dejavnost gradbeništva). Poudariti je potrebno, da so številna gozdarska podjetja tudi ustrezno usposobljena in opremljena za izvajanje gradbenih del. Nadzor nad izvedbo del na gozdnih vlakih izvaja ZGS, na gozdnih cestah pa poleg ZGS (v večini primerov) tudi nadzornik.

Najenostavnejši ukrepi vzdrževanja gozdnih prometnic, kjer ni potrebnih večjih zemeljskih del so pogosto primerni tudi »običajni« izvajalci sečnje in spravila, saj lahko z motorno žago, odzivno in rampno desko traktorja, ali dodatnimi traktorskimi priključki izvedejo vzpostavitev prevoznosti prometnice, ali povrnitve v prvotno stanje. Tovrstne ukrepe, ki ne potrebujejo posebnih soglasij lahko lastniki načrtujejo sami, ali v sodelovanju z izvajalcem del.

Odkvisno od specifik predvidenih ukrepov gozdnega gradbeništva, lahko izbiramo iz široke palete od pretežno gozdarskih, do pretežno gradbenih podjetij, ali pa tudi kombinacije več izvajalcev. Spletni sistem MojGozdar.si, ki ga upravljamo na Gozdarskem inštitutu Slovenije je investitorjem pri iskanju izvajalcev lahko v veliko pomoč, saj zajema vse izvajalce sečnje in spravila, ki so bili deležni predpisanega inšpekcijskega nadzora (preko 1000 ustreznih) ter tiste izvajalce gozdnega gradbeništva, ki so prostovoljno ustopili v ta spletni sistem (93). Izvajalce na njem lahko izbirate glede na želeno storitev in regijo delovanja ter jim lahko tudi pošljete digitalno povpraševanje, ali pa z njimi navežete stik preko telefona. Za več informacij o spletnem sistemu MojGozdar.si, pa predlagamo da si ogledate vodnik, ali enega od naslednjih prispevkov [223-226]



Slika 49: Pred izbiro izvajalca gozdnega gradbeništva je priporočljivo preveriti status podjetja, strokovno usposobljenost, opremljenost ter minule reference oz. izkušnje drugih uporabnikov.

V nadaljevanju navajamo nabor možnih odlik, s katerimi lahko razpolagajo izvajalci:

Status podjetja (ki narekuje na resnost poslovanja):

- ❖ Podjetje je aktiven poslovni subjekt
- ❖ Ni v stečajnem postopku, postopku likvidacije, ali prisilne poravnave
- ❖ Ni davčni neplačnik
- ❖ Ima registrirano dejavnost gradnje

Usposobljenost / strokovnost:

- ❖ Ima zaposlenega vodjo gradnje, ki je vpisan pri Gospodarski zbornici, Obrtni zbornici ali Inženirski zbornici*
- ❖ Zavarovanje odgovornosti
- ❖ Razpolaga z mehanizacijo, ki ustreza lokalnim pogojem gradnje*
- ❖ Predhodne reference primerljivih objektov
- ❖ Imamo podatek o predhodnem zadovoljstvu strank (ali lastne izkušnje) s storitvami tega podjetja
- ❖ Razpolaga s certifikatom kakovosti**

Okoljska in trajnostna sprejemljivost – tudi FSC zahteve:

- ❖ Razpolaganje z ekološkim kompletom*
- ❖ Gasilni aparat na gradbišču *
- ❖ Osebna varovalna oprema *
- ❖ Uporaba biorazgradljivih olj (velja zgolj za sečnjo) *

* Prednost namenimo izvajalcem, ki izkažejo pripravljenost za podpis pogodbe s klavzulami ki so za nas pomembne: npr. rok izvedbe, preverjanje zahtev na terenu ki so potrebne za ohranitev FSC certifikata,... (Nabor možnosti je označen z »*« v prejšnjih alinejah) [227].

** Strokovne ocene in certifikati izvajalcev: Številna izvajalska podjetja izkazujejo svoj nadstandard s posedovanjem različnih certifikatov. Mednarodno najbolj priznani certifikati gozdarskih podjetij so FSC in PEFC [228,229], možni so tudi drugi certifikati kakovosti (npr. ISO). V Sloveniji se lahko podjetja, ki ponujajo gozdarske storitve (tudi gozdno gradbeništvo) prostovoljno vključijo v strokovno oceno MojGozdar, kjer strokovnjaki Gozdarskega inštituta Slovenije na podlagi priloženih dokazil podajo strokovno oceno podjetju v obliki storžev [225].

3.4.3.2 Podpis pogodbe z izvajalci

Gradbena pogodba

Je priporočljiv dokument med investitorjem in izvajalcem gradbenih del. Splošno tipsko pogodbo za gozdarske storitve lahko izdelate v spletnem sistemu MojGozdar. V vsakem primeru so nujni elementi pogodbe:

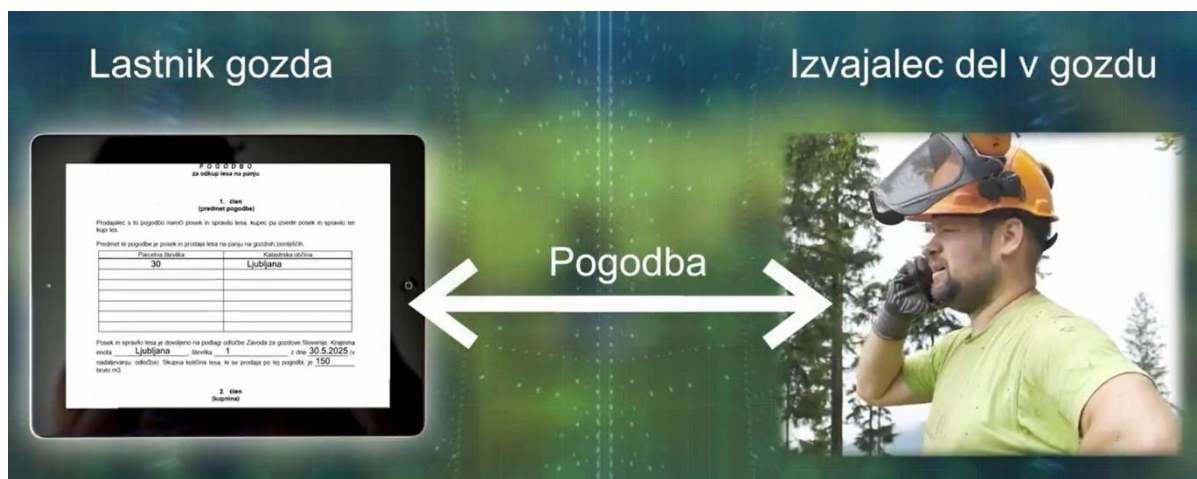
- ❖ Predmet naročila
- ❖ Rok izvedbe
- ❖ Cena in po potrebi način obračuna
- ❖ Način reševanja odstopanj od pogodbe

Dodatni možni elementi pa so še:

- ❖ Obveščanje investitorja o začetku del
- ❖ Zahteve za uporabo mehanizacije, ki ustreza lokalnim pogojem gradnje
- ❖ Prisotnost vodje gradnje na delovišču
- ❖ Prisotnost ekološkega kompleta in gasilnega aparata na delovišču
- ❖ Uporaba osebne varovalne opreme za vse prisotne na gradbišču
- ❖ Uporaba biorazgradljivih olj med sečnjo

Projektantska in nadzorna pogodba

Pri gradnji in rekonstrukciji gozdnih cest je potrebno podpisati tudi pogodbe s projektantom in (v primeru gradbenega nadzora) tudi z nadzornikom. Tu je možnosti zlorab precej manj kot pri gradbenih delih, ključno je, da se jasno določijo dolžnosti posameznih pogodbenih strank.



Slika 50: Pri iskanju izvajalcev gozdnega gradbeništva in pri pripravi izvajalskih pogodb, si lahko pomagata s spletno platformo www.MojGozdar.si

3.4.4 Spremljanje kakovosti gradnje

Zagotavljanje erozijsko odpornih in tehnično izpravnih gozdnih prometnic je izjemnega pomena za zagotavljanje vseh gozdnih funkcij. Hudourniške poplave iz leta 2023 so nakazale na izdaten pomen skrbnega načrtovanja, gradnje in vzdrževanja gozdnih prometnic [230]. H kakovostnejši izvedbi lahko zagotovo prispeva dobro informiran in zainteresiran lastnik gozda, čemur je med drugim tudi namenjen projekt TehGozd.

Za dela, ki jih načrtuje ZGS, oni tudi spremljajo njihovo izvedbo na terenu.

Pri novogradnjah in rekonstrukcijah gozdnih cest pa je obvezno (enostavni objekti financirani s SKP ter vsi nezahtevni in manj zahtevni objekti), oz. priporočljivo (zgolj pri enostavnih objektih, ki niso financirani iz SKP), da investitor zagotovi tudi gradbeni nadzor s strani pooblaščenega inženirja. Gradbeni nadzor zajema vodenje gradbenega dnevnika in knjige obračunskih izmer, detajle pa se določi z nadzorno pogodbo. Gradbeni nadzornik je pogosto ista oseba, ki je pripravila tudi projekt gozdne ceste. Gradbeni nadzornik skrbi, da delo poteka skladno z dogovorom in zastopa interese investitorja napram izvajalcu.

V kolikor dotična investicija ne predvideva gradbenega nadzora, je zelo priporočljivo, da se investitor sam aktivno loti nadzora. Predstavnik ZGS namreč običajno zgolj pregleda zaključeno delovišče, pa še za ta ogled nima na voljo prav veliko časa. V kolikor je investitor sam vključen v nadzor, bo gozdna prometnica dosledneje izpolnjevala tako okoljske kot tudi tehnološke zahteve. Morebitne nepravilnosti pa bodo odpravljene hitreje in ceneje. Prav tako kvalitetno izvedena prometnica zahteva manjše stroške vzdrževanja v prihodnje.

3.4.4.1 Kontrolni vprašalnik za spremljanje kakovosti gradnje gozdne vlake

V nadaljevanju predstavljamo Kontrolni vprašalnik za spremljanje kakovosti gradnje gozdne vlake s strani gozdnega posestnika, ki pa se lahko prilagojeno uporablja tudi pri vlaganjih v gozdne ceste [231]. Prav tako, pa je vprašalnik uporaben pri vseh vzdrževalnih delih, ki jih

koordinira gozdni posestnik. Sploh pri slednjih se običajno srečujemo z manj izkušenimi izvajalci in nižjo stopnjo načrtovanja in nadzora, zato je zelo pomembno, da zna gozdni posestnik sam poiskati po minulih elaboratih ključne tehnične zahteve posamezne prometnice, oz. pridobiti te usmeritve od ZGS.

Če bo gozdni posestnik aktivno spremljal izvedbo novogradnje prometnice, bo tudi prej opazil pomanjkljivosti prometnice v njeni življenjski dobi in ustrezneje odredil vzdrževalna dela, ki jih bo ponovno znal tudi nadzirati oz. izvesti. Za izvedbo vzdrževalnih del so ključni predvsem naslednji podatki: širina planuma, prečni naklon, nakloni odkopnih brežin ter zahteve glede prečnih jarkov in morebitnih prečkanj vodotokov.

Kontrolni list je dostopen tudi na spletu:

<https://www.gozdis.si/f/docs/projekti/Prevzem-gozdne-vlake.pdf>

Pregled gozdne vlake.....(št. vlake ali elaborata), dne.....

Tehnične značilnosti gozdne vlake, ki so pomembne za izvajanje namenske rabe:

kazalnik	elaborat	izmerjeno
Dolžina (m)		
Najmanjša širina planuma (m)		
Največji podolžni naklon (%)		
Prečni naklon (%)		
Priključek na drugo prometnico pod primernim kotom		
Urejeno pomožno skladišče		

Tehnične značilnosti gozdne vlake, ki so pomembne za omejevanje erozijskih procesov, zagotavljanje stabilnost pobočij in urejanje odvoda površinskih in meteornih voda:

kazalnik	elaborat	izmerjeno
Maksimalni naklon odkopnih brežin		
Maksimalni naklon nasipnih brežin		
Število / razmak prečnih jarkov		
Globina prečnih jarkov		
Ustrezno izvedeno prečkanje vodotoka		

Pomanjkljivosti zunaj same gozdne vlake:

kazalnik	ugotovljeno
Poškodbe na stoječem drevju, ali mladju	
Poškodbe na ostalih prometnicah, ali drugih površinah	
Puščeni odpadki v gozdu	
Sečni ostanki so ustrezno zloženi, ali umaknjeni	

V kolikor smo z izvajalcem podpisali gradbeno pogodbo, se lahko na terenu preverja tudi dodatne zahteve do izvajalca, ki smo jih tam zapisali.



Slika 51: Kontrolni vprašalnik za spremljanje kakovosti gradnje gozdne vlake s strani gozdnega posestnika. Pdf različica, vključno z vodili za izbor izvajalca je na voljo tu: <https://www.gozdis.si/f/docs/projekti/Prevzem-gozdne-vlake.pdf>

Možen nabor zahtev, ki jih lahko po dogovoru z izvajalcem preverjamo na terenu:

- ❖ Prisotnost vodje gradnje na delovišču

- ❖ Uporaba mehanizacije, ki ustreza lokalnim pogojem gradnje
- ❖ Na delovišču je prisoten ekološki komplet
- ❖ Na delovišču je prisoten gasilni aparat
- ❖ Delavci uporabljajo osebno varovalno opremo
- ❖ Za sečnjo se uporablja biorazgradljiva olja

3.4.5 Stroški gradnje in financiranje del

Za grobo oceno investicije v gozdne vlake lahko izhajamo iz upravičenih stroškov tekočega metra gozdne vlake iz kataloga stroškov v sklopu skupne kmetijske politike za obdobje 2023–2027 [232]. Večina investicij v gozdne vlake se giba blizu navedenih upravičenih vrednosti. Seveda pa so najenostavnejše priprave in rekonstrukcije vlak, ki se odvijajo praktično brez zemeljskih del lahko bistveno cenejše, istočasno pa so lahko najkompleksnejše novogradnje na erozijsko izpostavljenih odsekih tudi bistveno dražje. V kolikor je pri gozdni vlaki zahtevana pridobitev posebnih študij, je potrebno k ceni po tekočem metru prišteti še tovrstne stroške dokumentacije, ki lahko znašajo od 0 do okvirno 1000 €.

Preglednica 26: Upravičeni stroški tekočega metra gozdne vlake iz kataloga stroškov v sklopu skupne kmetijske politike za obdobje 2023–2027 [232]

4.1.2	Gozdne vlake		
4.1.2.1	Gradnja gozdne vlake, več kot 50 % izkopa v 5. in 6. kategoriji zemljin	tm	16,00
4.1.2.2	Gradnja gozdne vlake, 50 % ali manj izkopa v 5. in 6. kategoriji zemljin	tm	11,00
4.1.2.3	Rekonstrukcija gozdne vlake	tm	8,00
4.1.2.4	Priprava gozdne vlake	tm	7,00

Pri grobi oceni vlaganj v gozdne ceste upravičen strošek tekočega metra gozdne ceste iz kataloga stroškov v sklopu skupne kmetijske politike za obdobje 2023–2027 (120 €/tm) nakazujejo predvsem ceno kompleksnejših novogradenj in rekonstrukcij z večjimi zemeljskimi in kompleksnejšimi gradbenimi elementi (prečkanja strug, podporni elementi,...). Enostavnejše novogradnje in rekonstrukcije gozdnih cest z manjšimi zemeljskimi deli je mogoče izvesti tudi za polovico navedene cene. K tej ceni je potrebno prišteti še strošek pridobitve vse potrebne dokumentacije, ki pri gozdnih cestah znaša od okvirno 1000 do 5000 € in več.

Pred vstopom v investicijo je smiselno dogovoriti obliko participacije z vsemi večjimi uporabniki nove (oz. rekonstruirane) prometnice. Poleg lastnikov gozdnih zemljišč, so lahko uporabniki teh prometnic tudi npr. upravljalci gospodarske infrastrukture, ki se nahaja v gozdovih,... Poleg participacije drugih uporabnikov, pa se je smiselno tudi potegovati za sofinanciranje iz javnih sredstev preko razpisov Skupne kmetijske politike za obdobje 2023–2027, ki trenutno predstavlja glavni vir javnih sredstev v te namene. Ti trenutno omogočajo

povračilo 50 % upravičenih stroškov za gozdne vlake, 75 % za gozdne ceste in 100 % za protipožarne prometnice. Več informacij o možnostih pridobitve javnih sredstev pa vam lahko zagotovi predstavnik ZGS.

3.5 Zaključki

Odprtost gozdov z gozdnimi prometnicami je ključnega pomena za zagotavljanje večnamenske vloge gozdov. Velika večina slovenskih lastnikov gozdov se le redko sreča z večjimi vlaganji v omrežje gozdnih prometnic. Zato je nepoznavanje potrebnih postopkov in nalog posameznih deležnikov na tem področju veliko. Nepoznavanje področja pa rezultira tudi v manjšem interesu lastnika za gospodarjenje z gozdom in manjšem interesu za vlaganje v infrastrukturo gozdnih prometnic, nenazadnje pa tudi omogoča večje špekulacije, s strani izvajalskih podjetij. Zato je zelo smiselno lastnike spodbuditi, ter jim že v »varnem« domačem spletnem okolju podati informacije zakaj in na kakšen način je smiselno v dotičnem primeru začeti in kaj jih čaka v preostanku procesa optimizacije omrežja gozdnih prometnic ter s tem neposredno spodbujati gozdarstvo (razvojni cilj). S predhodno informiranostjo lastnikov/investitorjev se razbremeni tudi predstavnike ZGS, ki za tem vodijo lastnika/investitorja skozi postopke potrebne za pripravo, gradnjo ali rekonstrukcijo gozdnih prometnic.

V poglavju 3.3 smo predstavili ključne kriterije in indikatorje, ki vplivajo na različne možnosti rabe in načine umeščanja gozdnih prometnic v prostor. Te indikatorje smo v poglavju 3.4 dodatno pretresli ter jim dodali še usklajene mejne vrednosti ter tako ustvarili Usmeritve za lastnike, ki se odločajo za optimizacijo omrežja gozdnih prometnic. Dokument v dveh delih ločeno obravnava (1) možnosti za rabo in vzdrževanje obstoječih gozdnih prometnic ter (2) usmeritve, ki služijo informiranju lastnika o smiselnih investicijah v omrežje gozdnih prometnic in zajemajo predloge rekonstrukcij obstoječih prometnic ali umeščanju novih.

Izzivi pa se ne zaključijo z odločitvijo o vstopu v investicijo ter pripravo vse potrebne dokumentacije, ampak se nadaljujejo z izbiro izvajalca in izvedbo gradbenih del. V poglavju 3.1 je bil zato izveden pregled domačih in tujih virov s področja kontrole kakovosti v gradbeništvu ter predlagana merila in kazalniki za kakovostno projektiranje in gradnjo gozdnih prometnic. Poglavja 3.4.3, 3.4.4 in 3.4.5 z vodili lastnikom oz. investitorjem za kvalitetno izvedbo gradbenih del predstavlja nadaljevanje teh vsebin. Ta dokument predstavlja (1) odlike kakovostnih izvajalcev gozdnega gradbeništva, (2) lastniku gozda predstavlja kako izvajati nadzor nad gradnjo gozdnih vlak in drugih objektov ter ga pripravlja na (3) pričakovane stroške gradnje in pripravo dokumentacije, ter možnosti sofinanciranja teh del.

Vsa izhodišča navedenih izsledkov so bila združena v enovit Priročnik za podporo lastniku ob investiciji v omrežje gozdnih prometnic. Tako so na enem mestu strnjene vse praktične informacije, ki na nov sistematični metodološki pristop nudijo možnost strokovne ocene stanja tako prometnega omrežja, kot tudi dotičnih gradbenih del. Posebno mesto je bilo namenjeno prilagajanju prometnega omrežja z namenom uvajanja novih tehnologij v gozdarstvu. Da bi

lahko lastniki gozdov, investitorji in odločevalci hitreje prišli do iskanih vsebin, smo v izdelali interaktivno spletno orodje (gozdne prometnice), ki je namenjeno dvostopenjskemu filtiranju vsebin priročnika. V prvi fazi uporabnik izbere želene vsebine, v drugi fazi pa z odgovorom na vprašanja le te zooža na njegov dotični primer. Izbrana (prefiltrirana) poglavja priročnika je mogoče izvoziti v pdf ter jih natisniti za kasnejšo rabo na terenu, ali sestanek pri revirnem gozdarju.

4 OCENA KAKOVOSTI PRI IZVAJANJU DEL V GOZDOVIH

Trajnostno, sonaravno in večnamensko gospodarjenje z gozdovi zahteva načrtovanje, strokovno izvedbo ter učinkovito spremljanje vseh posegov, ki se v njih izvajajo. Med pomembne izzive sodobnega gozdarstva sodi zagotavljanje kakovosti izvedbe del, saj ta neposredno vpliva na dolgoročno vitalnost gozdov, varnost pri delu, stroške vzdrževanja ter zadovoljstvo lastnikov, uporabnikov in obiskovalcev gozda. V praksi se pogosto pojavljajo razlike med načrtovanim in dejansko izvedenim delom, kar lahko vodi do neželenih posledic, kot so poškodbe drevja in tal, zmanjšanje proizvodne sposobnosti gozda ali celo ogrožanja naravnih vrednot. Kljub temu pa v Sloveniji sistematičen pristop k ocenjevanju kakovosti del v gozdovih še ni bil celovito razvit. Razlogov za to je več: razdrobljenost izvajalcev, pomanjkanje enotnih meril, omejene možnosti nadzora ter zgodovinsko uveljavljena praksa, ki je bolj temeljila na zaupanju kot na objektivni presoji. Poleg tega je gozdarska dejavnost pogosto pod vplivom sezonskih in terenskih omejitev, kar otežuje standardizacijo postopkov.

Vendar se z večjo profesionalizacijo sektorja, digitalizacijo procesov in večjim pritiskom javnosti po odgovornem ravnanju z naravnimi viri pojavlja potreba po vzpostavitvi jasnih, objektivnih in uporabniku prijaznih orodij za ocenjevanje kakovosti. Takšna orodja ne prispevajo le k boljšemu nadzoru in transparentnosti, temveč tudi k večji strokovnosti, varnosti in dolgoročni trajnosti gozdarskih praks. V nadaljevanju so predstavljeni rezultati dela, ki naslavlja ta izziv in predstavljajo temelj za vzpostavitev celovitega sistema ocenjevanja kakovosti izvedbe del v gozdovih.

4.1 Pregled dokumentov in določb povezanih z izvajanjem del v gozdovih

Gospodarjenje z gozdovi v Sloveniji ureja Zakon o gozdovih (1993) ter drugi podrejeni predpisi. Izvajanje del v gozdovih je tako opredeljeno v okviru gozdarske zakonodaje, okoljevarstvenih predpisov ter splošne zakonodaje o delu, varnosti in zdravju pri delu, pa tudi drugih relevantnih pravnih aktov, ki skupaj zagotavljajo trajnostno, varno in okoljsko odgovorno rabo gozdov.

Čeprav je pravni okvir dobro vzpostavljen, ne obstajajo enotna merila, s katerimi bi lahko celovito vrednotili kakovost izvedbe del v gozdovih. Kljub temu je mogoče kakovost izvajanja del presojati glede na več vidikov oziroma meril, ki izhajajo iz zakonodaje, strokovnih smernic in načel trajnostnega gospodarjenja z gozdovi, in sicer:

- ❖ Skladnost s predpisi: Dela v gozdovih morajo biti izvedena v skladu z veljavno zakonodajo, pravilniki, standardi in drugimi predpisi, ki urejajo gozdarsko dejavnost, varstvo narave ter varnost pri delu.
- ❖ Ohranjanje narave in ekosistemov: Dela morajo upoštevati načela trajnostnega gospodarjenja z gozdovi (nacionalna opredelitev in trajnostnima merila za gozdove iz člena 29(6) Direktive (EU) 2018/2001) in prispevati k ohranjanju narave ter biotske raznovrstnosti. Pri izvajanju del je treba zmanjšati vpliv na ekosisteme, habitatne tipe,

vodne vire in ogrožene vrste ter si prizadevati za ukrepe, ki pripomorejo k blažitvi in prilagajanju podnebnim spremembam.

- ❖ Varstvo tal: Dela morajo upoštevati načela zaščite tal pred erozijo, onesnaženjem in drugimi negativnimi vplivi. Izvajati je treba ustrezne ukrepe za ohranjanje kakovosti tal.
- ❖ Kakovost lesa: Kadar je glavni cilj dela pridobivanje lesa, je pomembno: izbor dreves za posek, varen posek in spravilo lesa ter preprečevanje poškodb lesa med transportom.
- ❖ Varnost pri delu: Izvajanje del v gozdovih mora potekati ob upoštevanju varnostnih standardov. To vključuje pravilno uporabo osebne varovalne opreme, izvajanje varnostnih postopkov ter preprečevanje poškodb pri delu.
- ❖ Ekonomska učinkovitost: Dela morajo biti izvedena na način, ki omogoča gospodarsko uspešnost: učinkovito izkoriščanje virov ter optimizacija stroškov.
- ❖ Rekreacijske in kulturne vrednote: Če se dela izvajajo na območjih, ki imajo rekreacijski ali kulturni pomen, je pomembno ohranяти te vrednote ter zagotoviti, da dela ne vplivajo negativno na te vidike.
- ❖ Kakovost storitev: Strokovnost, natančnost in zadovoljstvo strank.

Ključni pravni akti, ki neposredno vplivajo na izvajanje del v gozdovih, so:

- ❖ Zakon o gozdovih [200]: To je osnovni zakon, ki ureja gospodarjenje z gozdovi v Sloveniji: varstvo, gojenje, izkoriščanje, rabo ter razpolaganje z gozdovi. V njem so tudi določbe, ki se nanašajo na načine izvajanja in opravljanja del v gozdovih.
- ❖ Zakon o urejanju prostora [233]: Ta zakon ureja postopke prostorskega načrtovanja, vključno z umeščanjem infrastrukture in drugih objektov v gozdovih. Za večje posege v prostor je pogosto potrebno pridobiti prostorsko soglasje ali odločbo o prostorskem izvedbenem načrtu.
- ❖ Zakon o varstvu okolja [234]: Ta zakon ureja varstvo okolja pred obremenjevanjem kot temeljni pogoj za trajnostni razvoj in v tem okviru določa temeljna načela varstva okolja, ukrepe varstva okolja, spremljanje stanja okolja in informacije o okolju, ekonomske in finančne instrumente varstva okolja, javne službe varstva okolja in druga z varstvom okolja povezana vprašanja.
- ❖ Zakon o delovnih razmerjih [235]: Ta zakon vsebuje določbe o delovnih razmerjih, ki se nanašajo na delo v gozdovih. Zagotavlja pravice in obveznosti delavcev ter delodajalcev.

