



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

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

Poročilo v okviru DS2: Merila umeščanja sodobnih tehnologij v gozdni prostor

D2.3 Družbeno usklajena merila s pripadajočimi utežmi

Avtorji: Matevž Triplat, Gašper Ogrin, Jaša Saražin in Nike Krajnc

Ljubljana, 2024

Kolofon

Naslov publikacije: D2.3 Družbeno usklajena merila s pripadajočimi utežmi

Avtorji vsebin: : Matevž Triplat, Gašper Ogrin, Jaša Saražin in Nike Krajnc

Ostali sodelujoči: Martin Jež, Janez Krč, Peter Smolnikar

Vodja projekta: dr. Nike Krajnc

Ključne besede: sečnja, spravilo, omejitve, pridobivanje lesa, trajnost

Kraj izdaje: Ljubljana

Založil/Published by: Gozdarski inštitut Slovenije/Slovenian Forestry Institute

Leto izdaje dokumenta: 2024 (dopolnjeno 2025)

Cena: brezplačno

Publication title: Socially aligned criteria with corresponding weights

Keywords: felling, skidding, restrictions, timber extraction, sustainability

DOI 10.20315/gis017



To delo je ponujeno pod licenco Creative Commons Priznanje avtorstva-Deljenje pod enakimi pogoji 4.0 Mednarodna licenca.

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



Kazalo vsebine:

1	UVOD	5
2	VREDNOTENJE MERIL	6
3	ANALIZA VREDNOTENJA MERIL	13
4	VALIDACIJA	16
4.1	IDENTIFICIRANE MEJNE VREDNOSTI.....	18
4.2	VALIDACIJA KRITERIJEV IN VPLIVNIH DEJAVNIKOV	21

Kazalo slik:

Slika 1: Nabor izbranih meril s pripadajočimi kriteriji in vplivnimi dejavniki.....	7
Slika 2: Ocenjevalni obrazec z navodili za vrednotenje	8
Slika 3: Končni nabor meril, kriterijev in njihovih vplivnih dejavnikov po razpravi s strokovno skupin.....	17
Slika 4: Prikaz obravnavanih in mejnih vrednosti za vplivni dejavnik naklon terena.....	19
Slika 5: Prikaz obravnavanih in mejnih vrednosti za vplivni dejavnik pravilna razdalja .	19
Slika 6: Prikaz obravnavanih in mejnih vrednosti za vplivni dejavnik razdalja zbiranja ...	20

Kazalo preglednic:

Preglednica 1: Vrednotenje posameznega merila po deležnikih	9
Preglednica 2: Izračunane uteži in rangiranje meril.....	10
Preglednica 3: Vrednotenje posameznega merila po deležnikih po razpravi in naknadni možnosti sprememb vrednotenja	11
Preglednica 4: Izračunane uteži in dokončno rangiranje meril	12
Preglednica 5: Prikaz števila člankov za posamezno merilo in rangiranje meril po številu člankov in po vrednotenju deležnikov.....	14
Preglednica 6: Prikaz validacije vplivnih dejavnikov po 5 zastavljenih kriterijih.....	21
Preglednica 7: Potencialno primerni kriteriji in vplivni dejavniki po izvedeni validaciji. .	27
Preglednica 8: Izbrani parametri po pregledu raziskav na tematiko tehnoloških kart	28

1 Uvod

Trajnostno naravnan 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 zavednost 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 bo projektna skupina na podlagi metod večkriterijskega odločanja v sklopu razširjene skupina strokovnjakov, deležnikov in predstavnikov družbe postavila družbeno sprejemljive uteži izbranim merilom.

Družbeno sprejemljive uteži je strokovna skupina s projektnimi partnerji določila na participativni delavnici. Pred določevanjem so bili predstavljeni dotedanji rezultati dela na delovnem sklopu 2 in osnovni nabor meril (okoljsko, družbeno, ekonomsko merilo), ki je bil s pomočjo obširne literaturne raziskave in participacije strokovne skupine potrjen. Nabor meril 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 prikazujemo na sliki 1.

