

Ciljni raziskovalni program »Naša hrana, podeželje in naravni viri« v letu 2022

Naslov raziskovalnega projekta: Načrtovanje tehnologij in presoja kakovosti izvajanja del v gozdovih v podporo biogospodarstvu - TEHGOZD



Naloga 3.2 Priprava vodil lastniku/investitorju za kvalitetno izvedbo gradbenih del

Poročilo izsledka D3.2

Pregled domačih in tujih virov s področja kontrole kakovosti v gradbeništvu / PREDLOG MERIL IN KAZALNIKOV ZA KAKOVOSTNO PROJEKTIRANJE IN GRADNJO GOZDNIH CEST TER VLAK

Jan Mihelič

December 2023

KAZALO VSEBINE:

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | UVOD..... | 1 |
| 2 | STANJE V SOSEDNIJH DRŽAVAH..... | 2 |
| 2.1 | Švica:..... | 2 |
| 2.1.1 | Splošni podatki:..... | 2 |
| 2.1.2 | Ugotovitve terenskih ogledov gozdnih cest..... | 4 |
| 2.1.3 | Glavne ugotovitve: | 7 |
| 2.1.4 | Pridobljena literatura: | 7 |
| 2.2 | Hrvaška: | 8 |
| 2.2.1 | Splošni podatki:..... | 8 |
| 2.2.2 | Ugotovitve terenskih ogledov gozdnih cest..... | 10 |
| 2.2.3 | Glavne ugotovitve: | 12 |
| 2.2.4 | Pridobljena literatura: | 12 |
| 2.3 | Italija..... | 13 |
| 2.3.1 | Splošni podatki..... | 13 |
| 2.3.2 | Ugotovitve terenskih ogledov..... | 14 |
| 2.3.3 | Glavne ugotovitve: | 16 |
| 2.3.4 | Pridobljena literatura: | 17 |
| 3 | KONCEPT MERIL IN KAZALNIKOV | 18 |
| 4 | PREDLOG KAZALNIKOV KAKOVOSTI PRI IZVEDBI POSAMEZNIH GRADBENOINŽENIRSKIH OBJEKTOV V GOZDARSTVU | 19 |
| 4.1 | Projektiranje | 19 |
| 4.2 | Gradnja..... | 21 |
| 4.2.1 | Gradnja gozdne ceste..... | 21 |
| 4.2.2 | Gradnja gozdne vlake | 23 |
| 5 | ZAKLJUČKI:..... | 24 |
| 6 | VIRI | 25 |

KAZALO PREGLEDNIC:

| | |
|--|----|
| Preglednica 1: Odprtost gozov v švici in širina gozdnih cest glede na težo vozil..... | 3 |
| Preglednica 2: Tehnične specifikacije gozdnih cest na Hrvaškem..... | 9 |
| Preglednica 3: Kategorizacija in tehnični elementi prometnic v Italiji..... | 17 |
| Preglednica 4: Nabor meril in kazalnikov - PROJEKTIRANJE GOZDNE CESTE | 20 |
| Preglednica 5: Nabor meril in kazalnikov - PROJEKTIRANJE GOZDNE VLAKE | 21 |
| Preglednica 6: Nabor preverljivih kazalnikov - GRADNJA GOZDNE CESTE | 22 |
| Preglednica 7: Nabor dodatnih preverljivih kazalnikov - GRADNJA GOZDNE CESTE .. | 22 |
| Preglednica 8: Nabor preverljivih kazalnikov - GRADNJA GOZDNE VLAKE | 23 |
| Preglednica 9: Nabor dodatnih preverljivih kazalnikov - GRADNJA GOZDNE VLAKE .. | 23 |