Poleg zgoraj navedenih zakonov se izvajanje del v gozdovih podrobneje ureja tudi z različnimi podzakonskimi akti, kot so uredbami, pravilniki in drugimi predpisi. Ti predpisi lahko določajo pogoje za izvajanje določenih vrst del, načine gospodarjenja z gozdovi, varstvo narave, varnost pri delu in druge pomembne vidike.

Preglednica 27: Ključni dokumenti, ki vplivajo na izvajanje del v gozdovih v Sloveniji

Raven	Sektor	Dokument	Tip dokumenta	Leto
Nacionalna	Gozdarstvo	Zakon o gozdovih <i>Forest Act</i>	Zakon	1993
Nacionalna	Okolje	Zakon o varstvu okolja ZVO-1 <i>Environmental Protection Act</i>	Zakon	2004
Nacionalna	Okolje	Celovita presoja vplivov na okolje	Upravni postopek	
Nacionalna	Okolje	Zakon o varstvu okolja ZVO-2 <i>Environmental Protection Act</i>	Zakon	2022
Nacionalna	Prostor	Zakon o prostorskem načrtovanju <i>Spatial Planning Act</i>	Zakon	2007
Nacionalna	Gozdarstvo	Pravilnik o varstvu gozdov <i>Rules on forest protection</i>	Pravilnik	2009
Nacionalna	Gozdarstvo	Pravilnik o izvajanju sečnje, ravnanju s sečnimi ostanki, spravilu in zlaganju gozdno lesnih sortimentov <i>Rules on felling, managing wood residues, harvesting and stacking of timber assortments</i>	Pravilnik	1994
Nacionalna	Gozdarstvo	Pravilnik o gozdni prometnici <i>Rules on forest traffic routes</i>	Pravilnik	2009
Nacionalna	Gozdarstvo	Pravilnik o minimalnih pogojih, ki jih morajo izpolnjevati izvajalci del v gozdovih <i>Rules on the minimum conditions to be met by the executors of works in forests</i>	Pravilnik	1994
Nacionalna	Okolje	Resolucija o Nacionalnem programu varstva okolja za obdobje 2020–2030 <i>National Environment Protection Programme with programmes of measures until 2030</i>	Program	2020
Nacionalna	Gozdarstvo	Inšpektorat Republike Slovenije za kmetijstvo, gozdarstvo, lovstvo in ribištvo: POROČILO ZA LETO 2022	Poročilo	2023
EU	Gozdarstvo	Nova strategija EU za gozdove do leta 2030 <i>New EU Forest Strategy for 2030</i>	Strategija	2021
EU	Gozdarstvo	Aksijski načrt za izvedbo Evropske gozdarske strategije do leta 2020 <i>Action Plan for implementation of the EU Forest Strategy to 2020</i>	Aksijski načrt	2015
Mednarodna	Okolje	Agenda za trajnostni razvoj do leta 2030 <i>The 2030 Agenda for Sustainable Development</i>	Agenda	2016
Mednarodna	Gozdarstvo	FSC standard trajnostnega gospodarjenja z gozdovi <i>FSC standards for sustainable forest management</i>	Standard	2015
Mednarodna	Gozdarstvo	PEFC slovenska shema za certifikacijo gozdov <i>PEFC Slovenian standard for forest certification</i>	Standard	2012
EU	Gozdarstvo	Uredba EU o krčenju gozdov (EUDR) <i>EU Deforestation Regulation (EUDR)</i>	Uredba	2023
EU	Okolje	EU Taksonomija UREDBA (EU) 2020/852 EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA z dne 18. junija 2020 o vzpostavitvi okvira za spodbujanje trajnostnih naložb ter spremembi Uredbe (EU) 2019/2088 <i>EU Taxonomy REGULATION (EU) 2020/852 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 18 June</i>	Uredba	2020

Raven	Sektor	Dokument	Tip dokumenta	Leto
		2020 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment, and amending Regulation (EU) 2019/2088		

4.1.1 Glavne določbe v zvezi z izvajanjem del v gozdovih

Dela v gozdu zajemajo širok spekter dejavnosti, od sečnje in spravila lesa do gojitvenih in varstvenih del, izdelave gozdnih lesnih sortimentov, gradnje gozdne infrastrukture ter upravljanja z divjadjo. Vsaka od teh dejavnosti ima svoje posebnosti, zahteve in vplive na gozdni prostor. Za kakovostno in strokovno izvedbo del v gozdovih je bistveno, da se izvajalci držijo veljavnih pravnih določb in standardov, hkrati pa upoštevajo tudi širša merila trajnostnega in sonaravnega razvoja. To vključuje zagotavljanje varnosti pri delu, varovanje okolja, ohranjanje biotske raznovrstnosti, učinkovito rabo naravnih virov ter skrb za socialne in kulturne vrednote. V nadaljevanju so predstavljeni ključni dokumenti in posamezne določbe, ki vplivajo na kakovost izvajanja del v gozdovih v Sloveniji, katere smo razporedili po področju dela, področju zahtev in zahtevah ter izpisali ključna merila, s katerimi bi lahko vrednotili kakovost izvedbe del v gozdovih (Preglednica 16).

4.1.1.1 Področje dela

- ❖ Sečnja: z motorno žago in strojna sečnja
- ❖ Spravilo: s traktorjem in žičniško spravilo
- ❖ Prevoz lesa
- ❖ Gojitvena dela
- ❖ Varstvena dela
- ❖ Izdelava sekancev
- ❖ Gozdno gradbeništvo
- ❖ Upravljanje z divjadjo

4.1.1.2 Področje zahtev in zahteve

- ❖ ekonomske/gospodarske
 - obseg del in cilj
 - skladnost s predpisi
 - krožno biogospodarstvo
 - načrtovanje gospodarjenja z gozdom v skladu ohranjanja narave
- ❖ socialne/družbene
 - estetika
 - rekreacija
 - ohranjanje vrednot
- ❖ okoljske
 - trajnost gozda
 - odpornost gozda
 - prilagajanje podnebnim spremembam

- varstvo okolja
- ohranjanje narave
- varstvo voda
- varstvo vod in mokrišč
- vezava ogljika
- ohranjanje ogljika
- ohranjanje mrtve biomase
- preprečevanje in nadzorovanje onesnaževanja
- krožno biogospodarstvo
- ohranjanje biotske raznovrstnosti
- načrtovanje gospodarjenja z gozdom v skladu ohranjanja narave

Preglednica 28: Pregled ključnih dokumentov z razvrstitvijo po področju dela in zahtevah ter izpis ključnih meril, ki vplivajo na kakovost izvajanja del v gozdovih v Sloveniji.

DOKUMENT	POGLAVJE/ ČLEN	PODROČJE DELA	PODROČJE ZAHTEV	GLAVNE ZAHTEVE	MERILO ZA VREDNOTENJE KAKOVOSTI
Zakon o gozdovih	III Gospodarjenje z gozdovi 17. člen	Gojitvena dela	Ekonomske/ gospodarske	Obseg del	Upoštevani roki za izvedbo
	III Gospodarjenje z gozdovi 17. člen	Sečnja	Ekonomske/ gospodarske	Obseg del	Upoštevani roki za izvedbo Upoštevana količina in struktura dreves Upoštewane meje gozda Urejeni sečni ostanki Zloženi GLS
	III Gospodarjenje z gozdovi 17. člen	Sečnja	Okoljske	Varstvo okolja Ohranjanje narave	Ustrezen letni čas Odstranjene posledice poškodb tal
	III Gospodarjenje z gozdovi 17.a člen	Sečnja	Ekonomske/ gospodarske	Obseg del	Upoštewane meje gozda Urejeno sečišče
	III Gospodarjenje z gozdovi 17.b in c člen	Prevoz lesa	Ekonomske/ gospodarske	Obseg del	Knjigovodska listina
	III Gospodarjenje z gozdovi 19. člen	Sečnja in spravilo	Ekonomske/ gospodarske	Skladnost s predpisi	Izpolnjevanje minimalnih pogojev za opravljanje del v gozdovih
	III Gospodarjenje z gozdovi 29. člen	Varstvena dela	Okoljske	Trajnost gozda Odpornost gozda Varstvo okolja Ohranjanje narave	Upoštevani predpisani načini izvajanja del
	III Gospodarjenje z gozdovi 37. člen	Gozdno gradbeništvo	Okoljske	Trajnost gozda Varstvo okolja Ohranjanje narave	Upoštevani tehnični, gospodarski in ekološki pogoji gozdnih tal
Pravilnik o izvajanju sečnje, ravnanju s sečnimi ostanki, spravilu in zlaganju gozdnih lesnih	2. Sečnja drevja, izdelava in spravilo gozdnih lesnih sortimentov in ureditev sečišča 4. člen	Sečnja	Okoljske	Varstvo okolja Ohranjanje narave	Sečnja zunaj vegetacijske dobe oziroma v času, ko se najmanj vznemirjajo prosto živeče živali

DOKUMENT	POGLAVJE/ ČLEN	PODROČJE DELA	PODROČJE ZAHTEV	GLAVNE ZAHTEVE	MERILO ZA VREDNOTENJE KAKOVOSTI
sortimentov	5. člen	Sečnja	Okoljske	Varstvo okolja Ohranjanje narave	Ustrezna višina panja
	6. člen	Sečnja	Socialne/družbene Okoljske	Estetika Varstvo okolja Ohranjanje narave	Poškodovanost sosednjih dreves in pomladka Obvisela in polpodrta drevesa
	7. člen	Sečnja in spravilo	Okoljske Ekonomске/ gospodarske	Trajnost gozda Varstvo okolja Ohranjanje narave Obseg del	Spravilna sredstva in tehnologije prilagojene naravnim razmeram
	7. člen	Sečnja in spravilo	Okoljske	Trajnost gozda Odpornost gozda Varstvo okolja Ohranjanje narave Varstvo voda	Sanirane poškodbe na pomladku in drevju ter odpraljene poškodbe na gozdnih tleh ter gozdnih vlakah, poteh, stezah in cestah Zpostavljen čim ugodnejši režim odtoka vode
	7. člen	Spravilo	Okoljske	Varstvo okolja Ohranjanje narave Varstvo voda	Vlačenje in prevažanje GLS po gozdnih vlakah oziroma poteh Odpravljene poškodbe cestišča
	10. člen	Sečnja in spravilo	Okoljske	Trajnost gozda Odpornost gozda Varstvo okolja Ohranjanje narave Varstvo voda	Urejeno sečišče skladno z roki: ❖ posekana vsa drevesa, ki so bila pri sečnji ali spravilu močnejše poškodovana; ❖ iz gozda spravljene vsi GLS; ❖ veje in vrhači iglavcev razžagani in zloženi na kupe oziroma v primeru strojne sečnje založeni tudi v sečne poti ali v primeru uporabe procesorske glave na dvigalu žičnice, zloženi na kupe tudi ob kamionski cesti; ❖ pri redčenju ali panjevske sečnji debelejšje veje listavcev razžagane in razprostrte po gozdnih tleh; ❖ pri pomladitvenih sečnjah sečni ostanki zloženi tako, da ne ovirajo razvoja mladja; ❖ pri končnem poseku za umetno obnovo sečni ostanki primerno razžagani in zloženi v redi ali kupe tako, da je površina pripravljena za sajenje; ❖ odpravljene poškodbe na gozdnih tleh in gozdnih vlakah, ki predstavljajo nevarnost za pričetek erozije, in če so

DOKUMENT	POGLAVJE/ ČLEN	PODROČJE DELA	PODROČJE ZAHTEV	GLAVNE ZAHTEVE	MERILO ZA VREDNOTENJE KAKOVOSTI
					odstranjeni vsi sečni ostanki iz strug potokov in hudournikov; ❖ sečni ostanki odstranjeni z gozdnih poti in prometnic, z mejnikov, iz kaluž in vodnih izvirov ter s kmetijskih zemljišč in z zunanjih gozdnih robov; ❖ odstranjeni vsi nelesni odpadki, ki so nastali pri opravljanju del
Pravilnik o varstvu gozdov	3. člen	Sečnja in spravilo / Gojitvena dela	Okoljske	Ohranjanje narave Varstvo okolja	Ohranjanje biotskega ravnovesja: ❖ naravna sestava drevesnih vrst ❖ uravnoteženo razmerje med razvojnimi fazami gozdov in debelinske strukture gozda; ❖ puščanje odmrlega lesa; ❖ vzdrževanje in izboljšanje življenjskega okolja prostoživečih živali; ❖ usklajeno razmerje med gozdom in divjadjo; ❖ izvajanje del v času, na način in s pripomočki, ki najmanj ogrožajo gozdni ekosistem
	9. člen	Sečnja in spravilo / Gojitvena dela / Upravljanje z divjadjo / Varstvena dela	Okoljske	Ohranjanje narave Varstvo okolja Trajnost gozdov	Usklajeno razmerje med gozdom in divjadjo ❖ ocena na podlagi rezultatov popisa poškodovanosti gozdnega mladja zaradi objedanja rastlinojede parkljaste divjadi ❖ zaščita mladovja pred poškodbami (individualno s premazi, koli, tulci ali z mrežo; skupinsko z ograjo) ❖ izvajanje odstrela (na podlagi lovsko upravljavskih načrtov)
	23. člen	Gojitvena dela / Sečnja in spravilo / Varstvena dela	Okoljske	Ohranjanje narave Varstvo okolja Trajnost gozdov	Preprečevanje pojava in širjenja škodljivih organizmov: ❖ prednost naravni obnovi in rastišču prilagojenim drevesnim vrstam; ❖ ustrezno ravnanje z vejami in vrhači posekanih iglavcev, ki niso napadeni s škodljivimi organizmi ❖ opravljanje sečnje zunaj vegetacijske dobe; ❖ sanitarna sečnja kakor hitro je mogoče; ❖ odkrivanje žarišč škodljivih organizmov in obveščanje javne gozdarske službe;

DOKUMENT	POGLAVJE/ ČLEN	PODROČJE DELA	PODROČJE ZAHTEV	GLAVNE ZAHTEVE	MERILO ZA VREDNOTENJE KAKOVOSTI
					❖ beljenje ali predelava skladiščenih GLS smreke, jelke, bora in bresta; ❖ uporaba fitofarmaceutskih sredstev za preprečevanje naselitve trohnoberžev (Heterobasidion spp.) v panje iglavcev v skladu z gozdnogojitvenim načrtom; ❖ načrtno odkrivanje tujerodnih in invazivnih škodljivih organizmov.
	23. člen	Sečnja in spravilo	Okoljske	Ohranjanje narave	Upoštevanji roki za izvedbo: v primeru poletne sečnje iglavcev v obdobju od 1. aprila do 31. oktobra morajo lastniki gozdov urediti sečišče skladno s predpisi, ki urejajo izvajanje sečnje, v roku enega meseca po začetku sečnje
	26. člen	Sečnja in spravilo Varstvena dela	Okoljske	Ohranjanje narave Varstvo okolja Trajnost gozdov	Zatiralni ukrepi za podlubnike s sanitarno sečnjo in izdelavo lubadark ter uničenjem podlubnikov na drugem napadenem materialu.
	26. člen	Varstvena dela	Okoljske	Ohranjanje narave Varstvo okolja Trajnost gozdov	Zatiralni ukrepi za podlubnike s pastmi in nastavami, če se gostota populacije podlubnikov povečuje oziroma je populacija prenamnožena.
	27. člen	Sečnja in spravilo	Okoljske	Ohranjanje narave	Upoštevanji roki za izvedbo: ukrepi za zatiranje podlubnikov morajo biti izvedeni najpozneje v 21 dneh po odkritju žarišča podlubnikov
	29. člen	Spravilo Varstvena dela	Okoljske	Ohranjanje narave	Spremljanje pojava in zatiranje podlubnikov na skladiščih in začasnih skladiščih GLS: ❖ prednostna predelava sortimentov iglavcev ter spremljanje gostote populacij podlubnikov s pastmi; ❖ začasna skladišča GLS svežih neolupljenih iglavcev od sestojev z iglavci oddaljena vsaj 100 metrov; ❖ nameščene pasti s feromonskimi pripravki
	34. člen	Sečnja in spravilo	Okoljske Socialne/družbene	Ohranjanje narave Varstvo okolja Varstvo voda Estetika Rekreacija	Posegi, ki gozd razvrednotijo: zmanjšanje površine, spremenjen vodni režim, ranljivost za ujme
Pravilnik o minimalnih pogojih, ki jih morajo	2. člen in 4. člen	Vsa dela v gozdu	Ekonomske/ gospodarske	Skladnost s predpisi	Za opravljanje del v gozdovih je potrebno zadostiti pogojem o strokovni usposobljenosti in pogojem za varno delo.

DOKUMENT	POGLAVJE/ ČLEN	PODROČJE DELA	PODROČJE ZAHTEV	GLAVNE ZAHTEVE	MERILO ZA VREDNOTENJE KAKOVOSTI
izpolnjevati izvajalci del v gozdovih					❖ Izvajalci, ki opravljajo dela v gozdu morajo zagotoviti, da načrtovanje, vodenje in nadziranje del opravljajo delavci, ki imajo najmanj izobrazbo podravni 6/1 in eno leto delovnih izkušenj pri delih v gozdu. ❖ Izvajalci, ki opravljajo več zaporednih faz s področja izkoriščanja gozdov, morajo zagotoviti, da načrtovanje, vodenje in nadziranje del opravljajo delavci, ki imajo najmanj 5. raven izobrazbe s področja gozdarstva in najmanj eno leto delovnih izkušenj pri delih v gozdu. Izvajalci, ki opravljajo posamezne faze del v gozdovih, morajo zagotoviti, da vodenje del opravljajo delavci, ki izpolnjujejo pogoje za opravljanje teh del ter imajo najmanj tri leta delovnih izkušenj pri delih v gozdu.
	7. člen	Vsa dela v gozdu	Ekonomске/ gospodarske	Skladnost s predpisi	Izvajalec mora imeti organizirano varnost in zdravje pri delu v skladu s predpisi o varstvu pri delu.
Zakon o varstvu okolja (ZVO-1) Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o varstvu okolja – ZVO-1A (Uradni list RS, št. 20/06)	PREHODNE IN KONČNE DOLOČBE 52. člen (celovita presoja vplivov na okolje za gozdnogospodarske načrte gozdnogospodarskih enot)	Vsa dela v gozdu	Ekonomске/ gospodarske Okoljske	Skladnost s predpisi Varstvo okolja	Okoljsko poročilo ustrezne kvalitete
Letno poročilo o delu IRSKGLR 2022	Nadzor izvajalcev glede izpolnjevanja pogojev za opravljanje del v gozdovih	Vsa dela v gozdu	Ekonomске/ gospodarske	Skladnost s predpisi	Dokazovanje usposobljenosti izvajalcev del v gozdovih s predložitvijo zahtevane dokumentacije; Knjigovodske listine za spremljanje sledljivosti
Priloga k Delegirani uredbi komisije (EU) o dopolnitvi Uredbe (EU) 2020/852 – Annex 2	Priloga II –1.1 Pogozdovanje	Gojenje gozdov, sečnja Druge gozdarske dejavnosti	Ekonomске/ okoljske	Ohranjanje ogljika Varstvo narave, ohranjanje mrtve biomase Prilagajanje podnebnim spremembam Prepričevanje in nadzorovanje	❖ Ohranjanje dobrega stanja habitatov in vrst, ❖ Ohranjanje značilnih vrst v habitatih, ❖ Izključevanje uporabe invazivnih in tujerodnih vrst, ❖ Zagotavljanje ohranjanja in izboljšanja fizikalne, kemijske in biološke kakovosti tal, ❖ Zagotavljanje raznovrstnosti povezanih habitatov in vrst,

DOKUMENT	POGLAVJE/ ČLEN	PODROČJE DELA	PODROČJE ZAHTEV	GLAVNE ZAHTEVE	MERIL ZA VREDNOTENJE KAKOVOSTI
				onesnaževanja, Varstvo voda	❖ Zagotavljanje raznovrstnosti struktur sestoja ter ohranjanje ali povečanje sestojev v zreli fazi in mrtvega gozda
	Priloga II- 1.2 Sanacija in obnova gozdov, vključno s ponovnim pogozdovanjem in naravnim obnavljanjem gozda po ekstremnem dogodku	Vsa dela v gozdu	Ekonomske/ gospodarske Okoljske	Ohranjanje narave Varstvo okolja, trajnost gozdov Ohranjanje biotske raznovrstnosti,	❖ Ohranjanje dobrega stanja habitatov in vrst, ohranjanje značilnih vrst v habitatih, ❖ Izključevanje uporabe invazivnih in tujerodnih vrst, ❖ Zagotavljanje ohranjanja in izboljšanja fizikalne, kemijske in biološke kakovosti tal, ❖ Zagotavljanje raznovrstnosti povezanih habitatov in vrst, ❖ Zagotavljanje raznovrstnosti struktur sestoja ter ohranjanje ali povečanje sestojev v zreli fazi in mrtvega gozda
	Priloga II - 1.3. Gospodarjenje z gozdovi	Vsa dela v gozdu	Socialne/družbene Okoljske Ekonomske/ gospodarske	Ohranjanje narave Prilagajanje podnebnim spremembam Varstvo vodnih virov	❖ Trajnostno gospodarjenje z gozdovi, ❖ Ohranjanje biotske raznovrstnosti, ❖ Produktivnosti, ❖ Sposobnosti obnavljanja in vitalnosti
	Priloga II, 1.4 Ohranitveno gozdarstvo	Gojenje gozdov Sečnja Druge gozdarske dejavnosti	Socialne/družbene Okoljske Ekonomske/ gospodarske	Ohranjanje narave Varstvo okolja Trajnost gozdov Ohranjanje biotske raznovrstnosti	❖ Ohranjanje dobrega stanja habitatov in vrst, ohranjanje značilnih vrst v habitatih ❖ Zagotavljanje raznovrstnosti povezanih habitatov in vrst ❖ Trajnostno gospodarjenje z gozdovi ❖ Prehod na krožno biogospodarstvo ❖ Gozdnogojitvene spremembe ❖ Prepričevanje onesnaževanja
Priloga k Delegirani uredbi komisije (EU) o dopolnitvi Uredbe (EU) 2020/852 – Annex 1	Priloga 1, 1.1 Pogozdovanje	Gojenje gozdov Sečnja Druge gozdarske dejavnosti	Socialne/družbene Okoljske Ekonomske/ gospodarske	Ohranjanje narave Varstvo okolja Trajnost gozdov Ohranjanje biotske raznovrstnosti	❖ Zagotovitev ohranitve ali dolgoročnega povečanja ravni ogljika in ponorov v gozdu ❖ Gozdarska gospodarstva večja od 13 ha izvedba analize podnebnih koristi ❖ Izvedba načrta pogozdovanja in načrta gospodarjenja z gozdovi ❖ Uporaba pesticidov zmanjšana in prednost imajo alternativni pristopi in tehnike ❖ Biotska raznovrstnost, ohranjanje habitatov, izključevanje uporabe invazivnih in tujerodnih vrst ❖ Zagotavljanje ohranjanja in izboljšanja fizikalne

DOKUMENT	POGLAVJE/ ČLEN	PODROČJE DELA	PODROČJE ZAHTEV	GLAVNE ZAHTEVE	MERILO ZA VREDNOTENJE KAKOVOSTI
					❖ Kemijske in biološke kakovosti tal ❖ Zagotavljanje raznovrstnosti povezanih habitatov in vrst ❖ Zagotavljanje raznovrstnosti struktur sestoja ter ohranjanje ali povečanje sestojev v zreli fazi in mrtvega gozda
	Priloga 1, 1.2 Sanacija in obnova gozdov, vključno s ponovnim pogozdovanjem in naravnim obnavljanjem gozda po ekstremnem dogodku	Vsa dela v gozdu	Socialne/družbene Okoljske Ekonomске/ gospodarske		❖ Analiza podnebnih koristi za zagotovitev dolgoročnega povečanja ravni zalog in ponorov ogljika ❖ Izpolnitev smernic IPCC za nacionalne evidence TGP ❖ Uporaba pesticidov zmanjšana in prednost imajo alternativni pristopi in tehnike ❖ Biotska raznovrstnost, ohranjanje habitatov, izključevanje uporabe invazivnih in tujerodnih vrst ❖ Zagotavljanje ohranjanja in izboljšanja fizikalne ❖ Kemijske in biološke kakovosti tal, zagotavljanje raznovrstnosti povezanih habitatov in vrst ❖ Zagotavljanje raznovrstnosti struktur sestoja ter ohranjanje ali povečanje sestojev v zreli fazi in mrtvega gozda
	Priloga I - 1.3. Gospodarjenje z gozdovi	Vsa dela v gozdu	Socialne/družbene Okoljske Ekonomске/ gospodarske	Ohranjanje narave Varstvo okolja Trajnost gozdov Ohranjanje biotske raznovrstnosti	❖ Trajnostno gospodarjenje z gozdovi ❖ Ohranjanje biotske raznovrstnosti ❖ Produktivnosti, sposobnosti obnavljanja in vitalnosti ❖ Analiza podnebnih koristi za zagotovitev dolgoročnega povečanja ravni zalog in ponorov ogljika ❖ Zapolnitev smernic IPCC za nacionalne evidence TGP ❖ Gozdarska gospodarstva večja od 13 ha izvedba analize podnebnih koristi
	Priloga I, 1.4 Ohranitveno gozdarstvo	Vsa dela v gozdu	Socialne/družbene Okoljske Ekonomске/ gospodarske	Ohranjanje narave Varstvo okolja Trajnost gozdov Ohranjanje biotske raznovrstnosti	❖ Ohranjanje dobrega stanja habitatov in vrst, ❖ Ohranjanje značilnih vrst v habitatih, ❖ Zagotavljanje raznovrstnosti povezanih habitatov in vrst, ❖ Trajnostno gospodarjenje z gozdovi ,prehod na krožno biogospodarstvo, gozdnogojitvene spremembe, ❖ Prepričevanje onesnaževanja, ❖ Analiza podnebnih koristi za zagotovitev dolgoročnega povečanja ravni zalog in ponorov ogljika,