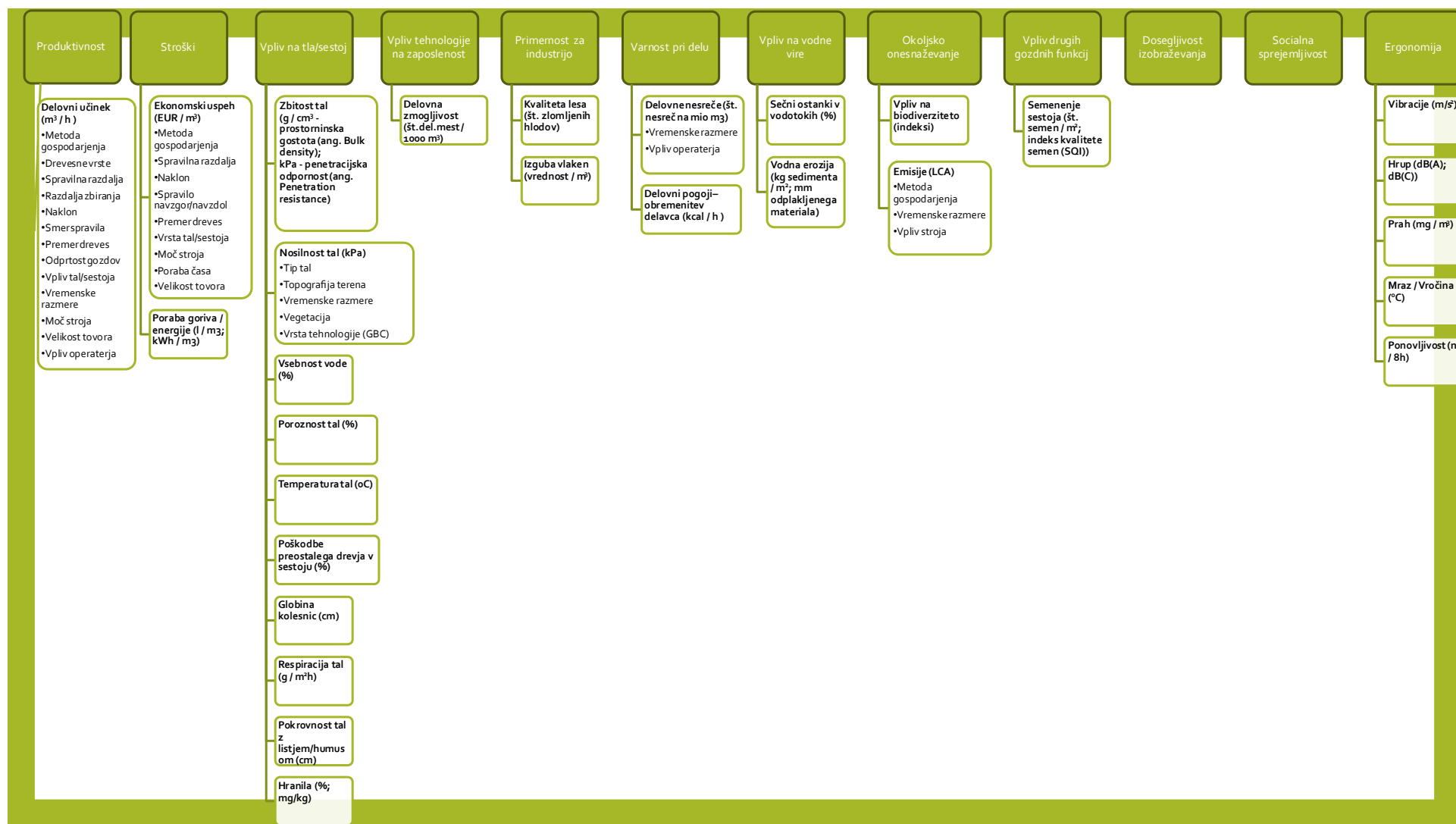
2 Vrednotenje meril

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. Predstavljeni so bili vsi kriteriji in njihovi vplivni dejavniki znotraj meril, nato pa je skupina razvrstila merila od njim najbolj pomembnim do najmanj (vrednosti od 0 do 100).

Vrednotenje meril je bilo izvedeno z večkriterijskimi metodami odločanja. Strokovni skupini sta bila, z namenom vrednotenja meril, podana list nabora izbranih meril s pripadajočimi kriteriji in vplivnimi dejavniki (slika 1) in ocenjevalni obrazec z navodili za vrednotenje (slika 2). Navodila, po katerih je potekalo vrednotenje, so bila sledeča:

1. Določite vrednost 0 merilu, ki je po vašem mnenju najmanj pomembno
2. Določite vrednost 100 merilu, ki je po vašem mnenju najpomembnejše
3. Razvrstite od 1 (manj pomembno) do 99 (bolj pomembno) vsem ostalim merilom
4. Enovrednim merilom lahko določite enako vrednost.