KAZALO SLIK

| | |
|---|----|
| Slika 1: Prikaz obiskanih območij. | 1 |
| Slika 2: Lokacija obiska v Švici..... | 2 |
| Slika 3: prikaz delitve kantona Bern v Švici | 3 |
| Slika 4: Izgradnja lesene kašte na gozdni cesti. | 4 |
| Slika 5: Projekt rekonstrukcije gozdne ceste z vgradnjo betonskih blokov. | 5 |
| Slika 6: Izvedba sondaže za ugotovitev potrebne debeline zgornjega ustroja..... | 6 |
| Slika 7: Vbetoniran dražnik v obliki črke V..... | 6 |
| Slika 8: Območje obiska Hrvaške | 8 |
| Slika 9: Karta terenskega ogleda rekonstrukcij in novogradnje gozdne ceste. | 10 |
| Slika 10: Lastna gradbena mehanizacija | 11 |
| Slika 11: Primer novogradnje gozdne ceste ob skalni steni v nasipu, brez podpornih objektov. | 11 |
| Slika 12: Pokrajina Trento v Italiji..... | 13 |
| Slika 13: Betonska voziščna konstrukcija. | 14 |
| Slika 14: Izvedba mostu na gozdni cesti..... | 15 |
| Slika 15: Za prečno odvodnjavanje uporabljajo kovinske dražnike..... | 15 |
| Slika 16: Uporaba dovoljena le lastnikom zemljišč. | 16 |
| Slika 17: Koncept kazalnikov in meril za kakovostno izvedbo del v gozdnem gradbeništvu | 18 |