DOKUMENT	POGLAVJE/ ČLEN	PODROČJE DELA	PODROČJE ZAHTEV	GLAVNE ZAHTEVE	MERILO ZA VREDNOTENJE KAKOVOSTI
					❖ Zapolnitev smernic IPCC za nacionalne evidence TGP, ❖ Gozdarska gospodarstva večja od 13 ha izvedba analize podnebnih koristi
Uredba (EU) 2020/852 EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA o vzpostavi okvira za spodbujanje trajnostnih naložb ter spremembi Uredbe (EU) 2019/2088 EU Taksonomija	Poglavje II Okoljsko trajnostne gospodarske dejavnosti	Vsa dela v gozdu	Socialne/družbene Okoljske Ekonomске/ gospodarske	Ohranjanje narave Krožno gospodarstvo Varstvo voda in mokrišč Ohranjanje biotske raznovernosti	❖ Prilagajanje podnebnim spremembam ❖ Zagotavljanje trajnostne varnosti vodnih in morskih virov ❖ Prepričevanje in nadzorovanje onesneževanja ❖ Ohranjanje okolja
	Člen 9. Okoljski cilji	Varstvena dela Okoljska dela	Okoljske	Ohranjanje narave Krožno gospodarstvo Varstvo voda in mokrišč Ohranjanje biotske raznovernosti	❖ Blažitev in prilagajanje podnebnim spremembam ❖ Trajnostna raba vodnih in morskih virov ❖ Prehod na krožno biogospodarstvo ❖ Preprečevanje in nadzorovanje onesneževanja ❖ Varstvo in ohranjanje biotske raznovernosti in ekosistemov ❖ Izvajanje minimalnih zaščitnih ukrepov
	Člen 3. Merila za okoljsko trajnostne gospodarske dejavnosti	Vsa dela v gozdu	Okoljske	Ohranjanje narave	❖ bistveno prispeva k enemu ali več okoljskim ciljem ❖ ne škoduje bistveno okoljskim ciljem ❖ se izvaja v skladu z minimalnimi zaščitnimi ukrepi ❖ izpolnjuje tehnična merila za pregled, ki jih je določila Komisija
	Člen 13. Bistveni prispevek k prehodu na krožno gospodarstvo	Varstvena dela	Socialne/družbene Okoljske Ekonomске/ gospodarske	Ohranjanje narave Krožno biogospodarstvo	Člen 19. ❖ Vključujejo tehnična merila za dejavnosti povezane s prehodom na čisto energijo, v skladu z načrtom za omejitev povečanja temperature na 1,5 °C, trdna fosilna goriva se ne štejejo kot okoljsko trajnostne gospodarske dejavnosti, nevtralna mobilnost, Člen 13. ❖ zmanjševanje porabe primarnih surovin, povečanje trajnosti uporabe stranskih in sekundarnih surovin, zmanjševanje nevarnih snovi
	Člen 15. Bistven prispevek k varstvu in ohranjanju biotske raznovernosti in	Varstvena dela	Socialne/družbene Okoljske Ekonomске/ gospodarske	Varstvo okolja Ohranjanje narave Trajnost gozdov	Člen 19. ❖ Vključujejo tehnična merila za dejavnosti povezane s prehodom na čisto energijo, v skladu z načrtom za omejitev povečanja temperature na 1,5 °C, trdna fosilna

DOKUMENT	POGLAVJE/ ČLEN	PODROČJE DELA	PODROČJE ZAHTEV	GLAVNE ZAHTEVE	MERILO ZA VREDNOTENJE KAKOVOSTI
	ekosistemov				goriva se ne štejejo kot okoljsko trajnostne gospodarske dejavnosti, nevtralna mobilnost Člen 15. ❖ Ohranjanje naravne in biotske raznovrstnosti, trajnostna raba zemljišč in trajnostno gospodarjenje z njimi, trajnostno gospodarjenje z gozdovi vključno s praksami in rabami gozdov in gozdnih zemljišč, krepitev biotske raznovrstnosti, ohranjanje ekosistemov
Uredba EU o krčenju gozdov (EUDR)	Člen 1. Predmet urejanja in področje uporabe Priloga 1. Zadevni primarni in drugi zadevni proizvodi iz člena 1.	Trgovanje s primarnimi proizvodi	Okoljske	Zmanjševanje vpliva EU na globalno krčenje in degradacijo gozdov, zmanjševanje emisij toplogrednih plinov in izgube biotske raznovrstnosti.	Uredba definira sedem primarnih proizvodov, ki so odgovorni za največ krčitev in degradacije svetovnih gozdov, med njimi je tudi les (okrogli les in lesni proizvodi). Vključuje dajanje na trg EU (tudi uvoz teh proizvodov iz tretjih držav) in izvoz v tretje države. Obstajajo redke izjeme (npr. izdelki iz odpadnega lesa), a v večini so v uredbo vključeni primarni proizvodi ter tudi drugi zadevni proizvodi (npr. če je primarni proizvod krma oz. surovina za drug proizvod). Seznam je naveden v Prilogi 1, ki je del besedila uredbe EUDR.
	Člen 2. Opredelitev pojmov. Točki 3 in 13	Definicija krčitve gozda	Okoljske		Krčitev gozda pomeni spremembo gozdov v kmetijska zemljišča. »Ne povzroča krčenja gozdov« za druge zadevne proizvode, ki so bili uporabljeni kot krma ali kot surovina za proizvod, so bili proizvedeni na zemljišču, ki po 31. decembru 2020 niso bila podvržena krčenju gozda; in za druge zadevne proizvode, ki vsebujejo les ali so proizvedeni iz lesa, velja da ta izhaja iz gozda in ob tem ni povzročil degradacije gozdov po tem datumu.
	Člen 3. Prepoved	Določitev pogojev za trgovanje	Okoljske Ekonomске/ gospodarske		Omogočeno dajanje na trg EU ali izvoz v tretje države pod pogoji: ❖ Brez krčitev gozdov; ❖ Skladnost z zakonodajo države proizvajalke (velja tudi dovoljenje FLEGT) in ❖ Izjava o potrebni skrbnosti (Due diligence)
	Členi 4, 8, 9, 10 in 11. Obveznosti gospodarskih subjektov (izjava o potrebni skrbnosti)	Trgovanje z primarnimi proizvodi	Okoljske Ekonomске/ gospodarske	Izpolnitev izjave o potrebni skrbnosti pred dajanjem proizvodov na trg ali pred izvozom, ki mora vsebovati: informacije, podatke in	Proizvajalci oz. trgovci s primarnimi proizvodi morajo zagotoviti, da le-ti predstavljajo zanemarljivo oz. nično tveganje krčitev oz. degradacije gozdov (člen 3). Ocena tveganja (člen 10) opredeljuje prisotnost gozdov v državi proizvajalki, pojavnost krčitev oz. degradacije gozdov, tveganje korupcije oz. neskladnosti z

DOKUMENT	POGLAVJE/ ČLEN	PODROČJE DELA	PODROČJE ZAHTEV	GLAVNE ZAHTEVE	MERILO ZA VREDNOTENJE KAKOVOSTI
				dokumente (opis, količina, izvor, geolokacijo, kontakte ipd. – člen 9), ukrepe za oceno tveganja (člen 10) in ukrepe zmanjševanja tveganja (člen 11).	zakonodajo idr.
	Člen 16. Obveznost izvajanja pregledov	Preverjanje gospodarskih subjektov in trgovcev	Okoljske Ekonomске/ gospodarske	Določitev minimalnih (rednih) pregledov (glede na stopnjo tveganja posamezne države oz. regije je potrebno opraviti med 1 % in 9 % pregledov vseh gospodarskih subjektov); nacionalna merila tveganja	Pristojni organi na podlagi nacionalnih meril tveganja pregledajo izjave o potrebni skrbnosti gospodarskih subjektov oz. trgovcev.
	Člen 18. Pregledi gospodarskih subjektov in trgovcev, ki niso MSP	Trgovanje večjih proizvajalcev oz. trgovcev	Okoljske Ekonomске/ gospodarske	Vzpostavljen sistem potrebne skrbnosti s postopki ocenjevanja in zmanjševanja tveganja; skladnost oz. pregled dokumentacije in evidenc za vsak zadevni proizvod namenjen tržišču.	Pregled zadevnih proizvodov na kraju samem; pregled popravnih ukrepov (člen 24); vsa tehnična in znanstvena sredstva za določitev vrste oz. izvora ter za preverjanje pogoja »brez krčitve gozdov«; nenapovedani pregledi, tudi terenskimi revizijami.

4.1.2 Primeri ocenjevanja kakovosti izvajanja del v gozdovih iz tujine

Ocenjevanje kakovosti izvajanja del v gozdovih je v številnih državah Evropske unije in širše pomemben del sistema trajnostnega gospodarjenja z gozdovi. Takšni pristopi omogočajo spremljanje učinkovitosti izvajanja gozdarskih ukrepov, preverjanje skladnosti s predpisi ter zagotavljanje, da se posegi v gozd izvajajo na okoljsko, socialno in ekonomsko odgovoren način. V tujini so razviti različni standardi in certifikacijski sistemi, ki vključujejo tudi merila za ocenjevanje kakovosti dela v gozdu, usposobljenosti izvajalcev, varstva narave ter družbene odgovornosti upravljalcev gozdov.

SFI 2022 Forest management Standard / Iniciativa za trajnostno gospodarjenje

ZDA in Kanada [236]

SFI 2022 Standard za gospodarjenje z gozdom spodbuja trajnostno gospodarjenje na osnovi 13 načel, 17 ciljev, 41 meril učinkovitosti in 114 kazalnikov. Ti zahtevajo ukrepe za zaščito kakovosti vode, biotske raznovrstnosti, habitata divjadi, ogroženih in ranljivih vrst ter gozdov z izjemno ohranitveno vrednostjo.

Forest Stewardship Council (FSC)

Mednarodno delovanje [237]

FSC je mednarodni certifikacijski sistem, ki spodbuja odgovorno gospodarjenje z gozdovi. Standard FSC zajema vrsto meril, vključno z vplivom na okolje, družbeno odgovornostjo in ekonomsko upravičenostjo. FSC merila za ocenjevanje kakovosti gospodarjenja z gozdovi temeljijo na dejavniki, kot so ohranjanje biotske raznovrstnosti, zaščita gozdov z visoko ohranitveno vrednostjo, odnosi v skupnosti in spoštovanje lokalne oz. nacionalne zakonodaje.

Program for the Endorsement of Forest Certification (PEFC)

Mednarodno delovanje [238]

PEFC je globalni sistem certificiranja gozdov, ki se osredotoča na trajnostno gospodarjenje z gozdovi. PEFC merila za ocenjevanje kakovosti gospodarjenja z gozdovi vključujejo merila, povezana s trajnostnim pridobivanjem in rabo, ohranjanjem biotske raznovrstnosti, zaščito ekosistemskih storitev ter spoštovanjem zakonskih pravic.

Canadian Standards Association (CSA) Sustainable Forest Management Standard

Kanada

CSA certificiranje gospodarjenja z gozdovi je prostovoljno orodje, ki je na voljo gozdarskim organizacijam, ki želijo dokazati odgovornost svojega delovanja tako, da načrte in prakse gospodarjenja z gozdovi neodvisno certificirajo glede na standard trajnostnega gospodarjenja z gozdovi. Ti standardi določajo visoke pragove, ki jih morajo izpolnjevati gozdarska podjetja, poleg strogih zakonskih zahtev Kanade.

ISO 14001 (Environmental Management System) / Upravljanje z okoljem

Mednarodno delovanje

ISO 14001 je mednarodni standard za sisteme okoljskega upravljanja, ki se lahko uporablja za gozdarske dejavnosti, vendar ni specifičen za gozdove. Standard ocenjuje učinkovitost sistema okoljskega ravnanja organizacije, vključno z njeno zavezanostjo k zakonski skladnosti, preprečevanju onesnaževanja in nenehnemu izboljševanju.

The UK Forestry Standard / trajnostno gospodarjenje z gozdovi

Združeno kraljestvo [239]

The UK Forestry standard (UKFS) je referenčni standard za trajnostno gospodarjenje z gozdovi v Združenem kraljestvu in velja za vse gozdove, ne glede na to, kdo jih ima v lasti ali upravlja. Standard zagotavlja, da se v Združenem kraljestvu uporabljajo mednarodni sporazumi in konvencije na področjih, kot so trajnostno gospodarjenje z gozdovi, podnebne spremembe, biotska raznovrstnost in zaščita vodnih virov.

Australian Forestry Standard (AS/NZS 4708 & AS 4707) trajnostno gospodarjenje z gozdovi

Avstralija in Nova Zelandija [240]

Avstralski in novozelandski standard za trajnostno gospodarjenje z gozdovi (AS / NZS 4708) in veriga nadzora za gozdne proizvode (AS 4707) sta bila razvita v skladu z odgovornimi lesnimi standardi, razvojnimi politikami in postopki ter akreditirana kot avstralski standardi. Proces razvoja standardov odgovornega lesa je jasen in strogo opredeljen ter temelji na treh mednarodno priznanih načelih: ravnovesje, soglasje in odprtost in transparentnost procesa.

Prepoved trgovine z lesom / Forest Law Enforcement Governance and Trade – FLEGT

Mednarodno delovanje (<https://flegtvpafacility.org/>)

Akcijski načrt EU za izvrševanje zakonodaje, upravljanje in trgovanje na področju gozdov (FLEGT) določa, da je vzpostavitev sheme izdajanja dovoljenj ukrep, ki naj zagotovi, da lahko v EU vstopijo le proizvodi iz lesa, ki je bil posekan v skladu z zakonodajo države proizvajalke. V skladu s shemo izdajanja dovoljenj morajo imeti nekateri lesni proizvodi, ki se v EU uvažajo iz države partnerice prek katerega koli mejnega prehoda, namenjenega sprostitvi proizvodov v prost promet, dovoljenje, ki ga izda država partnerica in potrjuje, da so bili ti lesni proizvodi izdelani iz domačega, zakonito posekanega lesa ali iz lesa, zakonito uvoženega v državo partnerico v skladu z nacionalno zakonodajo, kot je določeno v posameznih sporazumih o partnerstvu. Partnerske sporazume je podpisalo že nekaj držav (Kamerun, Centralna afriška republika, Gana, Liberija, Republika Kongo, Indonezija), nekatere države pa so v pogajanjih z EU (Slonokoščena obala, Demokratična republika Kongo, Gabon, Laos, Malezija, Vietnam,

Tajska, Gvajana, Hunduras).

Pristojni organ za izvajanje zakonodaje je ministrstvo, pristojno za gozdarstvo, pristojni organi za prejemanje, priznavanje in preverjanje dovoljenj FLEGT pa so carinski organi. Uvoz lesnih proizvodov, izvoženih iz držav partneric, v EU je prepovedan, če pošiljke nimajo dovoljenja FLEGT. Tako carinski organi preverjajo, ali ima pošiljka, preden je sproščena v prost promet v EU, veljavno dovoljenje. V primeru dvoma o veljavnosti dovoljenja lahko carinski organi zadržijo lesne proizvode, preverijo pri organih, ki so pristojni za izdajanje dovoljenj, in zahtevajo dodatne informacije, kakor je določeno v sporazumu o partnerstvu. Če pošiljka nima potrebnega dovoljenja ali dovoljenje ni ustrezno, sprostitev v prost promet ni dovoljena.

4.2 Predlog objektivnih meril za oceno kakovosti izvedbe del v gozdovih

Gozd in gozdarstvo imata pomembno vlogo pri doseganju ambicioznih ciljev razogljičenja družbe do leta 2050. Zaradi vse večjega zavedanja o posledicah podnebnih sprememb so gozdovi in gozdarstvo pod vse večjim drobnogledom javnosti in različnih interesnih skupin, kar zvišuje pomen okoljskih in družbenih vidikov pridobivanja lesa, poleg že tradicionalno pomembne ekonomske ustreznosti. Kakovost izvedbe del v gozdu je podoba, ki jo vidijo vsi uporabniki gozdnega prostora, zato je vprašanje kakovosti izvedbe ključno za pozitivno podobo gozdne proizvodnje v javnosti.

Kakovost opravljenih del je potrebno ocenjevati sproti med delovnim procesom in na koncu po opravljenem delu. Raziskave kažejo, da stalna ali občasna kontrola prispeva k dvigu kakovosti dela in delovnih učinkov [241]. Le s celovitim pristopom k ocenjevanju kakovosti del v gozdu lahko zagotovimo, da bo gozdarstvo prispevalo k dolgoročni trajnosti gozdnih ekosistemov in pozitivni podobi gozdarstva v javnosti.

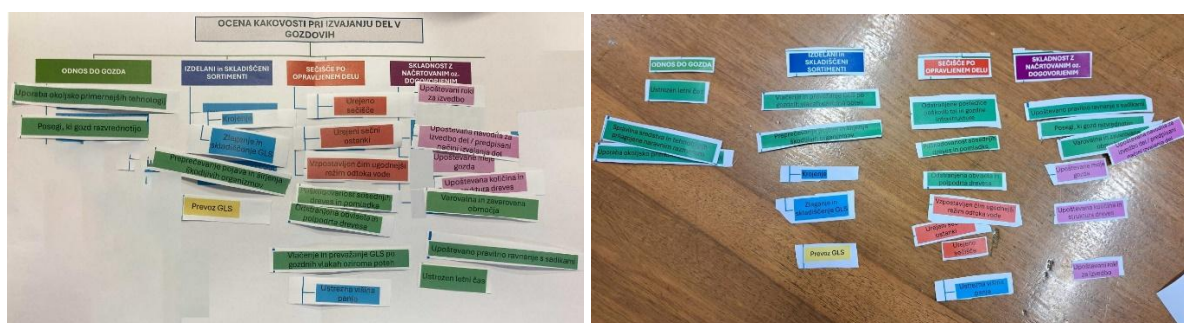
V gozdarstvu lahko ocenjujemo kakovost opravljenih del v okviru štirih načel:

1. VARSTVO OKOLJA
2. GOZDNI LESNI SORTIMENTI
3. SEČIŠČE
4. SKLADNO Z NAČRTOVANIM oz. DOGOVORJENIM

Vsako od štirih načel ocenjevanja kakovosti del v gozdarstvu ima pomembno vlogo pri zagotavljanju trajnostnega in sonaravnega gospodarjenja z gozdovi. Pri ocenjevanju kakovosti dela je ključnega pomena, da so posegi v gozd izvedeni na način, ki čim manj vpliva na ekosistem. Pomembno je ohranjanje tal, preprečevanje erozije, zaščita vodnih virov in minimalna poškodovanost preostalega drevja. Pravilna izvedba del zmanjšuje negativne vplive na okolje ter zagotavljajo dolgoročno vitalnost gozda. Pri gospodarjenju z gozdom je bistvena tudi kakovost pridobljenih gozdnih lesnih sortimenotv (GLS), pri čemer je pomembno ustrezno ravnanje z GLS, da se prepreči izguba vrednosti zaradi nepravilnega skladiščenja ali poškodovanja med spravilom ali prevozom. Sečišče mora biti urejeno tako, da omogoča varno in učinkovito delo. Pri oceni kakovosti se preverja, ali je bil posek opravljen strokovno, ali je

preostali sestoj dovolj stabilen, da ne predstavlja tveganja za prihodnje razmere, ter ali je spravilo sečnih ostankov izvedeno na način, ki ne ovira naravne obnove gozda. Poleg tega mora biti vsako delo v gozdu izvedeno v skladu s predhodno določenim načrtom gospodarjenja in dogovorjenimi smernicami. Ocenjuje se, ali so bile upoštevane vse zahteve glede količine, kakovosti in tehnologije dela, saj to vpliva na dolgoročno stabilnost gozdnih sestojev, ekonomičnost gospodarjenja ter zadovoljstvo vseh deležnikov – od lastnikov gozdov do širše javnosti.

Vsakemu od štirih **načel** smo dodelili **merila** oziroma kriterije, ki pa imajo nadalje še svoje **indikatorje** (preglednica v nadaljevanju). Predlog meril zajema vse ključne faze dela (sečnja, spravilo, izvedbo gojitvenih del in odpremo gozdnih lesnih sortimentov) in se nanaša na stanje gozda po opravljenem delu ter na izvedbo obveznosti na podlagi pogodbe oz. dogovora med naročnikom in izvajalcem.



Slika 52: Viharjenje idej ("brainstorming") na oddelku GTE.



Slika 53: Shematski prikaz načel in meril za oceno kakovosti izvajanja del v gozdovih.

4.2.1 Vrednotenje z metodo SMART

V septembru 2024 smo organizirali delavnico za strokovno skupino, kjer smo predstavili predlog meril in indikatorjev za oceno kakovosti izvedbe del v gozdovih. Delavnica je omogočila poglobljeno razpravo o primernosti posameznih meril in indikatorjev, na koncu razprave pa so udeleženci opravili vrednotenje pomembnosti meril, torej koliko naj bi po njihovem mnenju posamezno merilo vplivalo na končno oceno kakovosti. Vrednotenje predlaganim merilom za oceno kakovosti izvedbe del v gozdovih je bilo narejeno s pomočjo metode SMART [150,151]. Sodelovalo je 14 strokovnjakov s področja gozdarstva. Pri metodi SMART vsakemu kriteriju določimo težo glede na njegovo pomembnost. Strokovnjaki so ocenjevali kriterije na lestvici od 0 do 100. Utež za posamezno merilo smo pridobili z izračunom povprečja (aritmetična sredina) iz ocen vseh ocenjevalcev. Uteži in pripadajoči rang, z razvrstitvijo po rangi od najvišje do najnižje uvrščenega, so prikazani v preglednici (Preglednica 29). Na prva tri mesta so se uvrstila merila ustrezno krojenje, urejeno sečišče in izogibanje posegom, ki gozd razvrednotijo. Z zelo majhno razliko pa potem sledijo tudi ostala merila.

Na podlagi izvedene delavnice, smo prvotni seznam s 15 merili s pripadajočimi indikatorji popravili in dopolnili. Izbrisana sta bila dva merila. Seznam smo tudi dopolnili z mejnimi vrednostmi, kjer je bilo mogoče. Na podlagi vrednotenja, ki smo ga opravili s strokovno skupino, smo izračunali prispevek vrednosti meril in načel v skupni oceni.

Preglednica 29: Prikaz izračunanih povprečnih vrednosti in končna razvrstitev meril, pripravljena na podlagi vrednotenja, ki ga je opravila strokovna skupina.

Merilo	Utež	Odklon od povprečja	Rang
Ustrezno krojenje	0,087	0,010	1
Urejeno sečišče	0,084	0,007	2
Izogibanje posegom, ki gozd razvrednotijo	0,084	0,007	3
Upoštevanji roki za izvedbo del	0,082	0,005	4
Uporaba okoljsko primernejših sredstev in tehnologij, prilagojenih lokalnim razmeram	0,080	0,003	5
Preprečevanje pojava in širjenja škodljivih organizmov	0,079	0,002	6
Upoštevana navodila za izvedbo del / predpisani načini izvajanja del	0,078	0,001	7
Minimalna poškodovanost sestoja (in mladja)	0,077	0,001	8
Ustrezno zlaganje in skladiščenje GLS	0,076	-0,001	9
Sanirana gozdna infrastruktura	0,075	-0,002	10
Ukrepi ohranjanja narave	0,070	-0,007	11
Urejeni sečni ostanki	0,067	-0,010	12
Ustrezno ravnanje s sadikami gozdnega drevja	0,061	-0,016	13

Najnižja vrednost uteži znaša 0,061, najvišja pa 0,087, kar pomeni, da je razpon med njima 0,026. Minimalna vrednost odstopa od povprečne vrednosti (povprečna vrednost uteži je 0,077) za 0,016, maksimalna pa za 0,010. Nizek razpon uteži nakazuje na relativno visoko stopnjo soglasja. To potrjuje usklajenost gozdarskih strokovnjakov pri določanju pomembnosti posameznih meril za oceno kakovosti izvedbe del v gozdu, ki so jih izvedli izvajalci gozdarskih storitev.

Namen vrednotenja je bil pridobiti uteži, ki bi služile kot osnova za določitev končne ocene kakovosti izvedenih del v gozdu. Ker pa so razlike med utežmi relativno majhne, sklepamo, da strokovnjaki vsa merila dojemajo kot približno enako pomembna. Da bi poenostavili nadaljnjo metodologijo, smo uporabili enakovredno vrednotenje vseh meril, kar verjamemo, da bo prispevalo k preglednosti in enostavnejši uporabi modela, hkrati pa bi se izognili morebitnim napačnim interpretacijam majhnih razlik v ocenah.

4.3 Sistem za ocenjevanje kakovosti izvedbe del v gozdovih

Na podlagi pregleda formalnih pogojev za kakovostno izvedbo del v gozdovih, ki izhajajo iz zakonodaje s področja gozdarstva, varstva okolja, narave in voda, smo pripravili predlog objektivnih meril za oceno kakovosti izvedbe del. Merila omogočajo vrednotenje tako stanja gozda po izvedbi del kot tudi izpolnjevanja pogodbenih obveznosti med naročnikom in izvajalcem. Merila in njim pripadajoči indikatorji so bili v procesu razvoja večkrat pregledani, dopolnjeni in usklajeni s strani različnih strokovnjakov in članov strokovne skupine. Indikatorji predstavljajo merljive vrednosti oziroma podatke, ki bistveno olajšajo in objektivizirajo ocenjevanje opravljenega dela, saj omogočajo enostavnejšo interpretacijo in primerjavo

rezultatov. V nekaterih primerih so indikatorji dodatno razčlenjeni na podindikatorje, kar omogoča še bolj natančno presojo posameznih vidikov izvedbe del. V tem poglavju predstavljamo metodologijo, ki temelji na teh merilih, s ciljem oblikovanja celovitega sistema za oceno kakovosti. Metodologija sestoji iz kontrolnega vprašalnika, ki je bil oblikovan tudi kot spletno orodje ter izkustvene ocene, ki je zamenjala obstoječi način ocenjevanja izvajalcev del na spletnem portalu *mojgozdar.si*. Sistem je predvsem namenjen lastnikom gozdov, katerim kontrolni vprašalnik predstavlja orodje za presojo kakovosti izvedenih del ter za usmerjanje izvajalcev k bolj trajnostnemu in strokovno utemeljenemu ravnanju z gozdom.