Deležniki so tekom vrednotenja imeli možnost zapisati svoje komentarje in predloge projektni skupini, zlasti na tematiko predstavljenega osnovnega nabora kriterijev in pripadajočih vplivnih dejavnikov. Po vrednotenju je sledila razprava, v kateri so bili pregledani vsi predlogi, pri čemer so bili relevantni predlogi vključeni v končne rezultate.



Slika 1: Nabor izbranih meril s pripadajočimi kriteriji in vplivnimi dejavniki

1. Določite vrednost 0 merilu, ki je po vašem mnenju najmanj pomembno
2. Določite vrednost 100 merilu, ki je po vašem mnenju najpomembnejše
3. Razvrstite od 1 (manj pomembno) do 99 (bolj pomembno) vsem ostalim merilom
4. Enovrednim merilom lahko določite enako vrednost

Merilo	Ocena
Produktivnost	
Stroški	
Vpliv na tla in sestoje	
Vpliv tehnologije na zaposlenost	
Primernost za industrijo	
Varnost pri delu	
Vpliv na vodne vire	
Okoljsko onesnaževanje	
Vpliv drugih gozdnih funkcij	
Dosegljivost izobraževanja	
Socialna sprejemljivost	
Ergonomija	

Prostor za vaša priporočila (komentar) projektni skupini:

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There is no handwriting or other markings on the paper.

Slika 2: Ocenjevalni obrazec z navodili za vrednotenje

Potrjenih dvanajst meril je skupno vrednotilo 17 deležnikov. Vrednotenje posameznih meril po deležnikih (D1, D2, D3, itd.) prikazujemo v spodnji preglednici 1.

Preglednica 1: Vrednotenje posameznega merila po deležnikih

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17
Produktivnost	99	100	90	90	75	50	100	50	90	90	100	80	100	100	90	90	100
Stroški	100	95	100	100	75	50	100	50	100	90	90	80	60	100	90	90	100
Vpliv na gozdna tla in sestoj	95	50	70	65	90	100	100	100	100	100	80	100	90	80	90	85	80
Vpliv tehnologije na zaposlenost	20	10	0	75	45	0	50	0	15	10	30	2	30	40	80	50	40
Primernost za industrijo	15	30	30	85	55	40	50	50	20	50	65	20	50	100	90	95	50
Varnost pri delu	70	80	70	95	80	100	100	50	50	70	70	50	100	50	100	99	90
Vpliv na stanje voda in vodni režim	30	40	70	60	100	100	100	100	80	50	60	50	30	30	95	100	80
Okoljsko onesnaževanje	80	20	50	45	70	80	90	50	80	40	50	60	60	70	95	100	80
Vpliv drugih gozdnih funkcij	10	5	50	70	65	70	80	50	15	60	20	40	20	0	90	60	50
Dosegljivost izobraževanja	0	0	30	50	0	20	50	0	0	0	10	20	10	20	80	0	0
Socialna sprejemljivost	1	60	25	55	35	30	10	10	30	10	0	30	10	60	80	40	20
Ergonomija	70	70	40	80	60	40	99	50	50	50	25	70	90	90	100	80	80

Sledil je izračun uteži posameznih meril in določitev njihovih rangov. Uteži smo izračunali tako, 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 2.

Preglednica 2: Izračunane uteži in 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	0,167	0,133	0,154	0,135	0,083	0,101	0,130	0,127	1
Stroški	0,169	0,170	0,160	0,115	0,100	0,074	0,108	0,089	0,159	0,145	0,150	0,133	0,092	0,135	0,083	0,101	0,130	0,124	3
Vpliv na gozdna tla in sesto	0,161	0,089	0,112	0,075	0,120	0,147	0,108	0,179	0,159	0,161	0,133	0,166	0,138	0,108	0,083	0,096	0,104	0,126	2
Vpliv tehnologije na zaposlenost	0,034	0,018	0,000	0,086	0,060	0,000	0,054	0,000	0,024	0,016	0,050	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	0,108	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	0,117	0,083	0,154	0,068	0,093	0,111	0,117	0,110	4
Vpliv na stanje voda in vodni režim	0,051	0,071	0,112	0,069	0,133	0,147	0,108	0,179	0,127	0,081	0,100	0,083	0,046	0,041	0,088	0,112	0,104	0,097	5
Okoljsko onesnaževanje	0,136	0,036	0,080	0,052	0,093	0,118	0,097	0,089	0,127	0,065	0,083	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	0,033	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	0,017	0,033	0,015	0,027	0,074	0,000	0,000	0,021	12
Socialna sprejemljivost	0,002	0,107	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	0,040	10
Ergonomija	0,119	0,125	0,064	0,092	0,080	0,059	0,107	0,089	0,079	0,081	0,042	0,116	0,138	0,122	0,093	0,090	0,104	0,094	6
SEŠTEVEK VREDNOSTI	590	560	625	870	750	680	929	560	630	620	600	602	650	740	1080	889	770	/	/