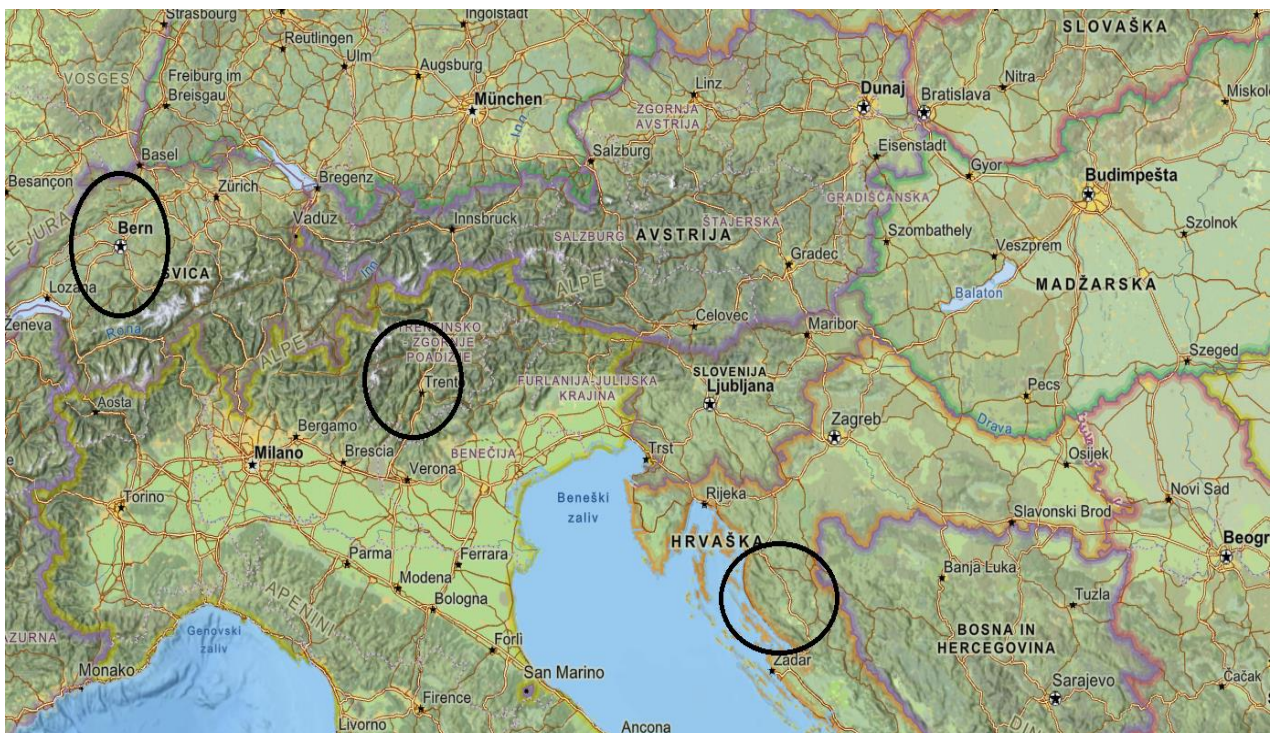
1 UVOD

Skladno s cilji projekta »Načrtovanje tehnologij in presoja kakovosti izvajanja del v gozdovih v podporo biogospodarstvu«, znotraj katerega poteka delovni sklop 3: Optimizacija omrežja gozdnih prometnic, smo preučili stanje gozdnega gradbeništva v naslednjih sosednjih državah:

- Švica: čas obiska med 11. in 14. 9. 2023
- Hrvaška: čas obiska med 28. in 29. 6. 2023
- Italija: čas obiska med 22. in 23. 6. 2023

Sosednje 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.

Poročilo 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 1: Prikaz obiskanih območij.

2 STANJE V SOSEDNIH DRŽAVAH

2.1 Švica:

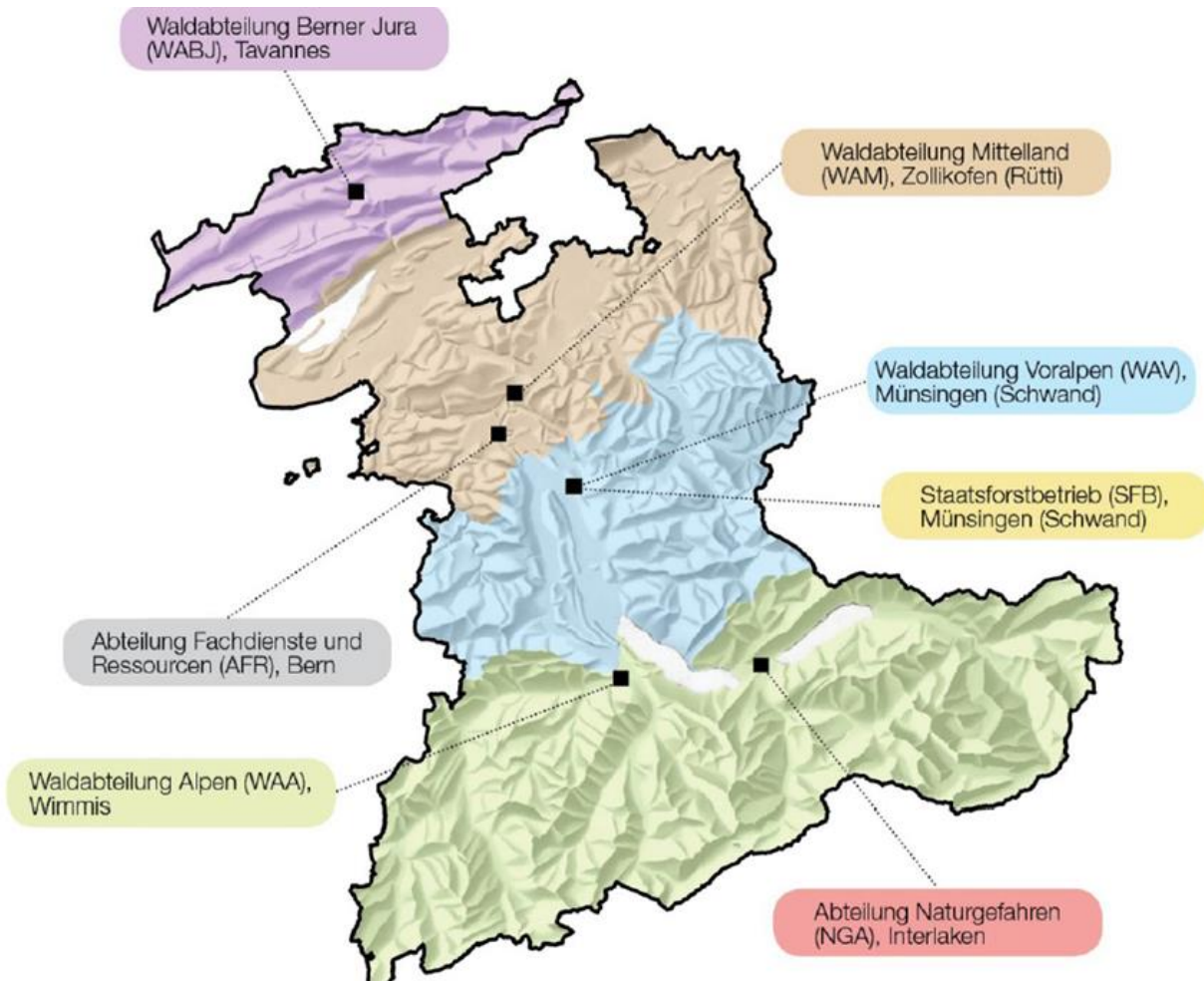
2.1.1 Splošni podatki:

Obiskali smo kanton Bern v Švici, ki velja za največjega izmed vseh švicarskih kantonov (Slika 2). Kanton se deli na 4 regije: Jura (WABJ), Mittelland (WAM), Voralpen (WAV) in Alpen (Slika 3).



Slika 2: Lokacija obiska v Švici.

Zaradi časovno omejenega obiska, smo se osredotočili na glavno regijo Voralpen (označeno z modro na Slika 3), v kateri je glavno mesto Švice in centralna enota vseh 4. regij.



Slika 3: 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 helikopterskim pravilom in dolgimi žičnimi linijami. Širina vozišča gozdnih cest se razlikuje glede na namensko vozilo (Preglednica 1).

Preglednica 1: Odprtost gozdov v švici in širina gozdnih cest glede na težo vozil.

| 044 Dichte der Waldstrassen nach Dimensionierung | | | | | | | | | | |
|---|---------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|------|------|-------------|
| in m/ha pro Produktionsregion Auswertungseinheit: Gesamtfläche | | | | | | | | | | |
| Fahrzeug | Gewicht | Strassenbreite | Jura | Mittelland | Voralpen | Alpen | Alpensüdseite | | | Schweiz |
| | | | m/ha | m/ha | m/ha | m/ha | m/ha | m/ha | m/ha | 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 |

2.1.2 Ugotovitve terenskih ogledov 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 projekta gradnje gozdne infrastrukture:

- Izdelava lesene kašte iz smrekove hlodovine s pokrivnim slojem iz zemlje, jute in zatravitvijo. Projekt so izvajali študentje tamkajšnje visoke šole. Skupna vrednost investicije znaša 14.500 CHF (Slika 4).

Nad vodotokom 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 4: Izgradnja lesene kašte na gozdni cesti.

- Rekonstrukcija 4800 m dolge gozdne ceste z betonskimi bloki v skupni vrednosti 1,1 mio CHF (Slika 5).

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 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 izdelava projekt, izvajalcu na terenu označi os gozdne ceste, označitev višine in zavarovanja osi pa se izvede kot storitev.



Zufahrt Hauenfluh



Sandhohle Eriswil



Slika 5: 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 6). 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, Preglednica 1) 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 6), 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 6: 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 7: Vbetoniran dražnik v obliki črke V.

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.

2.1.3 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.

2.1.4 Pridobljena literatura:

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

- Tečaj za vodenje gradenj (Hauser D. in sod., 2019),
- Projektiranje gozdnih cest (Burlet E., 2003),
- Gozdne ceste: načrtovanje, projektiranje, gradnja (Kuonen V., 1983),
- Geometrijski elementi gozdnih cest (Hans Rudolf H. in sod., 1999).