4.3.1 Kontrolni vprašalnik za oceno kakovosti izvedbe del

Kontrolni vprašalnik je namenjen oceni kakovosti izvedbe del v gozdovih, ki so jih opravili izvajalci gozdarskih del. Oceno pripravi naročnik storitev, ki je običajno zasebni lastnik gozda. Vprašalnik je razdeljen na dva dela. Vsebuje pa tudi razlage najpogosteje uporabljenih strokovnih izrazov za lažje razumevanje vprašalnika.

Prvi del vprašalnika predstavljajo uvodna »izločitvena« vprašanja, ki so vezana na ugotavljanje posamezne faze dela, ki jo želi naročnik storitve oceniti, ali izjeme, nanašajoče na delo v določenih izrednih razmerah. Odvisno od dela, ki je bilo opravljeno, se za posamezno fazo ocenjuje le relevantna merila, oziroma indikatorje znotraj merila.

Drugi del vprašalnika pa je namenjen ocenjevanju opravljenega dela po posameznih indikatorjih.

Kontrolni vprašalnik za oceno kakovosti izvedbe del se nanaša na sečnjo in spravilo lesa ter izvedbo gojitvenih in varstvenih del.

Uvodna vprašanja

1. Katero delo je bilo opravljeno?
 - a. Sečnja z motorno žago
 - b. Strojna sečnja
 - c. Spravilo lesa – vlačenje
 - d. Spravilo lesa – vožnja
 - e. Spravilo z žičnim žerjavom
 - f. Vožnja/odvoz lesa
 - g. Gojitvena in varstvena dela (delo brez delovnih strojev)
2. Ali delo vključuje žarišča škodljivih organizmov in žarišča podlubnikov?
3. Ali delo vključuje s škodljivimi organizmi in podlubniki okužene ali napadene sortimente?
4. Ali delo vključuje delo v bolj obiskanih gozdovih oz. gozdovih s poudarjeno rekreacijsko funkcijo?
5. Ali delo vključuje delo v mestnih gozdovih?

Razlage pojmov

Gozdni lesni sortimenti (GLS)	Gozdni lesni sortimenti so posekan les gozdnih drevesnih vrst, in sicer s skorjo ali brez nje, in obsegajo: les v okrogli obliki, razcepljen ali v drugi obliki (veje, korenine, panji in tvorbe), ter lesne sekance iz lesa, pridobljenega neposredno v gozdu
Gozdnogojitvena in varstvena dela	Vsa gozdnogojitvena dela v gozdu, ki jih lahko opravlja delavec z NPK gozdarski gojitelj/gozdarska gojiteljica. Ta dela so: pripravljalna dela za sečnjo, posek tanjših dreves v okviru izvedbe gozdnogojitvenih del do vključno razvojne faze letvenjaka, sajenje in setev za namen obnove gozda, priprava gozdnih tal za naravno pomladitev, negovalna in varstvena dela, ukrepi za zagotovitev ekoloških in socialnih funkcij gozda, vzdrževanje gozdnih cest in spravičnih poti, nujna dela na manjših vodotokih in vzdrževalna dela na erozijskih območjih.
Krojenje	Krojenje debel je delovni postopek sečnje in izdelave lesa. Z njim skušamo optimalno ovrednotiti deblo; temelji na poznavanju drevesnih vrst, napakah lesa, vrstah, kakovosti in vrednosti gozdnih lesnih sortimentov ter razmer na trgu. S pravilnim postopkom močno zmanjšamo ali celo izenačimo razliko med mogočim in doseženim prihodkom od lesa. Namen krojenja je določiti mesta prereзов med sortimenti različnih kakovostnih razredov
Sečišče	Sečišče je del gozda, kjer poteka sečnja, s pripadajočimi spravičnimi potmi ter skladiščnimi prostori ob cestah za skladiščenje lesa neposredno po spraviču (dalje: rampni prostori), dokler ni sečišče urejeno.
Delovišče	Izraz delovišče v vprašalniku pomeni sečišče ali del gozda, ki ni sečišče, in v njem potekajo gozdnogojitvena in/ali varstvena dela.
Skladišče za gozdne lesne sortimente	Mesto skladiščenja GLS je kraj, na katerem se ti sortimenti razložijo z vozila, potem ko se je že opravil prevoz GLS po cesti.
Začasna skladišča gozdnih lesnih sortimentov	Skladišča, ki se vzpostavijo v obdobjih prenamnožitve škodljivih organizmov, ki ogrožajo gozdove, oziroma po obsežnih naravnih ujmah in so namenjena začasnemu skladiščenju gozdnih lesnih sortimentov, ki so jih napadli škodljivi organizmi in jih je treba v najkrajšem možnem času odpeljati iz gozda. Med ta skladišča ne spadajo skladišča gozdnih lesnih sortimentov ob cestah, ki so namenjena začasnemu skladiščenju

	neposredno po spravilu gozdnih lesnih sortimentov iz gozda.
Rampni prostor	Zbirni prostor ob cestah za skladiščenje lesa neposredno po spravilu GLS
Gozdna infrastruktura	Gozdna infrastruktura so gozdne prometnice (gozdne ceste, vlake in stalne žičnice) in drugi objekti v gozdovih, namenjeni predvsem gospodarjenju z gozdovi.
Gozdna prometnica	Gozdne ceste, vlake in stalne žičnice.
Gozdna cesta	Gozdna cesta je grajena gozdna prometnica, ki je namenjena predvsem gospodarjenju z gozdom, je nekategorizirana v skladu s predpisi, ki urejajo javne ceste, omogoča racionalen prevoz GLS, je javnega značaja, in je vodena v evidenci gozdnih cest.
Gozdna vlaka	Gozdna vlaka je trajna gozdna prometnica primarno namenjena vlačenju lesa pri spravilu lesa s traktorji.
Sečna pot	Sečna pot je gozdna prometnica namenjena izvedbi strojne sečnje in spravilu lesa. Praviloma je pokrita s sečnimi ostanki.
Poškodovanost	Poškodovanost je vidna sprememba oblike, velikosti ali barve opazovanega objekta/drevesa. Poškodbe zaradi poseka je potrebno ločiti od predhodnih poškodb, npr. zaradi ujm.
Poškodba tal	Poškodba (gozdnih) tal je škodljiva sprememba lastnosti tal, ki nastane zaradi delovanja zunanje sile: poslabšanje stanja tal z vidika rodovitnosti ali rastnega potenciala in sposobnosti za opravljanje svojih funkcij.
Žarišče škodljivih organizmov	Žarišče škodljivih organizmov tvori eno ali več dreves ali delov dreves, na katerih so škodljivi organizmi v obsegu, ki lahko ogrozi drevesa v okolici. V žarišču je mogoče opaziti znake propadanja dreves, kot so: prebarvanje, odmiranje, defoliacije, izcejanje smole, smolikavost, trosnjaki ali trosišča gliv, žuželke, levi žuželk, larve, gnezda larv, šiške in značilna oblika rogov v skorji ali lesu.
Žarišče podlubnikov	Žarišče podlubnikov tvorijo ena ali več lubadark, sečni ostanki ali neobeljeni gozdni lesni sortimenti, v katerih so navzoči podlubniki v obsegu, ki lahko ogrozi gostiteljska drevesa v okolici.

Preglednica 30: Kontrolni vprašalnik za oceno kakovosti izvedbe sečnje in spravila ter varstvenih del, ki se jih izvaja v okviru sečnje (drevesa nad merskim pragom);

a Točke za izpolnjevanje indikatorja: Da = 1; Ne = 0; *izjema / se ocenjuje le v izjemnih primerih, kadar je relevantno.

MERILO	Indikator	Podindikator	Točke ^a	Ugotavljati Med/po	Gojitvena/ varstvena dela	Tehnologije					Odvoz
			1/0/*			MŽ	SS	Spravilo vlačenje	Spravilo vožnja	ŽŽ	
Uporaba okoljsko primernejših sredstev in tehnologij, prilagojenih lokalnim razmeram	Uporabljena tehnologija z manj emisijami škodljivih snovi, uporaba biorazgradljivih olj, raba goriv z nizkimi emisijami. [234,242] OPOMBA: izpolnjevanje vsaj enega podindikatorja pomeni 0,5 točke; izpolnjevanje dveh podindikatorjev pomeni 100 % izpolnjevanje indikatorja (1 točka)	Okoljsko standardizirani motorji pri traktorjih: motorji z nizkimi emisijami (za tovorna vozila se emisije izpušnih plinov merijo v gramih na kilovatno uro): manj izpustov CO ₂ , NO _x , ogljikovodikov in trdnih delcev. Traktorji s stopnjo 5 za izpušne pline (pridobljeni – kupljeni kot novi po 1.1.2019)		Med				1	1		1
		Hibridna ali električna pogonska tehnologija (v gozdarstvu gre običajno za sistem = motor+generator+električni porabniki) - Električna motorna žaga - Žični žerjav: voziček z vgrajenim električnim pogonom (e-liner skidding) Zahteve izpolnjuje večji del uporabljene tehnologije		Med		1	1	1	1	1	1
		Avtomatizirano delovanje strojev/avtomatizirani postopki (zmanjšujejo človeške napake, ki bi lahko povzročile dodatne emisije zaradi neučinkovitega delovanja): - Tehnologije za optimizacijo porabe goriva: pametni senzorji in programska oprema, ki spremljajo porabo goriva in optimizirajo delovanje strojev.		Med			1	1	1	1	1
		Raba goriv z nižjimi emisijami: biogoriva (biodizel ali bioetanol) ALI alkilatna goriva (le za motorno žago); hidrotizirana rastlinska olja (HVO gorivo) Raba biorazgradljivih olj : biorazgradljiva hidravlična olja; biorazgradljiva olja za verigo motorne žage. Preveri se z računi za nakup goriv in olj: posekan in odpeljan les v m³ in količina porabljenega olja		Med/po		1	1	1	1	1	
	Spravilna sredstva in tehnologije prilagojene občutljivosti gozdnih sestojev in tal [210]:	Verige in gosenice na kolesih		Med			1	1	1		1
		»Winch assisted« sistem: vitel pomaga stroju (mehanizaciji) pri premikanju (angl. <i>winch assisted forwarder</i>)		Med			1	1	1		
		Razporeditev mas na več osi (ki zmanjšuje osne pritiske na tla)		Med			1	1	1		1
		Traktorji manjših dimenzij (zahtevajo manjše dimenzije prometnic in jih manj obremenjujejo) – moč motorja do vključno 100 kW		Med				1	1		1

MERILO	Indikator	Podindikator	Točke ^a	Ugotavljači Med/po	Gojitvena/ varstvena dela	Tehnologije						
			1/0/*			MŽ	SS	Spravilo vlačenje	Spravilo vožnja	ŽŽ	Odvoz	
		Uravnavanje tlaka v pnevmatikah		Med			1	1	1		1	
		Pogonski sistemi za brezstopenjsko uravnavanje hitrosti vožnje ali prestavljanje prestav pod obremenitvijo (za zmanjšanje oz. preprečevanje zdrs pogonskih delov strojev)		Med			1	1	1		1	
		Mehanski ali hidravlični pogon vsaj ene osi gozdarske prikolice		Med					1		1	
		Spravilo po zraku (žičnično spravilo): sortimentna metoda; dvojni voziček (spravilo v celoti po zraku); dodatna podpora		Med						1		
Izogibanje posegom, ki gozd razvrednotijo	Poseg ne povzroči motnje v preskrbi gozda z vodo, ki bi predstavljale vzrok za propadanje drevesne vrste. [243] Dodatno pojasnilo: Pred začetkom del je potrebno ugotoviti, kje se nahajajo ključne vodne poti, mokrišča, izviri ali ponikalnice, če je prečkanje vodnega telesa neizogibno se zgradi začasni objekt za prečkanje (brv iz hlodov za forwarder).			Po	1		1	1	1	1		
	Poseg ne povzroči plazenja gozdnega zemljišča, ki ga s tehničnimi ukrepi ni možno preprečiti. [243] Dodatno pojasnilo: Transportne poti naj bodo zunaj območij z visokim tveganjem za erozijo ali plazenje. Izogibanje delu v mokrih razmerah ali v tem primeru izvajanje dela s prilagojeno tehnologijo (merilo 1, indikator 2). V primeru ŽŽ: sproten odvoz (ali npr. zapora ceste), da se izogneš gradnji stojišča za ŽŽ ali skladišče; sortimenta metoda (spravilo čim bolj po zraku).			Po	1	1	1	1	1	1		
Ukrepi ohranjanja narave	Obvestiti naročnika storitev (lastnik gozda) ali javno gozdarsko službo o odkritju žarišč škodljivih organizmov in žarišč podlubnikov. [243]		*	Med	1	1	1	1	1	1		
Ustrezno krojenje	Optimalno krojenje [244] (Razen v primeru drugačnega dogovora z naročnikom): - pri <u>iglavcih</u> dolžinsko krojenje z ustrezno nadmero: posameznim sortimentom dodati 1-2 cm nadmere na meter, toda najmanj 5 cm in največ 20 cm; - pri <u>listavcih</u> krojenje po kakovosti oz. napakah. Ustrezna kakovost kleščenja in prežagovanja: kleščenje tik ob deblu, rez čim bolj pravokoten glede na os debla; deblo ni zalomljeno ali počeno. Zahteve izpolnjuje 90 % hlodov.			Med - ni odpe ljano		1	1					
Ustrezno zlaganje in skladiščenje GLS	GLS so zloženi ob ali nad cesto tako da je zagotovljena varnost pred njihovim proženjem na cesto ali po pobočju in da je drevje zavarovano pred poškodbami [210] (načrtno puščena drevesa so zaščita za »naslednja« drevesa oz. sestoj, ki ostane).			Med				1	1	1		
	Rampni prostor (skladiščni prostor ob cestah za skladiščenje lesa neposredno po pravilu GLS v gozdu), se nahaja zunaj vplivnega območja visokih voda [200]. Dodatno pojasnilo: Vplivno območje visokih voda predstavlja območje struge + 10 m + neme priče. Dobro se je izogibati, kadar pa je to nemogoče, je potrebno časovno opredeliti (skrajšati) čas skladiščenja.			Med				1	1	1		

MERILO	Indikator	Podindikator	Točke ^a	Ugotavljati Med/po	Gojitvena/ varstvena dela	Tehnologije					Odvoz
			1/0/*			MŽ	SS	Spravilo vlačenje	Spravilo vožnja	ŽŽ	
Preprečevanje pojava in širjenja škodljivih organizmov <i>OPOMBA: v primeru različnih izvajalcev (sečnja in spravilo : izvoz GLS): izpolnjevanje enega indikatorja pomeni 100 % izpolnjevanje merila)</i>	Prednostna sečnja in spravilo sortimentov iglavcev in okuženih ali z insekti napadenih GLS. [243]			Med	1	1	1	1	1	1	
	Izvoz sortimentov iglavcev in okuženih ali z insekti napadenih GLS iz gozda v centre za zbiranje oz. predelavo lesa oz. mesta skladiščenja GLS izven gozda, ki so po navodilih ZGS opremljena s kontrolnimi pastmi. Rampni prostori svežih neolupljenih iglavcev so od sestojev z iglavci oddaljeni vsaj 100 metrov. [243]			Med				1	1	1	
Urejeno sečišče <i>OPOMBA: V kolikor je delo na sečišču namerno prekinjeno za daljši čas (časovno ločen posek iglavcev in listavcev, prepoved sečnje v vegetacijskem obdobju, premik ekip na območja za nujne sanitarne sečnje ipd.), se mora sečišče urediti, kot da je zaključeno.</i>	Iz gozda spravljani vsi GLS, ki niso sečni ostanki, razen nastave za zatiranje podlubnikov [Pravilnik, 210]. Dodatno pojasnilo: Nastave so načrtno podrta, sveža in s škodljivimi organizmi oziroma podlubniki še nenaseljena drevesa, debela ali kupi vej, ki se polagajo (drevesa, debela) oziroma zlagajo (kupi) zaradi zatiranja populacij škodljivih organizmov oziroma podlubnikov. Nastave se morajo izdelati pred izletom podlubnikov.			Po				1	1	1	
	Iz gozda odstranjeni vsi nelesni odpadki, ki so nastali pri opravljanju del: odpadki uporabljene tehnologije (posode za gorivo, mazivo, pločevinke, gume, ostanki malic ...). [210]			Po	1	1	1	1	1	1	1
	Na sečišču ni obviselih ali na pol podrtih dreves. [210]			Po	1	1	1				
	Nizko odžagani panji: <u>Višina panja</u> , merjena na zgornji strani pobočja, ni večja od 15 cm oz. od tretjine njegovega premera. <u>Na večjih strminah</u> , na skalovitem terenu, ob vlakah, v primerih varstva zemljišča in sestoja pred plazovi, v primerih podrtih ali zlomljenih dreves ter pri panjevski sečnji je lahko višina panja tudi večja, uravnava pa se v odvisnosti od ekoloških razmer in funkcije panjev po poseku oziroma od lastnosti drevesne vrste. [210] Zahteve izpolnjuje večji del zdravih posekanih dreves.			Po	1	1	1				
	Oznake za delovišče in obvestilo o začetku del [245,246]	Postavljene so oznake za delovišče in obvestilo o začetku del na prometnicah (skrb za naključne mimoidoče), če delo predstavlja tveganje za varnost obiskovalcev (v primeru bolj obiskanih gozdov oz. gozdov s poudarjeno rekreacijsko funkcijo).	*	Med	1	1	1	1	1	1	
		Po zaključku del so oznake umaknjene.	*	Po	1	1	1	1	1	1	
		Obveščanje javnosti oz. obiskovalcev preko družbenih omrežij pred načrtovano izvedbo del, da naj upoštevajo navodila na terenu oz. izberejo druge poti (v primeru bolj obiskanih gozdov, mestnih gozdov in gozdov s poudarjeno rekreacijsko funkcijo) [247]	*	Pred /med	1	1	1	1	1	1	
Urejeni sečni ostanki	Izvedba ureditve sečnih ostankov je skladna z odločbo ZGS: [210]			Po	1	1	1	1	1	1	

MERILO	Indikator	Podindikator	Točke ^a	Ugotavljati Med/po	Gojitvena/ varstvena dela	Tehnologije					Odvoz
			1/0/*			MŽ	SS	Spravilo vlačenje	Spravilo vožnja	ŽŽ	
OPOMBA: Izpolnjevanje vsega, kar opredeljuje odločba.		- Odstranjeni <u>sečni ostanki</u> ob urejenih poteh, odstranjeni z gozdnih poti in prometnic oziroma v primeru strojne sečnje založeni v sečne poti ali v primeru uporabe procesorske glave na dvigalu žičnice, zloženi na kupe tudi ob kamionski cesti. - Odstranjeni vsi <u>sečni ostanki</u> z mejnikov, iz kaluž in vodnih izvirov, strug potokov in hudournikov, jarkov ter s kmetijskih zemljišč, pasiščih prosto živečih živali in z zunanjih gozdnih robov. - <u>Veje in sečni ostanki</u> so odstranjeni z mladja. - <u>Veje in vrhači iglavcev</u> razžagani in zloženi na kupe tako, da so prekriti debelejši deli vej, vrhači in neobeljeni sečni ostanki oziroma v primeru strojne sečnje založeni tudi v sečne poti ali v primeru uporabe procesorske glave na dvigalu žičnice, zloženi na kupe tudi ob kamionski cesti. - Pri <u>redčenju ali panjevski sečnji</u> debelejšje veje listavcev razžagane in razprostrte po gozdnih tleh. - Pri <u>pomladitvenih sečnjah</u> sečni ostanki zloženi tako, da ne ovirajo razvoja mladja. - Ustrezno ravnanje z <u>vejami in vrhači posekanih iglavcev</u>, ki niso napadeni s škodljivimi organizmi: - o Več manjših kupov, ki jih ne zlagamo ob rastoča drevesa iglavcev ali na panje posekanih dreves; - o Razžagane debelejšje konce (s premerom nad 4–5 cm) zložimo v notranjost kupa in jih prekrijemo s tanjšimi vejami. - Veliki <u>kupi sečnih ostankov</u> ob cestah so odpeljani iz gozda (oz. čim prej po zaključku sečnje). - Pri <u>končnem poseku za umetno obnovo</u> sečni ostanki primerno razžagani in zloženi v redi ali kupe tako, da je površina pripravljena za sajenje.									
Minimalna poškodovanost sestoja		S sečnjo in pravilom niso povzročene dodatne poškodbe sestoja: [210] - <u>Mladje</u> ni poškodovano v večji meri, kot je to neizogibno. Mladje predstavlja prvo zasnovo bodočega sestoja, ko se razvijejo posamezna drevesca v zeliščnem in delno grmovnem sloju (od vznika do 1,5 m višine). (OPOMBA: Vsaj 20 % sečišča pokritega z mladjem, da govorimo o prisotnosti mladja): največ 10 % poškodovanega mladja na delovišče (sečne poti/linije/skladišča niso upoštevane); - <u>Gozdna tla</u> se čim manj poškoduje: s privlačenjem ne povzročaš poškodb mladja in ne povzročaš erozije; žičnično spravilo naj poteka čim bolj po zraku (dodatna opora, sortimentna metoda)		Po	1	1	1	1	1	1	

MERILO	Indikator	Podindikator	Točke ^a	Ugotavljati Med/po	Gojitvena/ varstvena dela	Tehnologije					
			1/0/*			MŽ	SS	Spravilo vlačenje	Spravilo vožnja	ŽŽ	Odvoz
		- <u>Poškodbe na deblu ali korenčniku</u> (odstanjeno lubje) niso večje od 3 dm², [248] IZJEMA: v primeru, da gre za drevo, ki varuje preostali sestoj pred poškodbami (ostane stoječe poškodovano drevo po zaključku dela na sečišču) [249]; - V <u>krošnji odlomljen vrh ali veja</u> po debelini ne presega petino premera dreves v prsni višini; [248] - <u>Preostalo drevje v gozdu</u> se čim manj poškoduje: največ 5 % poškodovanih dreves na delovišče,; - Vsa <u>drevesa</u>, ki so bila pri sečnji ali spravi močnejše poškodovana, so posekana (IZJEMA so lahko načrtno puščena drevesa ob zavojih vlak in rampnih prostorih, ki varujejo preostali sestoj pred poškodbami).									
		Ni vidnih znakov vožnje izven prometnic: spravo po tleh je opravljeno le po gozdnih vlakih oziroma poteh. [200] [210] Po gozdnih cestah je dovoljeno vlačiti les samo zaradi sortiranja in zlaganja. [210] Globina kolesnic <u>na vlakih</u> (med izvajanjem del) ne sme presega 30 cm (in hkrati ne ogroža odvodnjavanja). [250] <u>Na sečnih poteh</u> globina kolesnic na 90 % dolžine sečne poti na delovišču ne presega 10 cm in hkrati ne presega 20 cm na kateremkoli odseku poti. Izvajalec je prekinil delo, ko so poškodbe presegle zapisane omejitve in o tem obvestil lastnika.		Po	1		1	1	1		1
Sanirana gozdna infrastruktura		Gozdna infrastruktura se mora uporabljati tako, da se ne ogrozijo funkcije oziroma večnamenska raba gozdov [200]. Očiščeni so vozišče in elementi za odvodnjavanje (jarki, koritnice, odtočni jaški, prepusti) ter vzpostavljeno stanje kot je bilo pred uporabo in vzpostavljen čim ugodnejši režim odtoka vode. [201,210] Odvodnjavanje pobočnih gozdnih vlak (z notranjim prečnim nagibom) s prečnimi jarki: prečni jarki očiščeni, največja dopustna globina 20 cm (globlji jarki morajo biti konstruirani v obliki mulde). [251]		Po	1	1	1	1	1	1	1
		Odpravljene so poškodbe na gozdnih tleh, rampnih prostorih in gozdnih prometnicah takoj po končanem delu. [200] [210] Poškodbe na prometnicah se lahko izravnavajo in utrdijo z ustrezno mehanizacijo (npr. bagri, buldožerji, valjarji). Po potrebi se doda potreben naraven material (ali prerazporedi, če je prišlo do premestitve). Izravna/zapolni se kolesnice. Očistiti se vozišče in elemente za odvodnjavanje (jarki, koritnice, odtočni jaški, ipd.) ter vzpostaviti stanje kot je bilo pred uporabo. [210] Saniran rampni prostor pomeni, da so tla grobo izravnana, odstranjeni sečni ostanki in nelesni odpadki. Potrebno je vzpostaviti stanje kot je bilo pred uporabo. Na rampnem prostoru lahko ostanejo poškodovana drevesa, ki varujejo preostali sestoj pred poškodbami. Poškodovanost dreves ne sme povzročiti umiranja dreves, da bodo drevesa opravljala funkcijo varovanja sestoja		Po		1	1	1	1	1	1