Sledila je krajša razprava in izmenjava mnenj, po kateri so vsi deležniki imeli možnost spremeniti svoje vrednotenje. Deležniki so v razpravi predlagali tudi dodatne kriterije in njihove vplivne dejavnike ter predloge za spremembe nekaterih že podanih kriterijev in vplivnih dejavnikov. Sprememb svojega vrednotenja sta se poslužila dva deležnika (D2 in D11). Prvi deležnik je spremembo vrednosti naredil pri 4 merilih, drugi deležnik pa pri dveh; v preglednici so mesta sprememb vrednotenja zapisano z rdečo barvo (preglednica 2). Ostali deležniki vrednotenja niso spremenili in so ostali pri svoji prvotni izbiri.

Preglednica 3: Vrednotenje posameznega merila po deležnikih po razpravi in naknadni možnosti sprememb vrednotenja

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16	D17
Produktivnost	99	100	90	90	75	50	100	50	90	90	100	80	100	100	90	90	100
Stroški	100	95	100	100	75	50	100	50	100	90	90	80	60	100	90	90	100
Vpliv na gozdna tla in sestoj	95	70	70	65	90	100	100	100	100	100	80	100	90	80	90	85	80
Vpliv tehnologije na zaposlenost	20	10	0	75	45	0	50	0	15	10	30	2	30	40	80	50	40
Primernost za industrijo	15	30	30	85	55	40	50	50	20	50	65	20	50	100	90	95	50
Varnost pri delu	70	80	70	95	80	100	100	50	50	70	70	50	100	50	100	99	90
Vpliv na stanje voda in vodni režim	30	60	70	60	100	100	100	100	80	50	70	50	30	30	95	100	80
Okoljsko onesnaževanje	80	20	50	45	70	80	90	50	80	40	50	60	60	70	95	100	80
Vpliv drugih gozdnih funkcij	10	5	50	70	65	70	80	50	15	60	20	40	20	0	90	60	50
Dosegljivost izobraževanja	0	0	30	50	0	20	50	0	0	0	10	20	10	20	80	0	0
Socialna sprejemljivost	1	40	25	55	35	30	10	10	30	10	0	30	10	60	80	40	20
Ergonomija	70	50	40	80	60	40	99	50	50	50	40	70	90	90	100	80	80

Na podlagi sprememb vrednotenja je bil izveden ponovni in sedaj dokončni izračun uteži in rangiranje meril. Ponovni izračun ni povzročil večjih sprememb, saj sta svoj rang spremenili le dve merili. Merilo »produktivnost«, ki je bilo v prvotnem vrednotenju uvrščeno najvišje, je zamenjalo svoj rang z merilom »vpliv na gozdna tla in sestoje«, ki je tako napredovalo z ranga 2 na rang 1. Rang pri ostalih merilih je ostal nespremenjen.

Preglednica 4: 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 sestoje	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
SEŠTEVEK VREDNOSTI	590	560	625	870	750	680	929	560	630	620	625	602	650	740	1080	889	770	/	/

3 Analiza vrednotenja meril

Na podlagi vrednotenja meril in izračuna njenih 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 vrednotenje. 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 ta merila ne smemo zanemariti ali celo

izločiti, saj ostajajo pomembna z vidika celostnega pogleda na trajnostno pridobivanje lesa in lahko predstavljajo potencialna področja, ki so do sedaj bila 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 5.

Preglednica 5: 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 5 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 relativno veliko število člankov bilo 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 izkazala za merilo 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 v 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 spodbujanje 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.