MERILO	Indikator	Podindikator	Točke ^a	Ugotavljati Med/po	Gojitvena/ varstvena dela	Tehnologije					Odvoz
			1/0/*			MŽ	SS	Spravilo vlačenje	Spravilo vožnja	ŽŽ	
	tudi ob naslednji sečnji.										
Upoštevanji roki za izvedbo del	Upoštevanji roki za izvedbo del, ki jih določi ZGS na <i>Odločbi o izvedbi potrebnih del</i> . Sečišče urejeno takoj, oziroma najpozneje v dveh mesecih po začetku sečnje. [210] V primeru poletne sečnje iglavcev v obdobju od 1. aprila do 31. oktobra je treba sečišče urediti v roku enega meseca po začetku sečnje. [243]			Po	1	1	1	1	1	1	1
	Izvajalec del obvesti naročnika o poteku del <i>OPOMBA: izpolnjevanje ene alineje pomeni 0,5 točke.</i>	Izvajalec ob začetku del obvesti naročnika storitev, da je pričel z izvedbo del		Med	1	1	1	1	1	1	1
		Izvajalec takoj po zaključku del, opravljenih v dogovorjenem terminu, o tem obvesti naročnika storitev.		Po	1	1	1	1	1	1	1
		Izvajalec obvesti naročnika (lastnika gozda) o izvedenem odvozu/datumu odvoza.		Po							1
Upoštevana navodila za izvedbo del / predpisani načini izvajanja del	Med naročnikom (lastnikom gozda) in izvajalcem del je sklenjena pisna pogodba.			Med	1	1	1	1	1	1	1
	Po končani storitvi/izvedbi del je bil izdan račun.			Po	1	1	1	1	1	1	1
	Posekana le drevesa, ki so izbrana in označena za posek iz strani ZGS. [200] OZIROMA: Izjema 1: Posekana in izdelana morajo biti tudi drevesa, ki niso označena za posek, kažejo pa znake napada podlubnikov, kot so črvina na koreninskem vratu, odpadanje zelenih iglic, spremenjena barva krošnje. Izvajalec sporoči naročniku in neposredno pristojni krajevni enoti ZGS število dreves, drevesno vrsto in premer posameznih dreves za dodatno posekana drevesa, ki so bila poškodovana ob sečnji in spraviu. Izjema 2: Na območjih, kjer je z gozdnogospodarskim načrtom gozdnogospodarske enote ali z gozdnogojitvenim načrtom določeno, da posamična izbira drevja za možni posek ni obvezna, skupina dreves, izbrana za možni posek, oziroma skupina dreves, v kateri bodo za možni posek izbrana posamična drevesa brez posamične izbire, označi z barvno črto na obrobni drevesih.			Po		1	1				
	Odtujitev GLS	V končnem stanju med odkazilom in obračunanimi GLS ni neskladja (upoštevajoč razlike zaradi tehničnih izgub, bruto/neto pretvorbe in napak pri merjenju). Dodatno pojasnilo: Neskladje se ugotavlja na podlagi razlike med številom panjev in številom odkazanih dreves. V primeru suma na goljufije: med pregledom se svetuje štetje panjev, ki ne sme odstopati od števila dreves.		Med in po	1	1	1	1	1	1	
		Predani so vsi dokumenti za sistem potrebne skrbnosti, npr. knjigovodska listina in podatki o izmeri in razvrščanju dreves.		po	1	1	1	1	1	1	1
		V kolikor spravilo in odvoz GLS, napadenih s podlubniki, do roka ni mogoč, je treba te GLS spraviti	*	Med				1	1	1	1

MERILO	Indikator	Podindikator	Točke ^a	Ugotavljati Med/po	Gojitvena/ varstvena dela	Tehnologije					Odvoz
			1/0/*			MŽ	SS	Spravilo vlačenje	Spravilo vožnja	ŽŽ	
	do začasnega skladišča ter tretirati s fitofarmaceutskimi sredstvi (FFS). Uporaba FFS z dovoljenjem ZGS. [200]										
	Spravilo in skladiščenje je narejeno po dogovorjenih prometnicah (dogovor med naročnikom (lastnikom gozda) in izvajalcem). Priporoča se, da se to opredeli v pisni pogodbi.			Med in po				1	1	1	1
	Podiranje dreves usmerjeno na parcelo naročnika (lastnika gozda) in ne na parcele drugih lastnikov (v izogib povzročanja škode), razen če je sklenjen dogovor z njimi.			Med		1	1				
	Izvedba nege mladja, nege gošče ali obžetev je opravljena na način, kot je določeno v izreku odločbe ZGS - <i>Odločba o izvedbi potrebnih del.</i> [200]			Po	1						
	- Posekane so drevesne in grmovne vrste, ki niso bodoči graditelji sestoja izbranci pa so sproščeni; [252] - Izvedeno obvejevanje označenih dreves (izbrancev), - Po ukrepu na izbrancih ni vidnih poškodb skorje debela in vejnega ovratnika; - Obglavljeni			Po	1						
	Pri obžetvi se posebno skrb nameni posajenim sadikam, zato so le te po končanih delih popolnoma nepoškodovane (rezilno orodje ne poškoduje debelc ali vršičkov)			Po	1						
	Izvedena zaščita vseh posajenih sadik s premazom/tulci/količki			Po	1						
Ustrezno ravnanje s sadikami gozdnega drevja [253]	Upoštevano pravilno ravnanje s sadikami pred saditvijo: prevoz do delovišča (pod zaščitno ponjavo ali v zaprtem prostoru prevoznega sredstva) in shranjevanje.			Med	1						
	Izvajalec pregleda sadike, njihovo stanje in ustreznost, ter o tem obvesti lastnika.			Med	1						
	Upoštevano pravilno ravnanje s sadikami med saditvijo: <i>OPOMBA: izpolnjevanje enega podindikatorja pomeni 0,5 točke, izpolnjevanje dveh pa 1 točko in to je max</i>	Sadnja izvedena takoj oz. najkasneje v 10 dneh po dobavi.		Med	1						
		Sadike posajene v dovolj velike jamice, da so korenine v pravilni legi in neposrednem stiku s svežo prstjo do višine koreninskega vratu.		Med	1						
		Povprečna razdalja med sadikami je prilagojena talnim in sestojnim razmeram.		Po	1						
Ustreznost cene/plačila	Izvajalec del se je držal dogovorjene cene za storitev. V primeru odkupa lesa na panju je izvajalec vse dolgove poravnal v dogovorjenem času in po dogovorjeni ceni.			Po	1	1	1	1	1	1	1

4.3.2 Nagradnje ocene izvajalcev s strani naročnikov gozdarskih storitev na spletnem informacijskem sistemu MojGozdar.si

V okviru prenove sistema ocenjevanja kakovosti gozdarskih storitev je bila na spletnem portalu MojGozdar.si uvedena nova oblika izkustvene ocene, ki nadomešča prejšnji način ocenjevanja izvajalcev. Nova metodologija temelji na enostavni oceni od 1 do 10, ki jo naročnik poda na podlagi svoje izkušnje z izvajalcem. Ocena se podaja prek spletnega vmesnika (slika 55). Pod ocenjevalnim drsnikom so jasno in jedrnato predstavljena štiri temeljna načela, ki zajemajo vsa ključna merila kakovosti (preglednica 31). Ta načela ocenjevalcu pomagajo pri oblikovanju premišljene ocene, saj predstavljajo osnovo za presojo kakovosti izvedenih del.

Preglednica 31: Načela, ki naj bi jih ocenjevalec upošteval pri ocenjevanju kakovosti izvedenih del.

VARSTVO OKOLJA: izvedba gozdarskih del je potekala v skladu z doseganjem okoljske trajnosti: - <i>izvajalec del je uporabljal okoljsko primernejša sredstva z manj emisijami škodljivih snovi in tehnologije, prilagojene lokalnim razmeram</i> - <i>izvajalec del se je izogibal posegom, ki gozd razvrednotijo (plazenje, erozija ali motnje pri preskrbi z vodo) ter upošteval ukrepe ohranjanja narave (odkrivanje žarišč škodljivih organizmov in podlubnikov)</i>
KAKOVOST DEL IN GOZDNIH LESNIH SORTIMENTOV: izvedba gozdarskih del je potekala v skladu z zagotavljanjem ustrezne kakovosti izvedenih del in GLS: - <i>izvajalec del je ustrezno izdelal in zložil sortimente</i> - <i>izvajalec del je prednostno obravnaval okužene in z insekti napadene sortimente</i>
UREJENOST DELOVIŠČA: izvedba gozdarskih del je potekala v skladu z zagotavljanjem minimalne poškodovanosti preostalega sestoja in urejenosti sečišča: - <i>izvajalec del je ustrezno uredil sečišče in sečne ostanke</i> - <i>izvajalec del je poskrbel za minimalno poškodovanost dreves, mladja in gozdnih tal</i> - <i>izvajalec del je saniral gozdno infrastrukturo, v kolikor je bila poškodovana tekom izvajanja del</i>
SKLADNOST Z DOGOVORJENIM: izvedba gozdarskih del je potekala v skladu z dogovorom: - <i>izvajalec del se je držal dogovorjenih rokov za izvedbo del</i> - <i>izvajalec del je upošteval navodila oziroma predpisane načine izvajanja del ter ustrezno ravnal s sadikami gozdnega drevja</i> - <i>izvajalec del se je držal dogovorjene cene oz. plačila</i>

Ocenite izvedbo gozdarskih del

Ali ste vedeli, da se v Sloveniji ob izbiri izvajalcev večkrat odločamo na podlagi lastnih izkušenj iz preteklosti ali priporočil preteklih uporabnikov morda celo znancev. Vaša uporabniška izkušnja ima veliko vrednost še za marsikoga, ki bo želel izbrati kvalitetnega in zaupanja vrednega izvajalca.

S svojim mnenjem pomagajte zgraditi anonimno zbirko izkušenj in s tem pomagajte pri izbiri preostalim naročnikom gozdarskih storitev.

OCENA

Z uporabo drsnika izberite ustrezno oceno od 1 do 10: skrajno levo nezadostna ocena, skrajno desno odlična ocena.



Pri tem upoštevajte naslednja načela:

VARSTVO OKOLJA: izvedba gozdarskih del je potekala v skladu z doseganjem okoljske trajnosti.

- Izvajalec del je uporabljal okoljsko primernejša sredstva z manj emisijami škodljivih snovi in tehnologije, prilagojene lokalnim razmeram
- Izvajalec del se je izogibal posegom, ki gozd razrednotijo (pilaženje, erozija ali motnje pri preskrbi z vodo) ter upošteval ukrepe ohranjanja narave (odkrivanje žarišč škodljivih organizmov in podlubnikov)

KAKOVOST DEL IN GOZDNIH LESNIH SORTIMENTOV: izvedba gozdarskih del je potekala v skladu z zagotavljanjem ustrezne kakovosti izvedenih del in GLS.

- Izvajalec del je ustrezno izdelal in zložil sortimente.
- Izvajalec del je prednostno obravnaval okužene in z insekti napadene sortimente.

UREJENOST DELOVIŠČA: izvedba gozdarskih del je potekala v skladu z zagotavljanjem minimalne poškodovanosti preostalega sestoja in urejenosti sečišča.

- Izvajalec del je ustrezno uredil sečišče in sečne astarke.
- Izvajalec del je poskrbel za minimalno poškodovanost dreves, mladja in gozdnih tal.
- Izvajalec del je saniral gozdno infrastrukturo, v kolikor je bila poškodovana tokom izvajanja del.

SKLADNOST Z DOGOVORJENIM: izvedba gozdarskih del je potekala v skladu z dogovorom.

- Izvajalec del se je držal dogovorjenih rokov za izvedbo del.
- Izvajalec del je upošteval navodila oziroma predpisane načine izvajanja del ter ustrezno ravnal s sadikami gozdnega drevja.
- Izvajalec del se je držal dogovorjene cene oz. plačila.

Komentar (Vsebine komentarja bo javno objavljena v spletnem profilu izvajalca brez podpisa komentarja. Za popolno anonimnost oddajte oceno brez komentarja):

Potrdi

V kolikor želite podati bolj natančno oceno kakovosti izvedbe gozdarskih del, ki so jih opravili izvajalci storitev, izpolnite [kontrolni vprašalnik](#).

Slika 54: Izgled nove oblike podajanja enostavne ocene opravljenega dela iz strani izvajalcev del.

V kolikor želi ocenjevalec podati bolj natančno oceno, pa ima na spletnem vmesniku za podajanje izkustvene ocene povezavo do kontrolnega vprašalnika. Ta omogoča podrobnejšo presojo kakovosti izvedenih del, saj naročnik najprej odgovori na t. i. izločitvena vprašanja, ki opredelijo vrsto opravljenega dela in posebnosti delovišča, nato pa nadaljuje z ocenjevanjem po posameznih indikatorjih kakovosti.

Kontrolni vprašalnik

za oceno kakovosti izvedbe sečnje in spravila lesa ter gojitvenih in varstvenih del

Kontrolni vprašalnik je namenjen natančni oceni kakovosti izvedbe gozdarskih del, ki so jih opravili izvajalci gozdarskih del. Oceno pripravi naročnik storitev. Vprašalnik je razdeljen na dva dela. Prvi del vprašalnika predstavljajo uvodna »izločitvena« vprašanja, ki so vezana na ugotavljanje posamezne faze dela, ki jo želi naročnik storitve oceniti, ali izjeme, nanašajoče na delo v določenih izrednih razmerah. Odvisno od dela, ki je bilo opravljeno, se za posamezno fazo ocenjuje le relevantna merila, oziroma indikatorje znotraj merila.

Drugi del vprašalnika pa je namenjen ocenjevanju opravljenega dela po posameznih indikatorjih.

Kontrolni vprašalnik za oceno kakovosti izvedbe del se nanaša na sečnjo in spravilo lesa ter izvedbo gojitvenih in varstvenih del.

Spletno orodje in njegovo vsebino so razvili raziskovalci Gozdarskega inštituta Slovenije na Oddelku za gozdno tehniko in ekonomiko, v okviru projekta TehGozd – Načrtovanje tehnologij in presoja kakovosti izvajanja del v gozdovih v podporo biogospodarstvu (CRP V4-2209).

Orodje je bilo razvito s podporo sredstev Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Javne agencije za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost RS. Sofinancerji niso odgovorni za nobeno morebitno uporabo informacij, objavljenih v sklopu orodja. Izračuni so informativne narave, avtorji orodja ne odgovarjajo za točnost izračunov in za morebitno nastalo materialno ali moralno škodo.



GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE

Katero delo je bilo opravljeno?

- ☐ Sečnja z motorno žago
- ☐ Strojna sečnja
- ☐ Spravilo lesa - vlačenje
- ☐ Spravilo lesa - vožnja
- ☐ Spravilo z žičnim žerjavom
- ☐ Vožnja/odvoz lesa
- ☐ Gojitvena in varstvena dela (delo brez delovnih strojev)

Ali delo vključuje žarišča škodljivih organizmov in žarišča podlubnikov?

- ☐ Da ☒ Ne

Ali delo vključuje s škodljivimi organizmi in podlubniki okužene ali napadene sortimente?

- ☐ Da ☒ Ne

Ali delo vključuje delo v bolj obiskanih gozdovih oz. gozdovih s poudarjeno rekreacijsko funkcijo?

- ☐ Da ☒ Ne

Ali delo vključuje delo v mestnih gozdovih?

- ☐ Da ☒ Ne

Oceni izvajalca

Slika 55: Vstopna stran v kontrolni vprašalnik za oceno kakovosti izvedbe del v gozdovih, ki vključuje kratek opis in izključitvena vprašanja.

Izpolni vprašalnik s klikom na storž ob indikatorju oz. podindikatorju, katerih pogoje izvajalec izpolnjuje.



- Izpolnjen indikator oz. podindikator (izvajalec prejme 1 točko za izpolnjen indikator oz. 0.5 točke za podindikator)



- Neizpolnjen indikator oz. podindikator (izvajalec ne prejme točke)

Merilo	Indikator	Podindikator	Ocena
Uporaba okoljsko primernejših sredstev in tehnologij, prilagojenih lokalnim razmeram	Uporabljena tehnologija z manj emisijami škodljivih snovi, uporaba biorazgradljivih olj, raba goriv z nizkimi emisijami.	Okoljsko standardizirani motorji pri traktorjih: motorji z nizkimi emisijami: manj izpustov CO ₂ , NO _x , ogljikovodikov in trdnih delcev. Traktorji s stopnjo 4 za izpušne pline (pridobljeni – kupljeni kot novi po 1.1.2015)	
		Hibridna ali električna pogonska tehnologija (v gozdarstvu gre običajno za sistem = motor+generator+električni porabniki) • Električna motorna žaga • Žični žerjav: voziček z vgrajenim električnim pogonom (e-liner skidding) Zahteve izpolnjuje večji del uporabljene tehnologije	
		Avtomatizirano delovanje strojev/avtomatizirani postopki: • Tehnologije za optimizacijo porabe goriva: pametni senzorji in programska oprema, ki spremljajo porabo goriva in optimizirajo delovanje strojev.	
		Raba goriv z nižjimi emisijami: biogoriva (biodizel ali bioetanol) ALI alkilatna goriva (le za motorno žago); hidrotizirana rastlinska olja (HVO gorivo) Raba biorazgradljivih olj: biorazgradljiva hidravlična olja; biorazgradljiva olja za verigo motorne žage.	
	Spravilna sredstva in tehnologije prilagojene občutljivosti gozdnih sestojev in tal	Verige in gosenice na kolesih	
		»Winch assisted« sistem: vitel pomaga stroju (mehanizaciji) pri premikanju (angl. winch assisted forwarder)	
		Razporeditev mas na več osi (ki zmanjšuje osne pritiske na tla)	
		Traktorji manjših dimenzij (zahtevajo manjše dimenzije prometnic in jih manj obremenjujejo) – moč motorja do vključno 100 kW	
		Upravljanje tlaka v pnevmatikah	
		Pogonski sistemi za brezstopenjsko uravnavanje hitrosti vožnje ali prestavljanje prestav pod obremenitvijo (za	

Slika 56: Spletna oblika kontrolnega vprašalnika, kjer se s klikom na storž potrdi izpolnjevanje indikatorja.

Načelo	Ocena
1. VARSTVO OKOLJA: izvedba gozdarskih del je potekala v skladu z doseganjem okoljske trajnosti. <i>Ali je izvajalec del uporabljal okoljsko primernejša sredstva z manj emisijami škodljivih snovi in tehnologije, prilagojene lokalnim razmeram? Ali se je izogibal posegom, ki gozd razvrednotijo (plazenje, erozija ali motnje pri preskrbi z vodo) ter upošteval ukrepe ohranjanja narave (odkrivanje žarišč škodljivih organizmov in podlubnikov)?</i>	
2. KAKOVOST IZVEDBE DEL: izvedba gozdarskih del je potekala v skladu z zagotavljanjem ustrezne kakovosti izvedenih del in GLS. <i>Ali je izvajalec del ustrezno izdelal sortimente? Ali so sortimenti ustrezno zloženi in skladiščeni? Ali je izvajalec del prednostno obravnaval okužene in z insekti napadene sortimente? Ali je izvajalec del ustrezno ravnal s sadikami gozdnega drevja?</i>	
3. UREJENOST DELOVIŠČA: izvedba gozdarskih del je potekala v skladu z zagotavljanjem minimalne poškodovanosti preostalega sestoja in urejenosti sečišča. <i>Ali je izvajalec del ustrezno uredil sečišče in sečne ostanke? Ali je poskrbel za minimalno poškodovanost dreves, mladja in gozdnih tal? Ali je saniral gozdno infrastrukturo, v kolikor je bila poškodovana tekom izvajanja del?</i>	
4. SKLADNOST Z DOGOVORJENIM: izvedba gozdarskih del je potekala v skladu z dogovorom. <i>Ali se je izvajalec del držal dogovorjenih rokov za izvedbo del? Ali je izvajalec del upošteval navodila oziroma predpisane načine izvajanja del ter ustrezno ravnal s sadikami gozdnega drevja? Ali se je izvajalec del držal dogovorjene cene oz. plačila?</i>	

Ocena izvajalca

7.5 / 10

PDF izvoz

Slika 57: Izračunana končna ocena izvajalca del v gozdovih, ki se preračuna na oceno od 0 do 10. Prikaže se tudi ocena po posameznih načelih.

Na koncu ocenjevalnega postopka ima ocenjevalec možnost, da si ustvari PDF izpis ocene, ki predstavlja celovito poročilo o kakovosti izvedenih gozdarskih del. V tem dokumentu je zapisana skupna končna ocena, ki je bila preračunana na podlagi ocenjevanja vsakega indikatorja, prikazane so ocene po posameznih načelih, ter pregled po vseh posameznih indikatorjih, kjer je razvidno, ali je bil za posamezen indikator podeljen storž – kar pomeni, da izvajalec izpolnjuje zahteve znotraj tega indikatorja – ali ne. Takšen izpis omogoča boljšo preglednost in sledljivost ocen podanih s strani različnih ocenjevalcev (naročnikov storitev).

Ocena izvajalca

Pred vami se nahaja izpis meril in indikatorjev za izbrana dela, ki ste jih ocenjevali za izvajalca del in opravljeno delo v vašem gozdu, s pomočjo spletnega orodja.

Spletno orodje in njegovo vsebino so razvili raziskovalci Gozdarskega inštituta Slovenije na Oddelku za gozdno tehniko in ekonomiko, v okviru projekta TehGozd – Načrtovanje tehnologij in presoja kakovosti izvajanja del v gozdovih v podporo biogospodarstvu (CRP V8-Z209).

Orodje je bilo razvito s podporo strokovne Agencije za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter javne agencije za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost RS. Spletno orodje niso odgovorni za nobeno morebitno uporabo informacij, objavljenih v sklopu orodja. Izvajalci so informativne narave, avtorji orodja ne odgovarjajo za točnost izračunov in za morebitno nastalo materialno ali moralno škodo.

Ocena izvajalca se določa za izbrana dela:

- Sečnja z motorno žago
- Strojna sečnja
- Spravo lesa - vlačenje
- Spravo lesa - vožnja
- Spravo z žičnim žerjavom
- Vožnja/odvoz lesa
- Gojitvena in varstvena dela (delo brez delovnih strojev)

Delo vključuje:

- Zarika škodljivih organizmov in žarika podlubnikov
- s škodljivimi organizmi in podlubniki okužene ali napadene sortimente
- dela v bolj obiskanih gozdovih oz. gozdovih s poudarjeno rekreacijsko funkcijo
- dela v mestnih gozdovih

Ocena izvajalca

7.5 / 10

Načelo	Ocena
1. VARNOST OKOLJA: Izvedba gozdarstvenih del je potekala v skladu z doseganjem okoljske trajnosti. Ali je izvajalec del uporabljal okoljsko primernejša sredstva z manj emisijami škodljivih snovi in tehnologije, prilagojene lokalnim razmeram? Ali se je izogibal posegom, ki gozd razrednotijo (glazenje, erozija ali motnje pri preteku vode) ter upošteval ukrepe ohranjanja narave (odstranjevanje žarišč škodljivih organizmov in podlubnikov)?	10 / 10
2. KAKOVOST IZVEDBE DEL: Izvedba gozdarstvenih del je potekala v skladu z zagotavljanjem ustreznosti kakovosti izvedenih del in GLS. Ali je izvajalec del ustrezno izbral sortimente? Ali so sortimenti ustrezno očisti in skladiščeni? Ali je izvajalec del prednostno obravnaval okužene in z insekti napadene sortimente? Ali je izvajalec del ustrezno navel s sadikami gozdnega drevesa?	4 / 10
3. UREJENOST DELOVNIH PLOŠČ: Izvedba gozdarstvenih del je potekala v skladu z zagotavljanjem minimalne poškodovanosti preostalega sestoja in urejenosti sečišča. Ali je izvajalec del ustrezno uredil sečišče in sadne ostanke? Ali je poskrbel za minimalno poškodovanost dreves, mladih in gozdnih tal? Ali je saniral gozdno infrastrukturo, v kolikor je bila poškodovana takom izvajanja del?	8 / 10
4. SKLADNOST Z DOGOVORJENIMI: Izvedba gozdarstvenih del je potekala v skladu z dogovorom. Ali se je izvajalec del držal dogovorjenih rokov za izvedbo del? Ali je izvajalec del upošteval navodila oziroma predpisane načine izvajanja del ter ustrezno navel s sadikami gozdnega drevesa? Ali se je izvajalec del držal dogovorjene cene oz. plačila?	8 / 10

1/5

Merilo	Indikator	Podindikator	Ocena
Uporaba okoljsko primernih sredstev in tehnologij, prilagojenih lokalnim razmeram	Uporabljena tehnologija z manj emisijami škodljivih snovi, uporaba biorazgradljivih olj, raba goriv z nizkimi emisijami.	Okoljsko standardizirani motorji pri traktorjih: motorji z nizkimi emisijami: manj izpuštev CO ₂ , NO _x , ogljikovodikov in drugih delcev. Traktorji s stopnjo 4 za izpušne pline (pridobljeni – kupljeni kot novi po 1.1.2015)	0.5 / 0.5
		Hibridna ali električna pogonska tehnologija (v gozdarstvu gre običajno za sistem = motor+generator+električni porabnik) Električna motorna žaga: Žični žerjav: vozček z vgrajenim električnim pogonom (e-liner skidding). Zahteva izpolnjuje večji del uporabljene tehnologije	0.5 / 0.5
		Automatizirano delovanje strojev/avtomatizirani postopki: Tehnologije za optimizacijo porabe goriva: pametni senzorji in programska oprema, ki spremljajo porabo goriva in optimizirajo delovanje strojev.	0.5 / 0.5
		Raba goriv z nižjimi emisijami: biogoriva (biodizel ali bioetanol) ALI aliklastna goriva (le za motorno žago); hidrotizirana rastlinska olja (HVO gorivo) Raba biorazgradljivih olj: biorazgradljiva olja za verigo motorne žage.	0.5 / 0.5
	Spravila sredstva in tehnologije prilagojene občutljivosti gozdnih sestojev in tal	Verige in gosernice na kolesih	0.5 / 0.5
		«Winch assisted» sistem: vitel pomaga stroju (mehanizaciji) pri premikanju (engl. winch assisted forwarder)	0.5 / 0.5
		Razporeditev mas na več osi (ki zmanjšuje osne pritiske na tla)	0.5 / 0.5
		Traktorji manjših dimenzij (zahtevajo manjše dimenzije prometnic in jih manj obremenjujejo) – moč motorja do vključno 100 kW	0.5 / 0.5
		Upravljanje tlaka v pnevmatikah	0.5 / 0.5
		Pogonski sistemi za brezstopenjsko upravljanje hitrosti vožnje ali prestavljanje prestav pod obremenitvijo (za zmanjšanje oz. preprečevanje zdrsa pogonskih delov strojev)	0.5 / 0.5
		Mehanski ali hidravlični pogon vsaj ene osi gozdarske prikolice	0.5 / 0.5
		Spravilo po zraku (žično spravilo): sortimentna metoda; dvojni vozček (spravilo v celoti po zraku); dodatna podpora	0.5 / 0.5
Izogibanje posegom, ki gozd razrednotijo	Poseg ne povzroči plazenja gozdnega zemljišča, ki ga s tehničnimi ukrepi ni možno preprečiti. Dodatno pojasnilo: Transportne poti naj bodo zunaj območij z visokim tveganjem za erozijo ali plazenje. Izogibanje delu v mokrih razmerah ali v tem primeru izvajanje dela s prilagojeno tehnologijo (merilo 1, indikator 2). V primeru 22: sproten odvoz (ali npr. zapora ceste), da se izognemo gradnji stojšča za 22 ali skladišče; sortimentna metoda (spravilo čim bolj po zraku).		1 / 1
Ukrepi ohranjanja narave	Obvestiti naročnika storitev (lastnik gozda) ali javno gozdarsko službo o odkritju žarišč škodljivih organizmov in žarišč podlubnikov.		1 / 1
Ustrezno krojenje	Optimalno krojenje: pri iglavcih dolžinsko krojenje je ustrezno nadmerno: posameznim sortimentom dodati 1-2 cm nadmerna na meter, toda najmanj 5 cm in največ 20 cm; pri listavih krojenje po kakovosti oz. napakah. Ustrezna kakovost klesčenja in prežagovanja: klesčenje tik ob deblu, rez čim bolj pravokoten glede na os debla; deblu ni zalomljeno ali počeno. Zahteva izpolnjuje 90 % hitov.		0 / 1
Ustrezno zlaganje in skladiščenje GLS	GLS so zloženi ob ali nad cesto tako da je zagotovljena varnost pred njihovim proženjem na cesto ali po pobočju in da je dreveje zavarovalo pred požigom (načrtno puščena drevesa so zaščita za »naslednja« drevesa oz. sestoj, ki ostane).		0 / 1
	Rampni prostor (skladišni prostor ob cestah za skladiščenje lesa neposredno po spravi GLS v gozdu), se nahaja zunaj vplivnega območja visokih voda.		0 / 1
Preprečevanje pojava in širjenja škodljivih organizmov	Prednostna sečnja in spravilo sortimentov iglavcev in okuženih ali z insekti napadenih GLS.		1 / 1
	Izvoz sortimentov iglavcev in okuženih ali z insekti napadenih GLS iz gozda v centre za zbiranje oz. predelavo lesa oz. mesta skladiščenja GLS izven gozda, ki so po navodilih ZGS opremljena s kontrolnimi pastmi. Rampni prostori svežih neopuljenih iglavcev so od sestojev z iglavi oddaljeni vsaj 100 metrov.		1 / 1

Slika 58: Izgled poročila/izpisa ocene, ki se lahko shrani za poznejši vpogled.

4.4 Zaključki

Vzpostavitev sistema za ocenjevanje kakovosti izvedbe del v gozdovih predstavlja pomemben korak k profesionalizaciji gozdarskih storitev v Sloveniji. Sistem je odgovoril na dolgoletno potrebo po objektivnem, preglednem in uporabniku prijaznem orodju, ki omogoča vrednotenje kakovosti gozdarstvenih del na podlagi jasno opredeljenih meril in indikatorjev. S tem se ne izboljšuje le strokovnost izvajalcev in večja varnost, temveč se krepi tudi zaupanje med lastniki gozdov in izvajalci storitev, kar je ključno za dolgoročno sodelovanje in trajnostno gospodarjenje z gozdnimi viri.

Potencialni pomen rezultatov:

- ❖ Celovit pristop k ocenjevanju mogoča natančno presojo kakovosti izvedenih del v gozdovih na podlagi objektivnih meril in indikatorjev, ki zajemajo tako stanje gozda po izvedenem delu kot tudi izpolnjevanje pogodbenih obveznosti med naročnikom in izvajalcem.
- ❖ Uporabniku prijazna metodologija z jasno strukturiranim kontrolnim vprašalnikom, prilagojenim različnim vrstam del (sečnja, spravilo, gojitvena dela), omogoča enostavno uporabo tudi prek spletnega orodja.

- ❖ Vključenost strokovne skupine v razvoj sistema zagotavlja strokovno utemeljenost, usklajenost meril in indikatorjev ter praktično uporabnost v gozdarski praksi.
- ❖ Spodbujanje trajnostnega gospodarjenja z gozdovi: sistem spodbuja izvajalce k bolj trajnostnemu ravnanju z gozdom, kar prispeva k ohranjanju narave, biotske raznovrstnosti in rekreacijske funkcije gozdov.
- ❖ Večja transparentnost izvedenih del v gozdu: sistem omogoča boljši nadzor nad kakovostjo izvedenih del in zmanjšuje tveganje za negativne vplive na gozdne ekosisteme.
- ❖ Dvig strokovnosti izvajalcev: sistem spodbuja uporabo ustreznih tehnologij, upoštevanje predpisov in izboljšanje delovnih praks.
- ❖ Krepitev zaupanja med lastniki gozdov in izvajalci storitev prispeva k boljšemu sodelovanju in večji aktivnosti zasebnih lastnikov gozdov.
- ❖ Digitalna nadgradnja obstoječih orodij: metodologija nadgrajuje obstoječi sistem ocenjevanja izvajalcev na portalu MojGozdar.si in omogoča bolj objektivno vrednotenje storitev.
- ❖ Pozitivna podoba gozdarstva v javnosti je ključna za dolgoročno podporo sektorju in sprejemanje gozdarskih ukrepov v širši družbi.

Neposredni rezultati razvitega sistema ocenjevanja kakovosti izvajalcev del:

- ❖ Pripravljen je bil celovit pregled meril in indikatorjev, ki zajemajo štiri ključna načela: varstvo okolja, kakovost del in GLS, urejenost delovišča ter skladnost z dogovorjenim. Ta načela neposredno sledijo načelom trajnostnega gospodarjenja z gozdovi, saj predstavljajo preplet okoljskih, ekonomskih in družbenih vidikov. S tem sistem ne ocenjuje zgolj tehnične izvedbe del, temveč tudi njihov širši vpliv na naravo, gospodarstvo in družbo.
- ❖ Oblikovan je bil spletni sistem ocenjevanja na portalu MojGozdar.si, ki omogoča tako izkustveno kot podrobno oceno izvajalcev in je enostavno dostopen vsem uporabnikom. Izpis ocene pa omogoča tudi poznejši vpogled ter večjo pravičnost in transparentnost postopka ocenjevanja.
- ❖ Izvedena je bila delavnica s strokovnjaki, ki je prispevala k validaciji in izboljšavi predlaganega sistema.

Dolgoročni rezultati razvitega sistema ocenjevanja kakovosti izvajalcev del:

- ❖ Vzpostavitev standardiziranega sistema ocenjevanja bo omogočila dolgoročno izboljšanje kakovosti gozdarskih storitev.
- ❖ Zmanjšanje negativnih vplivov na gozdne ekosisteme, kot so poškodbe tal, drevja in vodnih virov.
- ❖ Večja varnost pri delu in boljše delovne razmere za izvajalce.
- ❖ Krepitev trajnostnega biogospodarstva, ki temelji na odgovorni rabi gozdnih virov.

- ❖ Možnost vključitve sistema v nacionalne politike in certifikacijske sheme, kar bi prispevalo k večji mednarodni primerljivosti in konkurenčnosti slovenskega gozdarstva.
- ❖ Povečanje zadovoljstva lastnikov gozdov, kar lahko vodi v večjo aktivacijo zasebnih lastnikov gozdov, boljše gospodarjenje in večjo mobilizacijo lesa.

Izražen interes po rezultatih

Sistem ocenjevanja in ocene izvajalcev del v gozdovih so izrednega pomena za lastnike gozdov pri izbiri ustreznega izvajalca, predvsem v izogib slabim praksam. Prav tako so pomembne za izvajalce gozdarskih storitev, ki bi ceno storitve lahko upravičevali z višjim standardom kakovosti. Interes za rezultate projekta so poleg lastnikov gozdov in izvajalcev del izrazile tudi strokovne institucije in izvajalci javne gozdarske službe. Njihova vključenost že v sam razvoj sistema potrjuje njegovo relevantnost in uporabnost v praksi. Prav tako te institucije iščejo orodja za boljše spremljanje izvajanja gozdarskih politik. Interes pa so izrazile tudi okoljske organizacije in civilna družba, ki si prizadevajo za večjo odgovornost pri ravnanju z gozdovi.

5 KOMUNIKACIJA, PRENOS ZNANJA TER PROMOCIJA DOSEŽKOV ZA JAVNOST

V času izvajanja projekta je potekalo tudi več diseminacijskih in promocijskih aktivnosti. Takoj na začetku projekta je bila vzpostavljena projektna spletna stran, ki se nahaja na naslovu:

<https://www.gozdis.si/projekti/nacrtovanje-tehnologij-in-presoja-kakovosti-izvajanja-del-v-gozdovih-v-podporo-biogospodarstvu-crp-v4-2209/>. Za lažjo predstavitev projekta javnosti je bil na začetku projekta oblikovan logotip ter akronim projekta (TEHGOZD).

Eden pomembnejših ciljev projekta je bila stalna komunikacija z deležniki vzdolž gozdno–lesne verige in vključevanje strokovnjakov z obravnavanega področja v projektno delo. Za doseg tega cilja, je bila oblikovana strokovna skupina, katere namen je bila aktivna participacija in skupno reševanje izzivov pri oblikovanju meril trajnostnega in kakovostnega pridobivanja lesa in nege gozda ter umeščanja gozdnih prometnic v prostor. Strokovno skupino so sestavljali strokovnjaki iz različnih inštitucij: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Ministrstvo za gospodarstvo turizem in šport, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, Zavod za gozdove Slovenije, družba SiDG d. o. o., gozdarska inšpekcija, podjetje Metropolitana d. o. o., Gospodarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Zveza lastnikov gozdov Slovenije, Zveza strojnih krožkov Slovenije, Srednja gozdarska, lesarska in zdravstvena šola Postojna, Direkcija Republike Slovenije za vode, JP Voka Snaga. Aktivna participacija in znanje strokovne skupine sta prispevala h kakovostnejšim rezultatom projekta.



Slika 59: Srečanje strokovne skupine na Gozdarskem inštitutu Slovenije

Za informiranje in ozaveščanje ciljnih skupin ter ostalih deležnikov o delu in rezultatih so bili tekom trajanja projekta uporabljeni različni mediji: objave strokovnih in znanstvenih prispevkov, objave na spletni strani Gozdarskega inštituta Slovenije ter na družbenih omrežjih. Oblikovani sta bili dve posebni izdaji spletne publikacije InfoGozd – Skrbno z gozdom, z naslovom »Uvajanje sodobnih tehnologij v gozdarstvo«. Obe publikaciji sta objavljeni na prosto dostopnem spletnem sistemu WoodChainManager (WCM) / InfoGozd (<https://wcm.gozdis.si/>) in na spletni strani projekta (povezava zgoraj). Sodelavci projektne skupine smo objavili več strokovnih in poljudnih prispevkov s področij, ki jih je obravnaval projekt, skupno 16. Prispevki so bili objavljeni na spletnem sistemu WCM / InfoGozd, reviji Gozdarski vestnik ter reviji Eko dežela. Trenutno sta v postopku priprave dva znanstvena prispevka, eden na tematiko modelnega umeščanja sodobnih tehnologij v gozdni prostor in drugi s področja ocene kakovosti pri izvajanju del v gozdovih.

Za lažji prenos informacij in promocijo rezultatov projekta je bil v zadnjem delu trajanja projekta oblikovan letak, ki predstavlja tri spletna orodja, katerih namen je podpora lastnikom gozdov, izvajalcem del v gozdovih in odločevalcem pri trajnostnem in sonaravnem gospodarjenju z gozdovi: (1) Modelno umeščanje tehnologij v gozdni prostor, (2) Priročnik za podporo lastniku ob investiciji v omrežje gozdnih prometnic in (3) Ocenjevanje kakovosti del v gozdovih. Letak je bil razdeljen deležnikom na zaključnem posvetu projekta, ostali izvodi pa bodo namenjeni razširjanju glavnih rezultatov projekta med zainteresirano javnostjo po različnih strokovnih dogodkih, delavnicah, itd.

CILJI IN REZULTATI PROJEKTA
»Načrtovanje tehnologij in presoja kakovosti izvajanja del v gozdovih v podporo biogospodarstvu«

Osrednji cilj projekta TehGozd je nadgraditi obstoječa znanja o tehnoloških, ekonomskih in socialnih vidikih umeščanja tehnologij v prostor ter oblikovati spletna orodja, ki bodo podpirala lastnike gozdov, izvajalce del v gozdovih ter odločevalce pri trajnostnem in sonaravnem gospodarjenju z gozdovi.





Projekt »Načrtovanje tehnologij in presoja kakovosti izvajanja del v gozdovih v podporo biogospodarstvu« (CRP V4-2209) izvajata Gozdarski inštitut Slovenije in Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani v sklopu Ciljnega raziskovalnega programa "Naša hrana, podeželje in naravni viri" iz leta 2022.

Projekt financirata Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP) ter Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije (ARIS).




REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,
GOZDARSTVO IN PREHRANO



**SPLETNA ORODJA V
PODPORO
LASTNIKOM GOZDOV,
IZVAJALCEM DEL V
GOZDOVIH IN
ODLOČEVALCEM**

GLAVNI REZULTATI PROJEKTA SO:

- 1** Oblikovana **metodologija** ter **spletno orodje** za **umeščanje sodobnih tehnologij pridobivanja lesa** v spreminjajočih se družbenih, podnebnih, delovnih, tehnoloških in okoljskih razmerah.
- 2** Spletno orodje v podporo lastniku gozda oz. investitorju pred **ново investicijo ali optimizacijo omrežja gozdnih prometnic**.
- 3** Oblikovana **metodologija** ter **spletno orodje** za **oceno kakovosti izvedbe del v gozdovih, izvedenih s strani izvajalcev del**.

KOLOFON

Avtorji: dr. Nike Krajnc, Gašper Ogrin, dr. Jaša Saražin, dr. Darja Stare, Spela Ščap, Matevž Triplat
Tehnični urednik, oblikovanje: Matjaž Dovečar
Avtorji fotografij: Matevž Triplat, dr. Jaša Saražin, Peter Smolnikar
Izdaja: Gozdarski inštitut Slovenije
Tisk: MEDIUM d. o. o.
Naklada: 1.000
Leto izida: 2025

Tiskano na papirju s FSC certifikatom













GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
SLOVENSKA POSEJNA AGENCIJA

Kakovost izvedbe del v gozdovih

gozdovih, spletno orodje za oceno kakovosti izvedbe del v gozdovih pa je predstavila dr. Darja Stare iz Gozdarskega inštituta Slovenije. Za konec strokovnih predavanj je dr. Nike Krajnc predstavila gozdni dialog kot sodobno komunikacijsko orodje za oblikovanje gozdne politike, ki vključuje organizirano sodelovanje deležnikov ter idejno zasnovo njegove strukture. Udeleženci so tekom dogodka aktivno sodelovali tudi prek spletnega orodja Mentimeter, kjer so lahko v realnem času zastavljali vprašanja, glasovali ter podajali lastne predloge.



Slika 61: Rezultati s spletnega orodja Mentimeter na zaključnem posvetu – najpomembnejši indikator umeščanja tehnologij v gozdarstvu



Slika 62: Zaključni posvet projekta TEHGOZD

Po zaključnem posvetu je bil pripravljen prispevek s povzetkom celotnega dogodka in bil objavljen na spletnem sistemu WCM / InfoGozd:

<https://wcm.gozdis.si/sl/novice/2025100613203603/zakljucni-posvet-ciljno%E2%80%93raziskovalnega-projekta-tehgozd/>. Prispevek je namenjen vsem zainteresiranim posameznikom, ki se dogodka niso udeležili ter prav tako vsem udeležencem posveta, saj so v prispevku vključeni tudi odgovori na vsa zastavljena vprašanja tekom dogodka s strani udeležencev.

1. Cho, M.; Cho, K.; Choi, B.; Cha, D. Yarding productivity of tree-length harvesting using a small cable-yarder in steep slope, South Korea. *Forest Science and Technology* **2018**, *14*, 132-137, doi:10.1080/21580103.2018.1478887.
2. Chung, W.; Morrisette, B.; Green, P.; Garrelts, B.; Leshchinsky, B.; Belart, F.; Sessions, J.; Wimer, J.; Garland, J. Effects of Pre-Bunching Trees With a Tethered Feller-Buncher on Cable Logging Productivity and Costs: A Case Study in Southern Oregon. *Forest Science* **2022**, *68*, 325-333, doi:10.1093/forsci/xfac008.
3. Lindroos, O.; Cavalli, R. Cable yarding productivity models: a systematic review over the period 2000–2011. *International Journal of Forest Engineering* **2016**, 1-16, doi:10.1080/14942119.2016.1198633.
4. Spinelli, R.; Magagnotti, N.; Cosola, G.; Engler, B.; Leitner, S.; Vidoni, R. Fuel and Time Consumption in Alpine Cable Yarder Operations. *Forests* **2022**, *13*, doi:10.3390/f13091394.
5. Aruga, K.; Yamada, T.; Yamamoto, T. Comparative Analyses of the Cycle Time, Productivity, and Cost Between 62- and 107-Year-Old Japanese Cypress Clear-Cutting Operations Using a Small-Scale Cable Logging System. *Small-scale Forestry* **2018**, *18*, 279-289, doi:10.1007/s11842-018-9412-7.
6. Yilmaz, R.; Acar, M.; Ozturk, T. Productivity of Hauling by Tajfun MOZ 500 GR Cable Yarder in Turkey. *Forestist* **2022**, *72*, 313-319, doi:10.5152/forestist.2022.22011.
7. Erber, G.; Haberl, A.; Pentek, T.; Stampfer, K. Impact of operational parameters on the productivity of whole tree cable yarding. **2017**.
8. Han, S.-K.; Han, H.-S. Productivity and cost of whole-tree and tree-length harvesting in fuel reduction thinning treatments using cable yarding systems. *Forest Science and Technology* **2020**, *16*, 41-48, doi:10.1080/21580103.2020.1712264.
9. Lee, E.; Im, S.; Han, S.-K. Productivity and cost of a small-scale cable yarder in an uphill and downhill area: a case study in South Korea. *Forest Science and Technology* **2018**, *14*, 16-22, doi:10.1080/21580103.2017.1409662.
10. Lee, S.-J.; Lee, E. Salvage cable yarding operations productivity of pinewood nematode infected Pinus trees in South Korea. *International Journal of Forest Engineering* **2021**, *32*, 155-163, doi:10.1080/14942119.2021.1903776.
11. Munteanu, C.; Yoshida, M.; Lordache, E.; Borz, S.A.; Ignea, G. Performance and cost of downhill cable yarding operations in a group shelterwood system. *Journal of Forest Research* **2019**, *24*, 125-130, doi:10.1080/13416979.2019.1603577.
12. Shoshyn, A.; Protas, P.; Štollmann, V. New technological solutions for waterlogged forests by cable yarding. *Journal of Forest Science* **2022**, *68*, 46-60, doi:<https://doi.org/10.17221/94/2021-jfs>.
13. Varch, T.; Erber, G.; Spinelli, R.; Magagnotti, N.; Stampfer, K. Productivity, fuel consumption and cost in whole tree cable yarding: conventional diesel carriage versus electrical energy-recuperating carriage. *International Journal of Forest Engineering* **2020**, *32*, 20-30, doi:10.1080/14942119.2020.1848178.
14. Berg, S.; Yoshida, M.; Sakurai, R.; Sakai, H. Productivity of loaders and forwarders in Japanese forestry operation conditions. *Journal of Forest Research* **2018**, *23*, 149-155, doi:10.1080/13416979.2018.1469208.
15. Cabral, O.M.d.J.V.; Lopes, E.d.S.; Krulikowski Rodrigues, C.; Filho, A.F. Impact of Distance between Strip Roads on Productivity and Costs of a Forwarder in Commercial Thinning of Pinus Taeda Stands. *Croatian journal of forest engineering* **2020**, *41*, 243-249, doi:10.5552/crojfe.2020.592.

16. Gagliardi, K.; Ackerman, S.; Ackerman, P. Multi-Product Forwarder-Based Timber Extraction. *Croatian journal of forest engineering* **2020**, *41*, 231-242, doi:<https://doi.org/10.5552/crojfe.2020.736>.
17. Proto, A.; Macrì, G.; Visser, R.; Russo, D.; Zimbalatti, G. Comparison of Timber Extraction Productivity between Winch and Grapple Skidding: A Case Study in Southern Italian Forests. *Forests* **2018**, *9*, doi:10.3390/f9020061.
18. Proto, A.R.; Macrì, G.; Visser, R.; Harrill, H.; Russo, D.; Zimbalatti, G. A Case Study on the Productivity of Forwarder Extraction in Small-Scale Southern Italian Forests. *Small-scale Forestry* **2017**, *17*, 71-87, doi:10.1007/s11842-017-9376-z.
19. Dvořák, J.; Jankovský, M.; Chytrý, M.; Nuhlíček, O.; Natov, P.; Kormanek, M.; Löwe, R. Operational Costs of Mid-Performance Forwarders in Czech Forest Bioeconomy. *Forests* **2021**, *12*, doi:10.3390/f12040435.
20. Berg, S.; Yoshida, M.; Sakurai, R.; Sakai, H. Comparison of productivity and cost depending on slope when forwarding short length logs with small Japanese forwarders. *International Journal of Forest Engineering* **2017**, *28*, 176-185, doi:<https://doi.org/10.1080/14942119.2017.1358550>.
21. Cadei, A.; Mologni, O.; Röser, D.; Cavalli, R.; Grigolato, S. Forwarder Productivity in Salvage Logging Operations in Difficult Terrain. *Forests* **2020**, *11*, doi:<https://doi.org/10.3390/f11030341>.
22. Holzfeind, T.; Stampfer, K.; Holzleitner, F. Productivity, setup time and costs of a winch-assisted forwarder. *Journal of Forest Research* **2018**, *23*, 196-203, doi:10.1080/13416979.2018.1483131.
23. Dudek, T.; Janas, D. The Productivity and the Costs Forwarding Wood of a Farm Tractor with a Trailer in Late Thinning and Cutting in Gaps of Forests. *Forests* **2022**, *13*, doi:10.3390/f13081309.
24. Ezzati, S.; Tavankar, F.; Ghaffariyan, M.R.; Venanzi, R.; Latterini, F.; Picchio, R. The Impact of Weather and Slope Conditions on the Productivity, Cost, and GHG Emissions of a Ground-Based Harvesting Operation in Mountain Hardwoods. *Forests* **2021**, *12*, doi:<https://doi.org/10.3390/f12121612>.
25. Ackerman, P.; Pulkki, R.; Odhiambo, B. Comparison of Cable Skidding Productivity and Cost Pre-Choking Mainline Versus Tagline Systems. **2016**.
26. Kulak, D.; Stanczykiewicz, A.; Szewczyk, G. Productivity and Time Consumption of Timber Extraction with a Grapple Skidder in Selected Pine Stand. **2017**.
27. Borz, S.A.; Ignea, G.; Popa, B.; Spârchez, G.; Iordache, E. Estimating Time Consumption and Productivity of Roundwood Skidding in Group Shelterwood System – a Case Study in a Broadleaved Mixed Stand Located in Reduced Accessibility Conditions. *Croatian journal of forest engineering* **2015**.
28. Borz, S.A.; Mariş, A.-C.; Kaakkurivaara, N. Performance of Skidding Operations in Low-Access and Low-Intensity Timber Removals: A Simulation of Productivity and Fuel Consumption in Mature Forests. *Forests* **2023**, *14*, doi:10.3390/f14020265.
29. Borz, S.A.; Dinulica, F.; Bîrda, M.; Ignea, G.; Ciobanu, V.D.; Popa, B. Time consumption and productivity of skidding Silver fir (*Abies alba* Mill.) round wood in reduced accessibility conditions: a case study in windthrow salvage logging form Romanian Carpathians. *ANNALS OF FOREST RESEARCH* **2013**.
30. Borz, S.A.; Mititelu, V.-B. Productivity and Fuel Consumption in Skidding Roundwood on Flat Terrains by a Zetor Farm Tractor in Group Shelterwood Cutting of Mixed Oak Forests. *Forests* **2022**, *13*, doi:10.3390/f13081294.

31. Pagnussat, M.B.; Silva Lopes, E.d.; Robert, R.C.G. Machine availability and productivity during timber harvester machine operator training. *Canadian Journal of Forest Research* **2021**, *51*, 433-438, doi:10.1139/cjfr-2020-0164.
32. Pētersons, J. Productivity of harvesters in commercial thinnings in the forest stands of different composition of species. *RESEARCH FOR RURAL DEVELOPMENT* **2014**, *2*, 76-83.
33. Santa, K.; Lazdiņš, A.; Zimelis, A. IMPACT OF ASSORTMENTS' STRUCTURE ON HARVESTING PRODUCTIVITY AND COSTS OF PRE-COMMERCIAL THINNING. *RESEARCH FOR RURAL DEVELOPMENT* **2014**, *2*, 83-89.
34. Ackerman, P.; Martin, C.; Brewer, J.; Ackerman, S. Effect of slope on productivity and cost of Eucalyptus pulpwood harvesting using single-grip purpose-built and excavator-based harvesters. *International Journal of Forest Engineering* **2018**, *29*, 74-82, doi:<https://doi.org/10.1080/14942119.2018.1431491>.
35. Borz, S.A.; Secelean, V.-N.; Iacob, L.-M.; Kaakkurivaara, N. Bucking at Landing by a Single-Grip Harvester: Fuel Consumption, Productivity, Cost and Recovery Rate. *Forests* **2023**, *14*, doi:<https://doi.org/10.3390/f14030465>.
36. Daniel, M.J.; Gallagher, T.; Mitchell, D.; McDonald, T.; Via, B. Productivity and cost estimates for incorporating tracked processors into conventional loblolly pine harvesting regimes in the Southeastern United States. *International Journal of Forest Engineering* **2019**, *30*, 155-162, doi:10.1080/14942119.2019.1611131.
37. Fernandez-Lacruz, R.; Di Fulvio, F.; Bergström, D. Productivity and profitability of harvesting power line corridors for bioenergy. *Silva Fennica* **2013**, *47*, doi:<https://doi.org/10.14214/sf.904>.
38. Grzywiński, W.; Turowski, R.; Naskrent, B.; Jelonek, T.; Tomczak, A. The Impact of Season on Productivity and Time Consumption in Timber Harvesting from Young Alder Stands in Lowland Poland. *Forests* **2020**, *11*, doi:<http://doi.org/10.3390/f11101081>.
39. Labelle, E.R.; Soucy, M.; Pelletier, G.; Cyr, A. Effect of tree form on cut-to-length machine productivity in a hardwood dominated stand. In Proceedings of the Global Harvesting Technology; 37th Council on Forest Engineering (COFE), Moline, Illinois, 2014.
40. Labelle, E.R.; Windisch, J.; Gloning, P. Productivity of a single-grip harvester in a beech dominated stand: a case-study under Bavarian conditions. *Journal of Forest Research* **2019**, *24*, 100-106, doi:10.1080/13416979.2019.1566995.
41. Leszczyński, K.; Stańczykiewicz, A.; Kulak, D.; Szewczyk, G.; Tylek, P. Estimation of Productivity and Costs of Using a Track Mini-Harvester with a Stroke Head for the First Commercial Thinning of a Scots Pine Stand. *Forests* **2021**, *12*, doi:<https://doi.org/10.3390/f12070870>.
42. Liepiņš, K.; Lazdiņš, A.; Liepiņš, J.; Prindulis, U. Productivity and Cost-Effectiveness of Mechanized and Motor-Manual Harvesting of Grey Alder (*Alnus incana* (L.) Moench): A Case Study in Latvia. *Small-scale Forestry* **2015**, *14*, 493-506, doi:10.1007/s11842-015-9302-1.
43. Liski, E.; Jounela, P.; Korpunen, H.; Sosa, A.; Lindroos, O.; Jylhä, P. Modeling the productivity of mechanized CTL harvesting with statistical machine learning methods. *International Journal of Forest Engineering* **2020**, *31*, 253-262, doi:<https://doi.org/10.1080/14942119.2020.1820750>.
44. Malinen, J.; Taskinen, J.; Tolpa, T. Productivity of Cut-to-Length Harvesting by Operators' Age and Experience. *Croatian Journal of Forest Engineering* **2018**, *39*, 15-22.
45. Mederski, P.S.; Bembenek, M.; Karaszewski, Z.; Łacka, A.; Szczepańska-Álvarez, A.; Rosińska, M. Estimating and Modelling Harvester Productivity in Pine Stands of Different Ages, Densities and Thinning Intensities. *Croatian Journal of Forest Engineering* **2016**, *37*, 27-36.