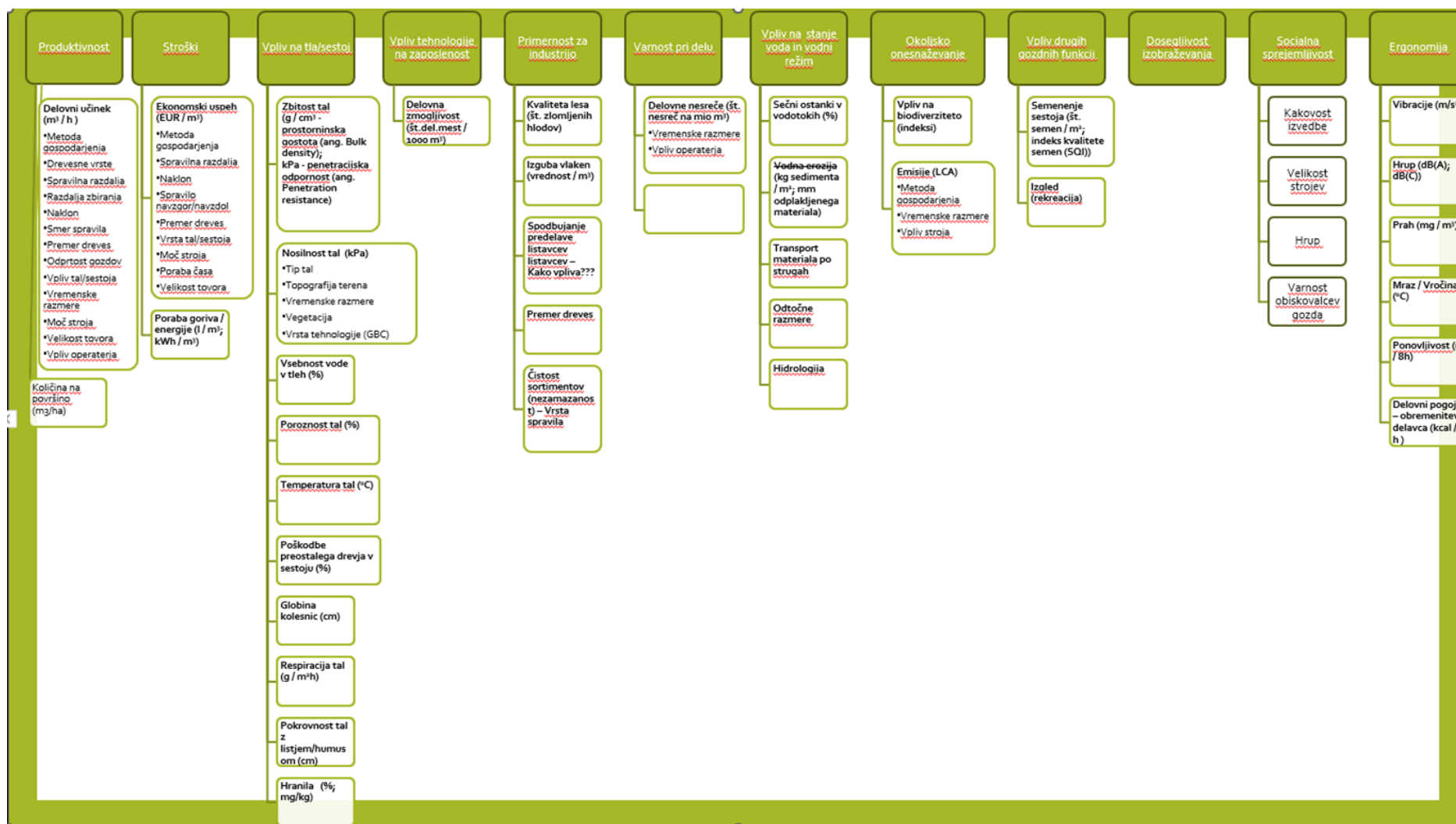
4 VALIDACIJA

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 pripravila vsebinska izhodišča. Predlagani kriteriji in dejavniki bodo ovrednoteni 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.

Merila 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. Na področju ergonomskih značilnosti uporabe različnih tehnologij za izvajanje negovalnih del v mladem gozdu je primanjkljaj raziskav, realizacija negovalnih del v mladem gozdu v Sloveniji je nizka. Primanjkljaj obstoječega znanja za objektivno določanje mejnih vrednosti je pričakovati tudi v primeru nekaterih drugih meril.

Kjer mejnih vrednosti ne bo mogoče določiti bo potrebno proučiti možnosti, da se merilo nadomesti ali izloči. Na podlagi izvedene naloge se bo oblikoval nabor, ki bo vseboval relevantna merila za katera razpolagamo z zadostnimi podatki ali pa bo evidentirano njihovo dodatno zbiranje. Dodatno zbiranje podatkov ne bo prevedeno v primerih zahtevnejših postopkov zbiranja, ampak bo mogoče z vnaprej pripravljenimi smernicami podatke objektivno oceniti na terenu.

Seznam kriterijev in vplivnih dejavnikov sestavlja osnovni nabor (po pregledu literature) in dopolnila ter spremembe slednjih na podlagi predlogov strokovne skupine. Končni nabor prikazujemo spodnji sliki 1.



Slika 3: Končni nabor meril, kriterijev in njihovih vplivnih dejavnikov po razpravi s strokovno skupin

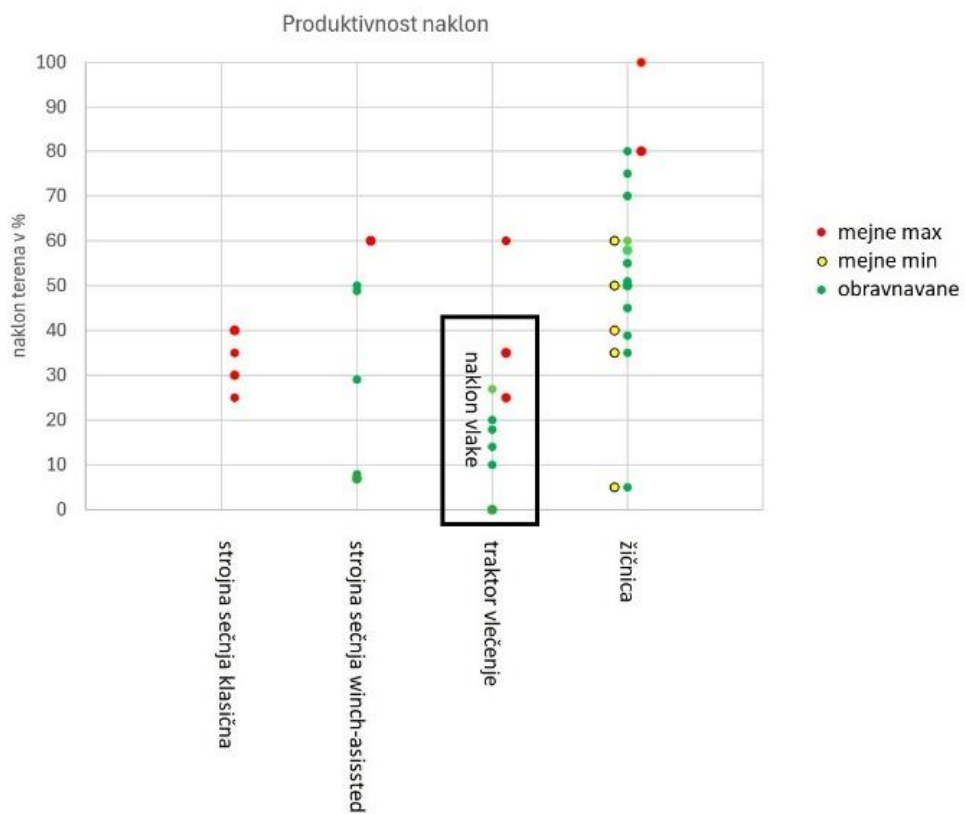
4.1 Identificirane mejne vrednosti

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.