46. Melander, L.; Ritala, R. Separating the impact of work environment and machine operation on harvester performance. *European Journal of Forest Research* **2020**, *139*, 1029-1043, doi:<https://doi.org/10.1007/s10342-020-01304-5>.
47. Pasicott, P.; Murphy, G.E. Effect of work schedule design on productivity of mechanised harvesting operations in Chile. *New Zealand Journal of Forestry Science* **2013**, *43*, doi:10.1186/1179-5395-43-2.
48. Dreger, F.A.; Englund, M.; Hartsch, F.; Wagner, T.; Jaeger, D.; Björheden, R.; Rinkenauer, G. Hierarchical Task Analysis (HTA) for Application Research on Operator Work Practices and the Design of Training and Support Systems for Forestry Harvester. *Forests* **2023**, *14*, doi:10.3390/f14020424.
49. Gülci, N.; Yüksel, K.; Gülci, S.; Serin, H.; Bilici, E.; Akay, A. Analysis of a feller-buncher productivity: a case study of whole-tree harvesting from Marmara region, Turkey. *Annals of Forest Research* **2021**, *64*, 99-110, doi:<https://doi.org/10.15287/afr.2021.2033>.
50. Conrad, J.L.; Dahlen, J. Productivity and Cost of Processors in Whole-Tree Harvesting Systems in Southern Pine Stands. *Forest Science* **2019**, *65*, 767-775, doi:<https://doi.org/10.1093/forsci/fxz036>.
51. Kim, Y.; Chung, W.; Han, H.; Anderson, N.M. Effect of Downed Trees on Harvesting Productivity and Costs in Beetle-Killed Stands. *Forest Science* **2017**, *63*, 596-605, doi:<https://doi.org/10.5849/FS-2016-100R3>.
52. Tolosana, E.; Spinelli, R.; Aminti, G.; Laina, R.; López-Vicens, I. Productivity, Efficiency and Environmental Effects of Whole-Tree Harvesting in Spanish Coppice Stands Using a Drive-to-Tree Disc Saw Feller-Buncher. *Croatian Journal of Forest Engineering* **2018**, *39*, 163-172.
53. K. George, A.; Kizha, A.R.; Kenefic, L. Timber harvesting on fragile ground and impacts of uncertainties in the operational costs. *International Journal of Forest Engineering* **2021**, *33*, 12-21, doi:<https://doi.org/10.1080/14942119.2022.1988432>.
54. Lahrsen, S.; Mologni, O.; Magalhães, J.; Grigolato, S.; Röser, D. Key factors influencing productivity of whole-tree ground-based felling equipment commonly used in the Pacific Northwest. *Canadian Journal of Forest Research* **2022**, *52*, 450-462, doi:<https://doi.org/10.1139/cjfr-2021-0266>.
55. Keefe, R.F.; Zimbelman, E.G.; Wempe, A.M. Use of smartphone sensors to quantify the productive cycle elements of hand fallers on industrial cable logging operations. *International Journal of Forest Engineering* **2019**, *30*, 132-143, doi:10.1080/14942119.2019.1572489.
56. Jourgholami, M.; Majnounian, B.; Zargham, N. Performance, Capability and Costs of Motor-Manual Tree Felling in Hyrcanian Hardwood Forest. *Croatian Journal of Forest Engineering* **2013**, *34*, 283-293.
57. Santos, D.W.F.d.N.; Valente, D.S.M.; Fernandes, H.C.; de Souza, A.P.; Cecon, P.R. Technical, Economic, and Environmental Parameters of Excavator-Based Harvester in Function of Engine Speed and Hydraulic Pump Flow. *Croatian journal of forest engineering* **2020**, *41*, 205-218, doi:<https://doi.org/10.5552/crojfe.2020.761>.
58. Ebenhard, T.; Forsberg, M.; Lind, T.; Nilsson, D.; Andersson, R.; Emanuelsson, U.; Eriksson, L.; Hultåker, O.; Iwarsson Wide, M.; Ståhl, G. Environmental effects of brushwood harvesting for bioenergy. *Forest Ecology and Management* **2017**, *383*, 85-98, doi:<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.05.022>.
59. Green, P.Q.; Chung, W.; Leshchinsky, B.; Belart, F.; Sessions, J.; Fitzgerald, S.A.; Wimer, J.A.; Cushing, T.; Garland, J.J. Insight into the Productivity, Cost and Soil Impacts of Cable-assisted Harvester-forwarder Thinning in Western Oregon. *Forest Science* **2020**, *66*, 82-96, doi:10.1093/forsci/fxz049.
60. Han, H.; Chung, W.; She, J.; Anderson, N.; Wells, L. Productivity and Costs of Two Beetle-Kill Salvage Harvesting Methods in Northern Colorado. *Forests* **2018**, *9*, doi:10.3390/f9090572.

61. Suzuki, Y.; Kusaka, H.; Yamaguchi, Y.; Aoki, H.; Hayata, Y.; Nagai, H. Productivity of a harvesting operation for a small clear-cut block by direct grappling using a processor in the Kochi University Forest. *International Journal of Forest Engineering* **2019**, *30*, 195-202, doi:<https://doi.org/10.1080/14942119.2019.1574122>.
62. Koutsianitis, D.; Tsioras, P.A. Time Consumption and Production Costs of Two Small-Scale Wood Harvesting Systems in Northern Greece. *Small-scale Forestry* **2016**, *16*, 19-35, doi:<https://doi.org/10.1007/s11842-016-9340-3>.
63. Bustos-Letelier, O.; Mena, C.; Santelices-Moya, R.; Cabrera-Ariza, A. The Influence of Harvesting Systems on Productivity, Costs, and Soil Compaction in Small-Scale Forestry. *Small-scale Forestry* **2022**, *22*, 193-211, doi:<https://doi.org/10.1007/s11842-022-09522-y>.
64. Cho, M.-J.; Choi, Y.-S.; Oh, J.-H.; Mun, H.-S.; Han, S.-K. Comparison of harvesting productivity, cost, and residual stand damages between single-tree selection thinning and mechanized line thinning using a small-scale grapple-saw. *Forest Science and Technology* **2022**, *18*, 45-55, doi:10.1080/21580103.2022.2069871.
65. Laitila, J.; Väättäinen, K. Productivity and cost of harvesting overgrowth brushwood from roadsides and field edges. *International Journal of Forest Engineering* **2021**, *32*, 140-154, doi:10.1080/14942119.2021.1903790.
66. Magagnotti, N.; Pari, L.; Spinelli, R. Use, Utilization, Productivity and Fuel Consumption of Purpose-Built and Excavator-Based Harvesters and Processors in Italy. *Forests* **2017**, *8*, doi:10.3390/f8120485.
67. Soman, H.; Kizha, A.R.; Roth, B.E. Impacts of silvicultural prescriptions and implementation of best management practices on timber harvesting costs. *International Journal of Forest Engineering* **2019**, *30*, 14-25, doi:<https://doi.org/10.1080/14942119.2019.1562691>.
68. Melemez, K.; Tunay, M.; Emir, T. A Comparison of Productivity in Five Small-Scale Harvesting Systems. *Small-scale Forestry* **2013**, *13*, 35-45, doi:<https://doi.org/10.1007/s11842-013-9239-1>.
69. Labelle, E.R.; Lemmer, K.J. Selected Environmental Impacts of Forest Harvesting Operations with Varying Degree of Mechanization. *Croatian journal of forest engineering* **2019**, *40*, 239-257, doi:10.5552/crojfe.2019.537.
70. Townsend, L.; Dodson, E.; Anderson, N.; Worley-Hood, G.; Goodburn, J. Harvesting forest biomass in the US southern Rocky Mountains: cost and production rates of five ground-based forest operations. *International Journal of Forest Engineering* **2019**, *30*, 163-172, doi:10.1080/14942119.2018.1563851.
71. Häggström, C.; Lindroos, O. Human, technology, organization and environment – a human factors perspective on performance in forest harvesting. *International Journal of Forest Engineering* **2016**, *1-12*, doi:<https://doi.org/10.1080/14942119.2016.1170495>.
72. Obi, O.F.; Visser, R. Influence of the operating environment on the technical efficiency of forest harvesting operations. *International Journal of Forest Engineering* **2017**, *28*, 140-147, doi:10.1080/14942119.2017.1357391.
73. Hiesl, P.; Benjamin, J. Applicability of International Harvesting Equipment Productivity Studies in Maine, USA: A Literature Review. *Forests* **2013**, *4*, 898-921, doi:<https://doi.org/10.3390/f4040898>.
74. Louis, L.T.; Kizha, A.R.; Daigneault, A.; Han, H.-S.; Weiskittel, A. Factors Affecting Operational Cost and Productivity of Ground-Based Timber Harvesting Machines: a Meta-analysis. *Current Forestry Reports* **2022**, *8*, 38-54, doi:<https://doi.org/10.1007/s40725-021-00156-5>.
75. Spinelli, R.; Cacot, E.; Mihelic, M.; Nestorovski, L.; Mederski, P.; Tolosana, E. Techniques and productivity of coppice harvesting operations in Europe: a meta-analysis of available data. *Annals of Forest Science* **2016**, *73*, 1125-1139, doi:<https://doi.org/10.1007/s13595-016-0578-x>.

76. Bessaad, A.; Terreaux, J.-P.; Korboulewsky, N. Assessing the land expectation value of even-aged vs coppice-with-standards stand management and long-term effects of whole-tree harvesting on forest productivity and profitability. *Annals of Forest Science* **2021**, *78*, doi:10.1007/s13595-021-01071-2.
77. Bergström, D.; Fernandez-Lacruz, R.; de la Fuente, T.; Höök, C.; Krajnc, N.; Malinen, J.; Nuutinen, Y.; Triplat, M.; Nordfjell, T. Effects of boom-corridor thinning on harvester productivity and residual stand structure. *International Journal of Forest Engineering* **2022**, *33*, 226-242, doi:10.1080/14942119.2022.2058258.
78. Woo, H.; Lee, E.; Acuna, M.; Cho, H.; Han, S.-K. The Impact of Integrated Harvesting Systems on Productivity, Costs, and Amount of Logging Residue in the Clear-Cutting of a *Larix kaempferi* (Lamb.) Carr. Stand. *Forests* **2022**, *13*, doi:10.3390/f13111941.
79. Benjamin, J.G.; Seymour, R.S.; Meacham, E.; Wilson, J. Impact of Whole-Tree and Cut-to-Length Harvesting on Postharvest Condition and Logging Costs for Early Commercial Thinning in Maine. *Northern Journal of Applied Forestry* **2013**, *30*, 149-155, doi:10.5849/njaf.13-016.
80. Kühmaier, M.; Harrill, H.; Ghaffariyan, M.R.; Hofer, M.; Stampfer, K.; Brown, M.; Visser, R. Using Conjoint Analyses to Improve Cable Yarder Design Characteristics: An Austrian Yarder Case Study to Advance Cost-Effective Extraction. *Forests* **2019**, *10*, doi:10.3390/f10020165.
81. Olsson, B.A.; Hannrup, B.; Jönsson, M.; Larsolle, A.; Nordström, M.; Mörtberg, U.; Rudolphi, J.; Strömberg, M. A decision support model for individual tree stump harvesting options based on criteria for economic return and environmental protection. *Scandinavian Journal of Forest Research* **2016**, *32*, 246-259, doi:10.1080/02827581.2016.1236983.
82. Bont, L.G.; Fraefel, M.; Fischer, C. A Spatially Explicit Method to Assess the Economic Suitability of a Forest Road Network for Timber Harvest in Steep Terrain. *Forests* **2018**, *9*, doi:10.3390/f9040169.
83. Marčeta, D.; Petković, V.; Ljubojević, D.; Potočnik, I. Harvesting System Suitability as Decision Support in Selection Cutting Forest Management in Northwest Bosnia and Herzegovina. *Croatian journal of forest engineering* **2020**, *41*, 251-265, doi:10.5552/crojfe.2020.744.
84. Jourgholami, M.; Abdi, E.; Chung, W. Decision making in forest road planning considering both skidding and road costs: a case study in the Hyrcanian Forest in Iran. *iForest - Biogeosciences and Forestry* **2013**, *6*, 59-64, doi:10.3832/ifer0640-006.
85. Contreras, M.A.; Parrott, D.L.; Chung, W. Designing Skid-Trail Networks to Reduce Skidding Cost and Soil Disturbance for Ground-Based Timber Harvesting Operations. *Forest Science* **2016**, *62*, 48-58, doi:10.5849/forsci.14-146.
86. Proto, A.R.; Macrì, G.; Visser, R.; Harrill, H.; Russo, D.; Zimbalatti, G. Factors affecting forwarder productivity. *European Journal of Forest Research* **2018**, *137*, 143-151, doi:10.1007/s10342-017-1088-6.
87. Santos, D.W.F.d.N.; Magalhães Valente, D.S.; Fernandes, H.C.; Souza, A.P.d.; Cecon, P.R. Modeling technical, economic and environmental parameters of a forwarder in a Eucalyptus forest. *International Journal of Forest Engineering* **2020**, *31*, 197-204, doi:10.1080/14942119.2020.1786791.
88. Dangle, C.L.; Aust, W.M.; Bolding, M.C.; Barrett, S.M.; Schilling, E.B.; Poirot, M. Characteristics, predicted erosion, and costs for different levels of forestry best management practices at skidder and truck stream crossings in the Mountains, Piedmont, and Coastal Plains of Virginia, USA. *International Journal of Forest Engineering* **2018**, *30*, 76-86, doi:<https://doi.org/10.1080/14942119.2018.1527648>.
89. Ackerman, S.A.; Talbot, B.; Astrup, R. The effect of tree and harvester size on productivity and harvester investment decisions. *International Journal of Forest Engineering* **2021**, *33*, 22-32, doi:10.1080/14942119.2021.1981046.

90. Dvořák, J.; Chytrý, M.; Natov, P.; Jankovský, M.; Beljan, K. Long-term Cost Analysis of Mid-performance Harvesters in Czech Conditions. *Austrian Journal of Forest Science* **2019**, 351-372.
91. Ghaffariyan, M.R.; Naghdi, R.; Ghajar, I.; Nikooy, M. Time Prediction Models and Cost Evaluation of Cut-To-Length (CTL) Harvesting Method in a Mountainous Forest. *Small-scale Forestry* **2012**, 12, 181-192, doi:10.1007/s11842-012-9204-4.
92. Conrad, J.L.; Demchik, M.C.; Vokoun, M.M.; Evans, A.M.; Lynch, M.P. Foresters' Perceptions of the Frequency, Cost, and Rationale for Seasonal Timber Harvesting Restrictions in Wisconsin. *Forest Science* **2017**, 63, 331-341, doi:10.5849/fs-2016-051.
93. Di Fulvio, F.; Abbas, D.; Spinelli, R.; Acuna, M.; Ackerman, P.; Lindroos, O. Benchmarking technical and cost factors in forest felling and processing operations in different global regions during the period 2013–2014. *International Journal of Forest Engineering* **2017**, 28, 94-105, doi:10.1080/14942119.2017.1311559.
94. Triplat, M.; Krajnc, N. Assessment of Costs in Harvesting Systems Using WoodChainManager Web-based Tool. *Croatian journal of forest engineering* **2020**, 41, 49-57, doi:10.5552/crojfe.2020.583.
95. Fraefel, M.; Bont, L.G.; Fischer, C. Spatially explicit assessment of forest road suitability for timber extraction and hauling in Switzerland. *European Journal of Forest Research* **2021**, 140, 1195-1209, doi:10.1007/s10342-021-01393-w.
96. Löfgren, S.; Ågren, A.; Gustafsson, J.P.; Olsson, B.A.; Zetterberg, T. Impact of whole-tree harvest on soil and stream water acidity in southern Sweden based on HD-MINTEQ simulations and pH-sensitivity. *Forest Ecology and Management* **2017**, 383, 49-60, doi:10.1016/j.foreco.2016.07.018.
97. Ring, E.; Jacobson, S.; Jansson, G.; Högbom, L. Effects of whole-tree harvest on soil-water chemistry at five conifer sites in Sweden. *Canadian Journal of Forest Research* **2017**, 47, 349-356, doi:10.1139/cjfr-2016-0338.
98. Roxby, G.E.; Howard, T.E.; Lee, T.D. Effects of Whole-Tree Harvesting on Species Composition of Tree and Understory Communities in a Northern Hardwood Forest. *Open Journal of Forestry* **2015**, 05, 235-253, doi:10.4236/ojf.2015.52021.
99. Vangansbeke, P.; De Schrijver, A.; De Frenne, P.; Verstraeten, A.; Gorissen, L.; Verheyen, K. Strong negative impacts of whole tree harvesting in pine stands on poor, sandy soils: A long-term nutrient budget modelling approach. *Forest Ecology and Management* **2015**, 356, 101-111, doi:<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.07.028>.
100. Miettinen, J.; Ollikainen, M.; Nieminen, T.M.; Ukonmaanaho, L.; Laurén, A.; Hynynen, J.; Lehtonen, M.; Valsta, L. Whole-tree harvesting with stump removal versus stem-only harvesting in peatlands when water quality, biodiversity conservation and climate change mitigation matter. *Forest Policy and Economics* **2014**, 47, 25-35, doi:<https://doi.org/10.1016/j.forpol.2013.08.005>.
101. Bhatnagar, S.; Puliti, S.; Talbot, B.; Heppelmann, J.B.; Breidenbach, J.; Astrup, R.; Latifi, H. Mapping wheel-ruts from timber harvesting operations using deep learning techniques in drone imagery. *Forestry: An International Journal of Forest Research* **2022**, doi:10.1093/forestry/cpac023.
102. Cambi, M.; Paffetti, D.; Vettori, C.; Picchio, R.; Venanzi, R.; Marchi, E. Assessment of the impact of forest harvesting operations on the physical parameters and microbiological components on a Mediterranean sandy soil in an Italian stone pine stand. *European Journal of Forest Research* **2017**, 136, 205-215, doi:10.1007/s10342-016-1020-5.
103. Kormanek, M. Use of Impact Penetrometer to Determine Changes in Soil Compactness After Entracon Sioux EH30 Timber Harvesting. *Croatian journal of forest engineering* **2022**, 43, 325-337, doi:<https://doi.org/10.5552/crojfe.2022.1054>.

104. Riggert, R.; Fleige, H.; Kietz, B.; Gaertig, T.; Horn, R. Dynamic stress measurements and the impact of timber harvesting on physical soil properties. *Australian Forestry* **2017**, *80*, 255-263, doi:<https://doi.org/10.1080/00049158.2017.1347981>.
105. Heppelmann, J.B.; Talbot, B.; Antón Fernández, C.; Astrup, R. Depth-to-water maps as predictors of rut severity in fully mechanized harvesting operations. *International Journal of Forest Engineering* **2022**, *33*, 108-118, doi:10.1080/14942119.2022.2044724.
106. Toivio, J.; Helmisaari, H.-S.; Palviainen, M.; Lindeman, H.; Ala-Ilomäki, J.; Sirén, M.; Uusitalo, J. Impacts of timber forwarding on physical properties of forest soils in southern Finland. *Forest Ecology and Management* **2017**, *405*, 22-30, doi:10.1016/j.foreco.2017.09.022.
107. Zemánek, T.; Neruda, J. Impact on the Operation of a Forwarder with the Wheeled, Tracked-Wheel or Tracked Chassis on the Soil Surface. *Forests* **2021**, *12*, doi:<https://doi.org/10.3390/f12030336>.
108. Fründ, H.-C.; Averdiek, A. Soil aeration and soil water tension in skidding trails during three years after trafficking. *Forest Ecology and Management* **2016**, *380*, 224-231, doi:10.1016/j.foreco.2016.09.008.
109. Marra, E.; Laschi, A.; Fabiano, F.; Foderi, C.; Neri, F.; Mastrodonato, G.; Nordfjell, T.; Marchi, E. Impacts of wood extraction on soil: assessing rutting and soil compaction caused by skidding and forwarding by means of traditional and innovative methods. *European Journal of Forest Research* **2021**, *141*, 71-86, doi:10.1007/s10342-021-01420-w.
110. Naghdi, R.; Solgi, A. Effects of Skidder Passes and Slope on Soil Disturbance in Two Soil Water Contents. *Croatian Journal of Forest Engineering* **2014**, *35*, 73-80.
111. Solgi, A.; Najafi, A.; Ezzati, S.; Ferencik, M. Assessment of ground-based skidding impacts on the horizontally rate and extent of soil disturbance along the margin of the skid trail. *Annals of Forest Science* **2016**, *73*, 513-522, doi:10.1007/s13595-016-0544-7.
112. Solgi, A.; Naghdi, R.; Marchi, E.; Laschi, A.; Keivan Behjou, F.; Hemmati, V.; Masumian, A. Impact Assessment of Skidding Extraction: Effects on Physical and Chemical Properties of Forest Soils and on Maple Seedling Growing along the Skid Trail. *Forests* **2019**, *10*, doi:<https://doi.org/10.3390/f10020134>.
113. Wei, L.; Villemey, A.; Hulin, F.; Bilger, I.; Yann, D.; Chevalier, R.; Archaux, F.; Gosselin, F. Plant diversity on skid trails in oak high forests: A matter of disturbance, micro-environmental conditions or forest age? *Forest Ecology and Management* **2015**, *338*, 20-31, doi:10.1016/j.foreco.2014.11.018.
114. Vance, E.D.; Prisley, S.P.; Schilling, E.B.; Tatum, V.L.; Wigley, T.B.; Lucier, A.A.; Van Deusen, P.C. Environmental implications of harvesting lower-value biomass in forests. *Forest Ecology and Management* **2018**, *407*, 47-56, doi:10.1016/j.foreco.2017.10.023.
115. Cerise, L.M.; Page-Dumroese, D.S.; McDaniel, P.; Mayn, C.; Heinse, R. Productivity and Soil Properties 45 Years After Timber Harvest and Mechanical Site Preparation in Western Montana. *Western Journal of Applied Forestry* **2013**, *28*, 158-165, doi:10.5849/wjaf.12-013.
116. Curzon, M.T.; Slesak, R.A.; Palik, B.J.; Schwager, J.K. Harvest impacts to stand development and soil properties across soil textures: 25-year response of the aspen Lake States LTSP installations. *Forest Ecology and Management* **2022**, *504*, doi:10.1016/j.foreco.2021.119809.
117. Farahnak, M.; Mitsuyasu, K.; Hishi, T.; Katayama, A.; Chiwa, M.; Jeong, S.; Otsuki, K.; Sadeghi, S.M.M.; Kume, A. Relationship between Very Fine Root Distribution and Soil Water Content in Pre- and Post-Harvest Areas of Two Coniferous Tree Species. *Forests* **2020**, *11*, doi:10.3390/f11111227.
118. Hukić, E.; Čater, M.; Marinšek, A.; Ferlan, M.; Kobal, M.; Žlindra, D.; Čustović, H.; Simončič, P. Short-Term Impacts of Harvesting Intensity on the Upper Soil Layers in High Karst Dinaric Fir-Beech Forests. *Forests* **2021**, *12*, doi:10.3390/f12050581.