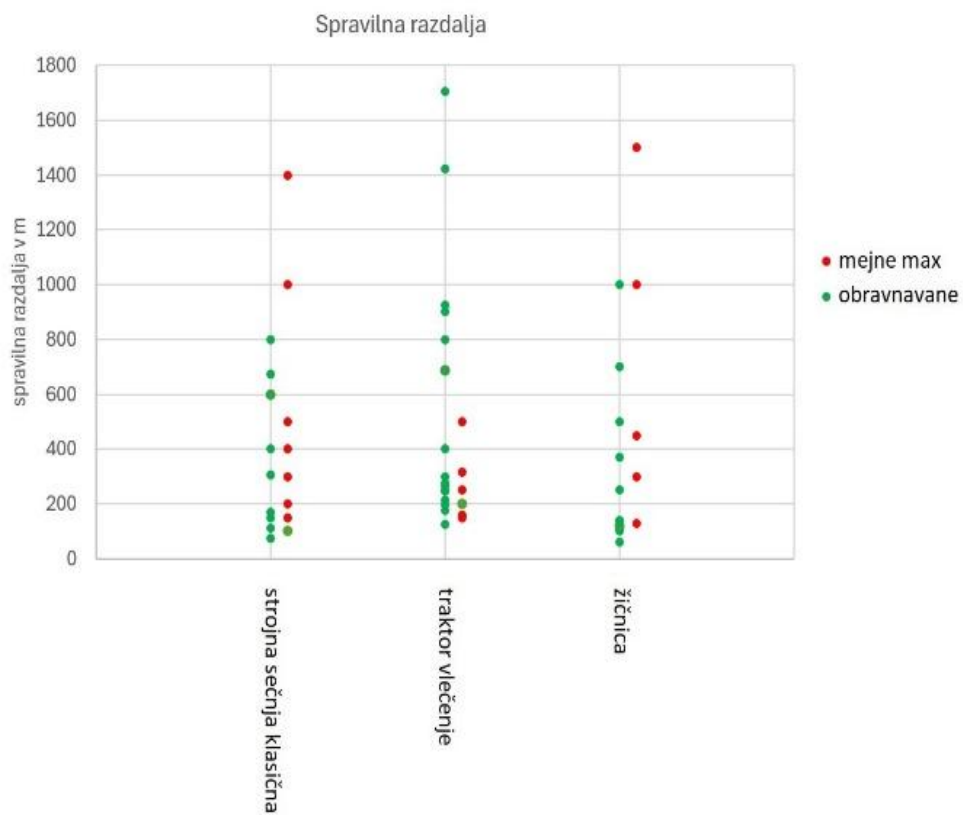
V procesu identifikacije mejnih vrednosti smo ugotovili, da je tak prikaz z dovoljšnim naborom podatkov možno izvesti zgolj za tri kriterije in vplivne dejavnike (naklon, pravilna razdalja in razdalja zbiranja). Podatki o obravnavanih in mejnih vrednostih skupaj tvorijo razpon vseh identificiranih vrednosti posameznih kriterijev, na podlagi katerega je mogoče presojati, 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.

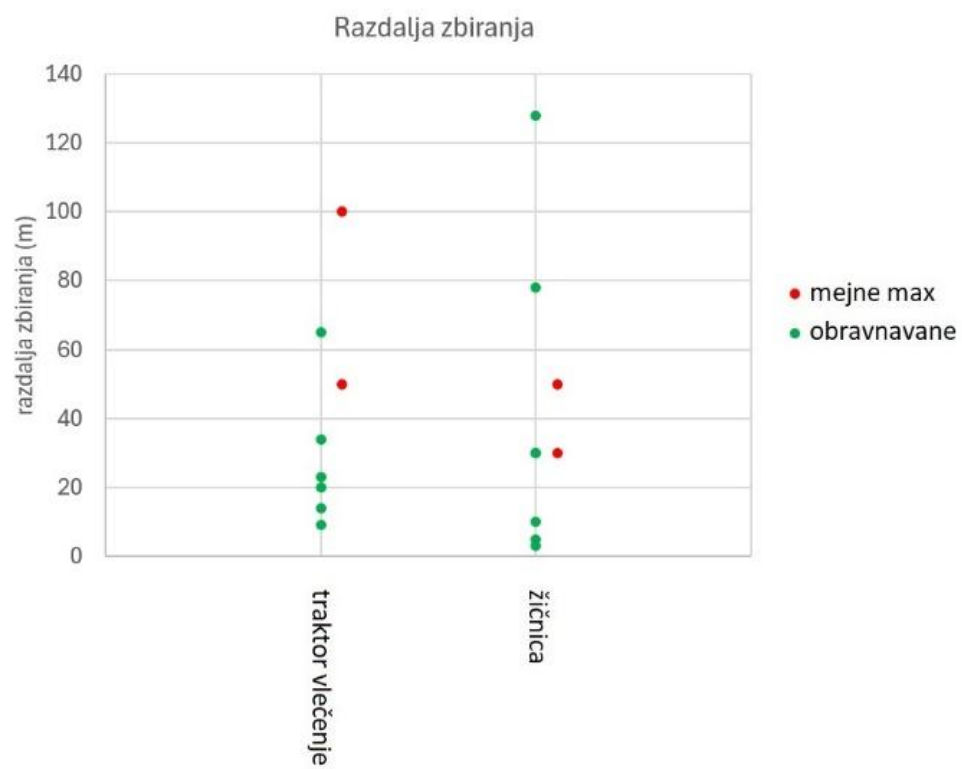
Na spodnjih slikah (slika 4, 5 in 6) prikazujemo obravnavane in mejne vrednosti za kriterij naklon terena, pravilne razdalje in razdalje zbiranja po posameznih oblikah tehnologije.