119. Marden, M.; Rowan, D.; Watson, A. Effect of changes in forest water balance and inferred root reinforcement on landslide occurrence and sediment generation following *Pinus radiata* harvest on Tertiary terrain, eastern North Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Forestry Science* **2023**, *53*, doi:10.33494/nzjfs532023x216x.
120. Potterf, M.; Eyvindson, K.; Blattert, C.; Burgas, D.; Burner, R.; Stephan, J.G.; Mönkkönen, M. Interpreting wind damage risk—how multifunctional forest management impacts standing timber at risk of wind felling. *European Journal of Forest Research* **2022**, *141*, 347–361, doi:10.1007/s10342-022-01442-y.
121. Sukhbaatar, G.; Nachin, B.; Purevragchaa, B.; Ganbaatar, B.; Mookhor, K.; Tseveen, B.; Gradel, A. Which Selective Logging Intensity is Most Suitable for the Maintenance of Soil Properties and the Promotion of Natural Regeneration in Highly Continental Scots Pine Forests?—Results 19 Years after Harvest Operations in Mongolia. *Forests* **2019**, *10*, doi:10.3390/f10020141.
122. Treasure, T.; Watmough, S.A.; Eimers, M.C.; Murray, H. Impact of selection harvesting on the foliar chemistry of sugar maple seedlings established on base-poor soils in central Ontario, Canada. *Forest Ecology and Management* **2019**, *435*, 1–7, doi:10.1016/j.foreco.2018.12.033.
123. Goldenberg, M.G.; Oddi, F.J.; Gowda, J.H.; Garibaldi, L.A. Effects of firewood harvesting intensity on biodiversity and ecosystem services in shrublands of northern Patagonia. *Forest Ecosystems* **2020**, *7*, doi:10.1186/s40663-020-00255-y.
124. Sutherland, I.J.; Bennett, E.M.; Gergel, S.E. Recovery trends for multiple ecosystem services reveal non-linear responses and long-term tradeoffs from temperate forest harvesting. *Forest Ecology and Management* **2016**, *374*, 61–70, doi:10.1016/j.foreco.2016.04.037.
125. Boggs, J.; Sun, G.; McNulty, S. Effects of Timber Harvest on Water Quantity and Quality in Small Watersheds in the Piedmont of North Carolina. *Journal of Forestry* **2016**, *114*, 27–40, doi:<https://doi.org/10.5849/jof.14-102>.
126. Hatten, J.A.; Segura, C.; Bladon, K.D.; Hale, V.C.; Ice, G.G.; Stednick, J.D. Effects of contemporary forest harvesting on suspended sediment in the Oregon Coast Range: Alsea Watershed Study Revisited. *Forest Ecology and Management* **2018**, *408*, 238–248, doi:10.1016/j.foreco.2017.10.049.
127. Webster, K.L.; Leach, J.A.; Hazlett, P.W.; Buttle, J.M.; Emilson, E.J.S.; Creed, I.F. Long-term stream chemistry response to harvesting in a northern hardwood forest watershed experiencing environmental change. *Forest Ecology and Management* **2022**, *519*, doi:10.1016/j.foreco.2022.120345.
128. Sorenson, C.B.; Keegan, C.E.; Morgan, T.A.; McIver, C.P.; Niccolucci, M.J. Employment and Wage Impacts of Timber Harvesting and Processing in the United States. *Journal of Forestry* **2016**, *114*, 474–482, doi:10.5849/jof.14-082.
129. Wempe, A.M.; Keefe, R.F. Characterizing Rigging Crew Proximity to Hazards on Cable Logging Operations Using GNSS-RF: Effect of GNSS Positioning Error on Worker Safety Status. *Forests* **2017**, *8*, 357, doi:<https://doi.org/10.3390/f8100357>.
130. CZYŻOWSKI, P.; KORCZ, N.; FLIS, M. Effects of time of year and chainsaw operator experience on tree felling safety. *Sylwan* **2022**, *166*, 491–499, doi:<https://doi.org/10.26202/sylwan.2022038>.
131. Yovi, E.; Yamada, Y. STRATEGY TO DISSEMINATE OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH INFORMATION TO FORESTRY WORKERS: THE FELLING SAFETY GAME. *Journal of Tropical Forest Science* **2015**, *27*, 213–221.
132. Szewczyk, G.; Spinelli, R.; Magagnotti, N.; Mitka, B.; Tylek, P.; Kulak, D.; Adamski, K. Perception of the Harvester Operator's Working Environment in Windthrow Stands. *Forests* **2021**, *12*, doi:10.3390/f12020168.

133. Albizu-Uriónabarrenetxea, P.; Tolosana-Esteban, E.; Roman-Jordan, E. Safety and health in forest harvesting operations. Diagnosis and preventive actions. A review. *Forest Systems* **2013**, *22*, 392-400, doi:10.5424/fs/2013223-02714.
134. Gerth, W.; Li, J.L.; Van Driesche, R.; Sobota, J.; Murphy, C.A.; Ganio, L.; Skaugset, A. Local and sub-basin effects of timber harvests on stream macroinvertebrates in Hinkle Creek watershed. *Forest Ecology and Management* **2022**, *505*, doi:10.1016/j.foreco.2021.119923.
135. Jiang, Z.; Zhang, M.; Hou, Y. Both Forest Harvesting and Hydropower Dams Yielded Negative Impact on Low Flow Regimes in the Zagunao River Watershed, Southwest China. *Forests* **2020**, *11*, doi:10.3390/f11080787.
136. Picchio, R.; Jourgholami, M.; Zenner, E.K. Effects of Forest Harvesting on Water and Sediment Yields: a Review Toward Better Mitigation and Rehabilitation Strategies. *Current Forestry Reports* **2021**, *7*, 214-229, doi:10.1007/s40725-021-00146-7.
137. Sanders, L.; McBroom, M.W. Stream Water Quality and Quantity Effects from Select Timber Harvesting of a Streamside Management Zone. *Southern Journal of Applied Forestry* **2013**, *37*, 45-52, doi:10.5849/sjaf.11-015.
138. Witt, E.L.; Barton, C.D.; Stringer, J.W.; Kolka, R.K.; Cherry, M.A. Influence of Variable Streamside Management Zone Configurations on Water Quality after Forest Harvest. *Journal of Forestry* **2016**, *114*, 41-51, doi:10.5849/jof.14-099.
139. Ovando, P.; Speich, M. Optimal Harvesting Decision Paths When Timber and Water Have an Economic Value in Uneven Forests. *Forests* **2020**, *11*, doi:10.3390/f11090903.
140. Søvde, N.; Sætersdal, M.; y, A. A Scenario-Based Method for Assessing the Impact of Suggested Woodland Key Habitats on Forest Harvesting Costs. *Forests* **2014**, *5*, 2327-2344, doi:10.3390/f5092327.
141. Western, J.M.; Cheng, A.S.; Anderson, N.M.; Motley, P. Examining the Social Acceptability of Forest Biomass Harvesting and Utilization from Collaborative Forest Landscape Restoration: A Case Study from Western Colorado, USA. *Journal of Forestry* **2017**, *115*, 530-539, doi:10.5849/jof-2016-086.
142. Phairah, K.; Brink, M.; Chirwa, P.; Todd, A. Operator work-related musculoskeletal disorders during forwarding operations in South Africa: an ergonomic assessment. *Southern Forests: a Journal of Forest Science* **2016**, *78*, 1-9, doi:10.2989/20702620.2015.1126781.
143. Santos, D.W.F.d.N.; Valente, D.S.M.; Fernandes, H.C.; de Souza, A.P.; Minette, L.J. INFLUENCE OF PUMP PRESSURE AND ENGINE SPEED ON ERGONOMIC PARAMETERS OF FORWARDER OPERATORS. *Revista Árvore* **2020**, *44*, e4425, doi:<https://doi.org/10.1590/1806-908820200000025>
144. Schettino, S.; Campos, J.C.C.; Minette, L.J.; Souza, A.P.d. Work Precariousness: Ergonomic Risks to Operators of Machines Adapted for Forest Harvesting. *Revista Árvore* **2017**, *41*, doi:<https://doi.org/10.1590/1806-90882017000100009>.
145. Marzano, F.L.d.C.; Souza, A.P.d.; Minette, L.J. Proposal for an Ergonomic Conformity Index for Evaluation of Harvesters and Forwarders. *Revista Árvore* **2017**, *41*, doi:10.1590/1806-90882017000400001.
146. Oliveira, F.M.d.; Lopes, E.d.S.; Fiedler, N.C.; Koehler, H.S. Indicator for Urgency Assessment in Ergonomic Intervention of Wood Harvesting Machines. *Revista Árvore* **2020**, *44*, doi:<https://doi.org/10.1590/1806-908820200000028>.
147. Latterini, F.; Stefanoni, W.; Venanzi, R.; Tocci, D.; Picchio, R. GIS-AHP Approach in Forest Logging Planning to Apply Sustainable Forest Operations. *Forests* **2022**, *13*, doi:10.3390/f13030484.
148. Stefanoni, W.; Tocci, D.; Latterini, F.; Venanzi, R.; Gaglioppa, P.; Pari, L.; Picchio, R. A Preliminary Validation and Assessment of a GIS Approach Related to Precision Forest Harvesting in Central Italy. *Forests* **2023**, *14*, doi:10.3390/f14010127.

149. Saaty, T.L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. *Interfaces* **1994**, *24*, 19-43.
150. Olson, D.L. Decision Aids for Selection Problems. **1996**.
151. Kangas, A.; Kurttila, M.; Hujala, T.; Eyvindson, K.; Kangas, J. *Decision Support for Forest Management*; Springer: 2015.
152. Taherdoost, H.; Mohebi, A. Using SMART Method for Multi-criteria Decision Making: Applications, Advantages, and Limitations. *Archives of Advanced Engineering Science* **2024**, *2*, 190-197, doi:10.47852/bonviewAAES42022765.
153. Shukla, A.; Kumar, V.; Jain, K. Site Suitability Evaluation for Urban Development Using Remote Sensing, GIS and Analytic Hierarchy Process (AHP). In *Proceedings of International Conference on Computer Vision and Image Processing*; Advances in Intelligent Systems and Computing; 2017; pp. 377-388.
154. Slovenije, Z.z.g. Pregledovalnik podatkov o gozdovih. Available online: <https://prostor.zgs.gov.si/pregledovalnik/> (accessed on
155. Naghdi, R.; Solgi, A. Effects of Skidder Passes and Slope on Soil Disturbance in Two Soil Water Contents. *Croatian Journal of Forest Engineering* **2014**, *35*, 73-80.
156. Poje, A.; Ziesak, M.; Mihelič, M.; Hribernik, B. Naklon terena in poškodbe tal pri pridobivanju lesa. *Goxfstldo vestnik* **2020**, *78*, 255-269.
157. Tavankar, F.; Picchio, R.; Nikooy, M.; Jourgholami, M.; Naghdi, R.; Latterini, F.; Venanzi, R. Soil Natural Recovery Process and *Fagus orientalis* Lipsky Seedling Growth after Timber Extraction by Wheeled Skidder. *Land* **2021**, *10*, doi:10.3390/land10020113.
158. Picchio, R.; Latterini, F.; Mederski, P.S.; Tocci, D.; Venanzi, R.; Stefanoni, W.; Pari, L. Applications of GIS-Based Software to Improve the Sustainability of a Forwarding Operation in Central Italy. *Sustainability* **2020**, *12*, doi:10.3390/su12145716.
159. Sealey, L.L.; Van Rees, K.C.J. Influence of skidder traffic on soil bulk density, aspen regeneration, and vegetation indices following winter harvesting in the Duck Mountain Provincial Park, SK. *Forest Ecology and Management* **2019**, *437*, 59-69, doi:10.1016/j.foreco.2019.01.017.
160. Enache, A.; Pentek, T.; Ciobanu, V.D.; Stampfer, K. GIS base methods for computing the mean extraction distance and its correction factors in Romanian mountain forests. *Šumarski list* **2015**, *1-2*.
161. Picchio, R.; Pignatti, G.; Marchi, E.; Latterini, F.; Benanchi, M.; Foderi, C.; Venanzi, R.; Verani, S. The Application of Two Approaches Using GIS Technology Implementation in Forest Road Network Planning in an Italian Mountain Setting. *Forests* **2018**, *9*, doi:10.3390/f9050277.
162. Dobre, A. *Gozdne prometnice*; Oddelek za gozdarstvo, Biotehniška fakulteta Univerza v Ljubljani: 1994.
163. Pentek, T.; Pičman, D.; Prošinsky, T. Planning of forest roads in Croatian mountainous forest by the use of modern technologies. In *Proceedings of the Forest engineering: technics, technology and environment*, Ukrainian State Forestry University, Lviv, Ukraine, State Forestry University, 2004; pp. 380-388.
164. Stankić, I. Višekriterijsko planiranje izvoženja drva forvarderima iz nizinskih šuma Hrvatske. 2010.
165. Hribernik, B. Model zgoščevanja omrežja gozdnih cest v večnamenskem gozdu : doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, Ljubljana, 2013.
166. Lepoglavec, K. Optimization of Primary and Secondary Forest Traffic Infrastructure on Sloped Terrain. Zagreb, 2014.
167. Enache, A.; Kühmaier, M.; Visser, R.; Stampfer, K. Forestry operations in the European mountains: a study of current practices and efficiency gaps. *Scandinavian Journal of Forest Research* **2016**, *31*, 412-427, doi:10.1080/02827581.2015.1130849.

168. Labelle, E.R.; Hansson, L.; Högbom, L.; Jourgholami, M.; Laschi, A. Strategies to Mitigate the Effects of Soil Physical Disturbances Caused by Forest Machinery: a Comprehensive Review. *Current Forestry Reports* **2022**, *8*, 20-37, doi:10.1007/s40725-021-00155-6.
169. Vadjnal, J. Krojenje lesa iglavcev in listavcev pri strojni sečnji: diplomsko delo. Univerza v Ljubljana, 2008.
170. Parajuli, M.; Hiesl, P.; Smidt, M.; Mitchell, D. Factors influencing productivity and cost in the whole-tree harvesting system. *Clemson (SC): Clemson Cooperative Extension, Land-Grant Press by Clemson Extension* **2020**.
171. Mederski, P.S.; Schweier, J.; Đuka, A.; Tsioras, P.; Bont, L.G.; Bembenek, M. Mechanised Harvesting of Broadleaved Tree Species in Europe. *Current Forestry Reports* **2022**, *8*, 1-19, doi:10.1007/s40725-021-00154-7.
172. Saaty, T.L.; Vargas, L.G. *Decision Making with the Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks*, 2nd Edition ed.; Springer US: 2013.
173. RS. Uredba o varovalnih gozdovih in gozdovih s posebnim namenom. **2020**.
174. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. *R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria* **2025**.
175. Dobre, A. Nekateri dejavniki odpiranja gozdnega prostora. *Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri BF v Ljubljani* **1990**, 147 str.
176. Brady, N.C.; Weil, R.R. The nature and properties of soils. . *Pearson Prentice Hall* **2008**, 975 str.
177. Stepinski, T.F.; Jasiewicz, J. Geomorphons-a new approach to classification of landforms. In *Proceedings of the Geomorphometry 2011: Five days of Digital Terrain Analysis*, Redlands, CA, USA, 2011.
178. Triplat, M.; Saražin, J.; Smolnikar, P.; Ogrin, Ž.; Krajnc, N. Sočasna sečnja in helikoptersko spravilo lesa z Ljubljanskega Grajskega griča. *Gozdarski vestnik* **2025**, *83*, 31-42.
179. Hauser, D.; Pagnotta, M.; Kraettli, W. Kurs für örtliche Bauleitung. V: 763,. **2019**.
180. Burlet, E. Detailprojektierung von Wald- und Güterstrassen. **2003**.
181. Kuonen, V. Wald- und Güterstrassen. Viktor Kuonen. **1983**, doi:<https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-a-000304034>.
182. Hans Rudolf, H.; Othmar, B.; Stefan, R. Geometrische Richtwerte von Waidwegen und Waldstrassen. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. **1999**.
183. Forest, F.A.o. Fedlex The publication platform for federal law, Federal Council. **1991**.
184. Frei, M.; Bolgé, R. Infrastrukturmanagement im Waldbereich - Grundlagenanalyse und erste Lösungsansätze. **2018**.
185. Frei, M.; Bolgé, R. Infrastrukturmanagement im Waldbereich - Grundlagenanalyse und erste Lösungsansätze. **2018**, 47.
186. Zölch, E.; Nuspliger, K. Kantonale Waldverordnung (KWaV). **1997**.
187. šumama, Z.o. Hrvatske novine, 140, Hrvatski sabor. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_07_68_1392.html **2018**.
188. Šikić, D. Tehnički uvjeti za gospodarske ceste. Znanstveni savjet za promet JAZU. **1989**.
189. Meštrović, Š.; Fabijanić, G. Priručnik za uređivanje šuma. Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva Hrvatske. . **1995**.
190. tehnologije, Z.o.H.k.i.š.i.d. Narodne novine, 136, Hrvatski sabor. **2006**.
191. Pravilnik o vrsti šumarskih radova, m.u.z.n.i.t.r.k.š.m.i.s. Narodne novine, 46, Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva Hrvatske. **2021**.
192. tehnologije, P.o.s.i.n.p.s.i.z.o.i.š.i.d. narodne novine, 74. **2007**.
193. gradnji, Z.o.p.u.i. Narodne novine, 76. **2007**.
194. radovima, P.o.j.g.i. Narodne novine, 112. **2017**.
195. GU:286. Alimentari e forestali. **2021**.

196. Regolamento del transito sulle strade forestali e criteri per il rilascio delle autorizzazioni. **2016.**
197. Requardt, A. Pan-European Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management : Networking Structures and Data Potentials of International Data Sources. . **2007.**
198. dejavnosti, Z.o.a.i.i. Uradni list RS št.61. **2017.**
199. objektov, P.o.p.i.d.d.t.o.p.g. *Uradni list RS št. 30* **2023.**
200. ZG. Zakon o gozdovih. 32/93 **1993**, 53.
201. prometnicah, P.o.g. **2009.**
202. zakon, G. *Uradni list RS 199/21 in 105/22.* **2021.**
203. objektov, U.o.r. **2022.**
204. 0, P.s.l.-Z. **2020.**
205. cest, S.z.p.g. Ljubljana, Splošno združenje gozdarstva Slovenije. . **1982.**
206. Petkovšek, A.; Klinar, A.; Robek, R. Smernica št. 401: zemeljska dela pri gradnji gozdnih cest - osnutek. V: Novelacija smernic za projektiranje gozdnih cest. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 1-6. . **2002.**
207. gradbiščih, U.o.z.v.i.z.p.d.n.z.i.p. Uradni list RS, št. 24/05. **2005.**
208. Šajna, A. Priročnik za nadzor pri gradnji. **2012.**
209. delu, Z.o.v.i.z.p. Uradni list RS, št. 43/11. **2011.**
210. Pravilnik o spremembah in dopolnitvi Pravilnika o izvajanju sečnje, r.s.s.o., pravilu in zlaganju gozdnih lesnih sortimentov. *Uradni list RS, št. 83/2013 z dne 11.10. 2013* **2013.**
211. RS, U.l. Pravilnik o gozdnih prometnicah. **2009**, 09, 16.
212. Saražin, J.; Dolenšek, M. Dimenzije mehanizacije in vozil, ki se gibljejo po slovenskih gozdovih zunaj gozdnih cest. *Acta Silvae et Ligni* **2022**, 128, 33-44, doi:10.20315/ASetL.128.4.
213. Saražin, J. Predlog metodologije za določanje gozdov odprtih s primarnimi prometnicami. **2022.**
214. RS, V. Uredba o razporejanju pristojbine za vzdrževanje gozdnih cest. *Uradni list RS, št. 42/2015 z dne 16. 6. 2015* **2015.**
215. Robek, R. *Novelacija smernic za projektiranje gozdnih cest*; 2002.
216. Krč, J.; Košir, B. Presoja različic omejitev rabe strojne sečnje lesa z vidika terenskih in sestojnih razmer v Sloveniji. *Zbornik gozdarstva in lesarstva* **2003**, 71, 5-18.
217. Slovenije, Z.z.g. *Navodila za vodenje postopkov pri pripravi, gradnji ali rekonstrukciji gozdnih prometnic*; 2015.
218. Birkić, B.L.; Saražin, J. Spravilo s forwarderjem na strmem terenu – „Winchassisted“ sistemi. *InfoGozd : skrbno z gozdom* **2022**, 3, 8-12, doi:10.20315/ig.2022.0012.
219. DRSV. Atlas voda. **2025.**
220. ZRSVN. Naravovarstveni atlas. Available online: <https://www.naravovarstveni-atlas.si/web/DefaultNvaPublic.aspx?AspxAutoDetectCookieSupport=1> (accessed on
221. Saražin, J.; Pristovnik, D. Kako lastništvo gozdnih zemljišč vpliva na investicije v gozdne prometnice in gospodarjenje z gozdom? *InfoGozd skrbno z gozdom* **2024**, 5, doi:10.20315/ig.2024.0017.
222. Smolnikar, P.; Jež, M. Pomožni zunanji vitli oz. strojna sečnja in spravilo z „winch-assisted“ sistemi. *InfoGozd skrbno z gozdom* **2024**, 5, 9-16, doi:10.20315/10.20315/ig.2024.0040.
223. Triplat, M.; Saražin, J. Vodnik: MojGozdar. Available online: <https://www.mojgozdar.si/vodnik/> (accessed on
224. Triplat, M.; Piškur, M.; Krajnc, N. Spletni informacijski sistem MojGozdar. si. *Gozdarski vestnik* **2018**, 3, 141-151.
225. Saražin, J.; Triplat, M. MojGozdar.si zagotavlja sistem potrebne skrbnosti in sledljivosti gozdnih lesnih sortimentov. *InfoGozd : skrbno z gozdom* **2022**, 3, 38-42, doi:10.20315/ig.2022.0010.
226. Triplat, M. Kdo so izvajalci gozdarskih storitev? *InfoGozd : skrbno z gozdom* **2019.**

227. Saražin, J.; Triplat, M. Kako do kakovostnega izvajalca sečnje in spravila? *Infogozd: skrbno z gozdom* **2022**, 3, 44-54, doi:10.20315/ig.2022.0059.
228. Baša, M.; Bele, P. FSC® – Forest Stewardship Council. *InfoGozd : skrbno z gozdom* **2019**.
229. Baša, M.; Bele, P. PEFC™ – Program za potrjevanje certifikacije gozdov. **2019**.
230. Saražin, J. Ali so minule hudourniške poplave prinesle tudi kaj dobrega? *Infogozd: skrbno z gozdom* **2023**, 4, 21-29, doi:10.20315/ig.2023.0039.
231. Saražin, J.; Ogrin, G.; Robek, R.; Mihelič, J. Vodila gozdnemu posestniku za spremljanje kakovosti gradnje gozdne vlake. *InfoGozd: skrbno z gozdom* **2025**, 6, 4-11, doi:<https://doi.org/10.20315/IG.2025.0013>.
232. Pravilnik. Pravilnik o katalogu stroškov in njihovih vrednostih na enoto. *Uradni list RS*, št. 34/24 in 95/24 **2024**.
233. RS, V. Zakon o urejanju prostora. *Uradni list RS*, št. 199/21, 18/23 – ZDU-1O, 78/23 – ZUNPEOVE in 95/23 – ZIUOPZP **2021**.
234. ZVO. Zakon o varstvu okolja (ZVO-2). *Uradni list RS*, št. 44/22, 18/23 – ZDU-1O, 78/23 – ZUNPEOVE, 23/24, 21/25 – ZOPVOOV in 56/25 – PoZ **2022**.
235. ZDR. Zakon o delovnih razmerjih (ZDR-1). *Uradni list RS*, št. 21/13, 78/13 – popr., 47/15 – ZZSDT, 33/16 – PZ-F, 52/16, 15/17 – odl. US, 22/19 – ZPosS, 81/19, 203/20 – ZIUPOPdVE, 119/21 – ZČmIS-A, 202/21 – odl. US, 15/22, 54/22 – ZUPŠ-1, 114/23, 136/23 – ZIUZDS in 70/25 – ZUTD-I **2013**.
236. forests.org. SFI 2022 FOREST MANAGEMENT STANDARD. **2022**.
237. FSC. Forest Stewardship Council (FSC). Available online: <https://fsc.org/en> (accessed on
238. PEFC. Program for the Endorsement of Forest Certification. Available online: <https://www.pefc.org/> (accessed on
239. RESEARCH, F. The UK Forestry Standard. **2023**.
240. Limited, A.F.S. Australian Standard - Sustainable Forest Management. **2013**.
241. Winkler, I. *Organizacija gozdarskih del : (študijsko gradivo)*; Biotehniška fakulteta Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: Ljubljana, 1997; p. 265.
242. DZ. Resolucija o dolgoročni podnebni strategiji Slovenije do leta 2025 (REDPS50). *Uradni list RS*, št. 119/21, 44/22 – ZVO-2 in 56/25 – PoZ **2021**.
243. MKGP. Pravilnik o varstvu gozdov. *Uradni list RS*, št. 114/09, 31/16, 52/22 in 125/22 – popr. **2022**.
244. Medved, M.; Košir, B. Varno delo pri sečnji. *Zveza gozdarskih društev Slovenije, Gozdarska založba : Zavod za gozdove Slovenije : Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije* **2002**.
245. Pravilnik. Pravilnik o varstvu pri delu v gozdarstvu. *Uradni list SRS*, št. 15/79, *Uradni list RS*, št. 56/99 – ZVZD in 43/11 – ZVZD-1 **1979**.
246. Piber, V. *Varnost in zdravje pri delu v gozdu*; 2003.
247. Simončič, T.; Harmel, M.; Kobe, J.; Hostnik, R.; Andrej, V.; Strmšnik, K.; Sešel, L.; Pisek, R.; Matijašič, D. *Strategija razvoja mestnih gozdov Ljubljane : 2020 - 2045*; Mestna občina Ljubljana, Oddelek za gospodarske dejavnosti in promet, Trg mladinskih delovnih brigad 7, Ljubljana: 2021.
248. Marenče, M.; Guček, M.; Stergar, M.; Simončič, T.; Pisek, R.; Poljanec, A. Navodila za izdelavo načrtov za gospodarjenje z gozdovi in upravljanje z divjadjo. *Zavod za gozdove Slovenije, Sektor za načrtovanje razvoja gozdov* **2023**.
249. Furlan, F.; Košir, B. Varno delo s traktorji pri spravilu lesa. *Zveza gozdarskih društev Slovenije* **1998**, *Zbirka Gozdarski nasveti*.
250. Poje, A.; Mihelič, M.; Krč, J.; Leban, V. Usklajena merila sprejemljive poškodovanosti gozdnih tal - preverjanje ustreznosti med gozdarskimi strokovnjaki. *Acta Silvae et Ligni* **2021**, 124, 43-54, doi:10.20315/ASetL.124.4.

- 251. Saražin, J.; Klabus, A. *Smernice in ukrepi za gradnjo in vzdrževanje gozdnih prometnic v hudourniških območjih : poročilo izsledka 3.1.3.*; Gozdarski inštitut Slovenije: Ljubljana, 2025.
- 252. Sever, K.; Fidej, G.; Breznikar, A.; Roženberger, D.; Rantaša, B. *Sodobna nega gozda. Gozdni sklad* **2022**.
- 253. LIFEGENMON. *Protokol ravnanja s sadikami gozdnega drevja.* **2021**.

V Ljubljani, oktober 2025

Vodja projekta:

dr. Nike Krajnc