Slika 4: Prikaz obravnavanih in mejnih vrednosti za vplivni dejavnik naklon terena



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



Slika 6: Prikaz obravnavanih in mejnih vrednosti za vplivni dejavnik razdalja zbiranja

4.2 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 6: 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	Odprtost 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	

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	Velikost tovara	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	
Vpliv na gozdna tla in sestoj	Prostorninska gostota tal	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Vpliv na gozdna tla in sestoj	Nosilnost tal	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Vpliv na gozdna tla in sestoj	Tip tal	DA	Pedološka karta	Neznano	PKE/PSE	NE	
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	n Neznano	Fitocenološka združba	NE	Problem digitalizacije kartnih podlag
Produktivnost/ Vpliv na gozdna tla in sestoj	Vrsta tehnologije	Delno	ZGS pregledovalnik	10 let (po potrebi)	Odseki	NE	Predvidena samo tehnologija spravila
Vpliv na gozdna tla in sestoj	Vsebnost vode v tleh	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Vpliv na gozdna tla in sestoj	Poroznost tal	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Vpliv na gozdna tla in sestoj	Temperatura 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 sestoj	Poškodbe preostalega drevja v sestoju	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Vpliv na gozdna tla in sestoj	Globina kolesnic	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Vpliv na gozdna tla in sestoj	Respiracija tal	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Vpliv na gozdna tla in sestoj	Pokrovnost z listjem/humusom	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
Vpliv na gozdna tla in sestoj	Vsebnost hranil	Delno	Terenske meritve/raziskave	Neznano	Vezano na območje meritev	NE	
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	

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 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	Odtokne 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	
Vpliv drugih gozdnih funkcij	Semenenje sestoja (št. Semen/kvaliteta semen-SQI)	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	

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
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 kriterijem, ki so zahtevani, da bi bili dejavniki primerni za nadaljnje aktivnosti delovnega sklopa 2. Največje sito je zaznано 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 sestoja«, 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 hipno, praktično z vsakim preходом gozdarske mehanizacije, zato je izdelava podatkovne baze v takšnih primerih nemogoča. 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 6. 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 7: 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	Spravidna razdalja	DA	ZGS pregledovalnik	10 let (po potrebi)	Odseki	DA	
Produktivnost / stroški	Naklon	DA	ZGS pregledovalnik	10 let (po potrebi)	Odseki	DA	
Produktivnost / stroški	Premier 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	
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/1000m3)	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 (Marčeta in sod., 2020; Latterini in sod., 2022; Stefanoni in sod., 2023). Pregled izbranih parametrov po raziskavi predstavljamo v preglednici 8.

Preglednica 8: 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	Premier 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	/	/	/
<u>Dostopne podatkovne baze za potrebe naše raziskave</u>	<u>DA</u>	<u>DA</u>	<u>NE</u>	<u>NE</u>	<u>DA</u>	<u>DA</u>	<u>DA</u>	<u>NE</u>	<u>DA</u>	<u>delno</u>

Ugotavljamo, da raziskave na tematiko modelnega umeščanja tehnologije v gozdni prostor v svojih modelih vsebujejo 6 do 7 različnih si 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 podrasti, 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.

Viri in literatura

Latterini F., Stefanoni W., Venanzi R., Tocci D., Picchio R. 2022. GIS-AHP Approach in Forest Logging Planning to Apply Sustainable Forest Operations. *Forests*, 13(3), 484.

<https://doi.org/10.3390/f13030484>

Marčeta D., Petković V., Ljubojević D., Potočnik I. 2020. Harvesting System Suitability as Decision Support in Selection Cutting Forest Management in Northwest Bosnia and Herzegovina. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 41(2), 251–265.

<https://doi.org/10.5552/crojfe.2020.744>

Stefanoni W., Tocci D., Latterini F., Venanzi R., Gaglioppa P., Pari L., Picchio R. 2023. A Preliminary Validation and Assessment of a GIS Approach Related to Precision Forest Harvesting in Central Italy. *Forests*, 14(1), 127. <https://doi.org/10.3390/f14010127>