Hkrati so za gozdne prometnice pomembni tudi spodnji dokumenti:

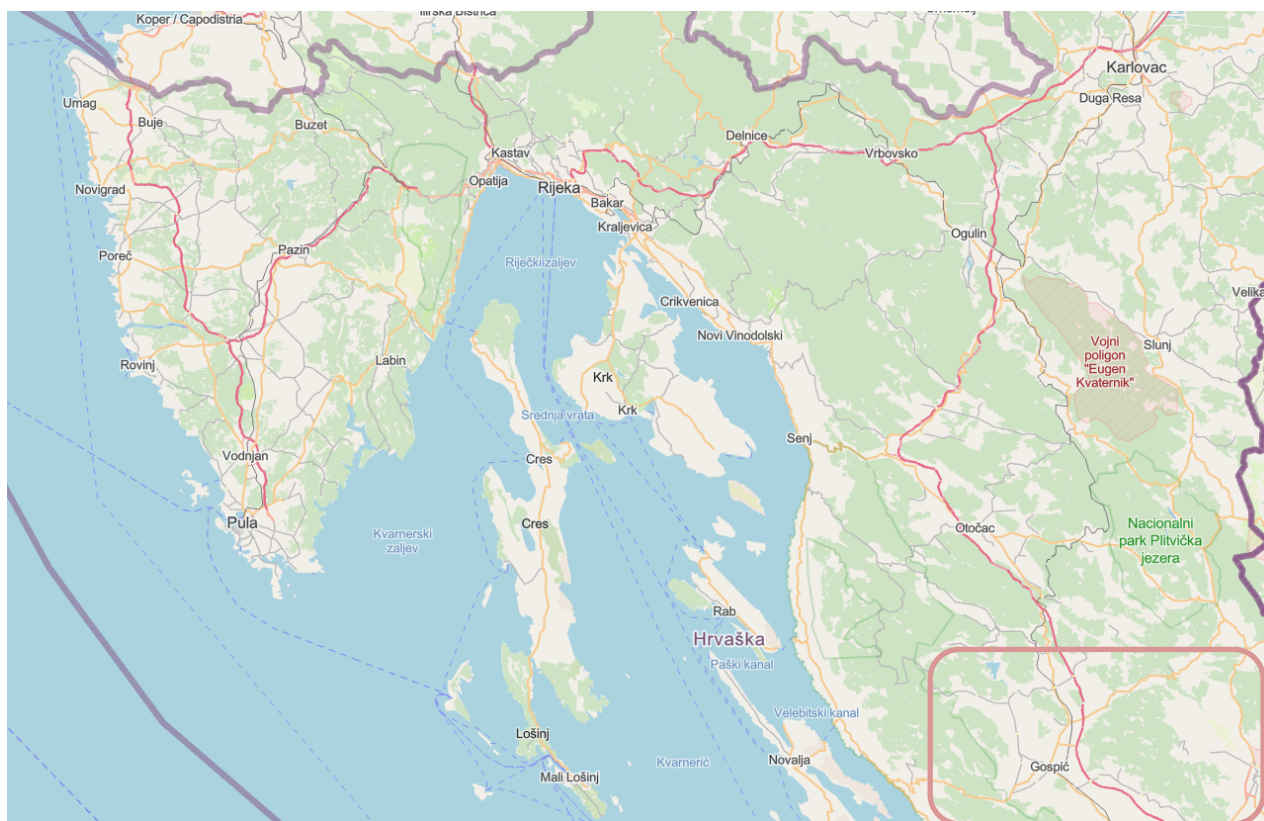
- Švicarski Zakon o gozdovih. (Federal Act on Forest, 1991),
- Upravljanje z infrastrukturo v gozdovih (Frei M.Bolgé R., 2018),
- Kantonalni zakon o gozdovih (Zölch E.Nuspliger K., 1997).

2.2 Hrvatska:

2.2.1 Splošni podatki:

Obiskali smo družbo Hrvatske šume d.o.o., natančneje podružnico Gospić, kjer so izvedli zadnji primer novogradnje gozdne ceste (Slika 8). 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 zaščitnih, 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 8: Območje obiska Hrvatske

V preglednici 2 so opisane tehnične specifikacije za različne kategorije gozdnih cest, ki veljajo na Hrvatskem. Za glavno gozdno cesto je predvidena širina vozišča 4,5 – 5 m.

Preglednica 2: Tehnične specifikacije gozdnih cest na Hrvaskem.

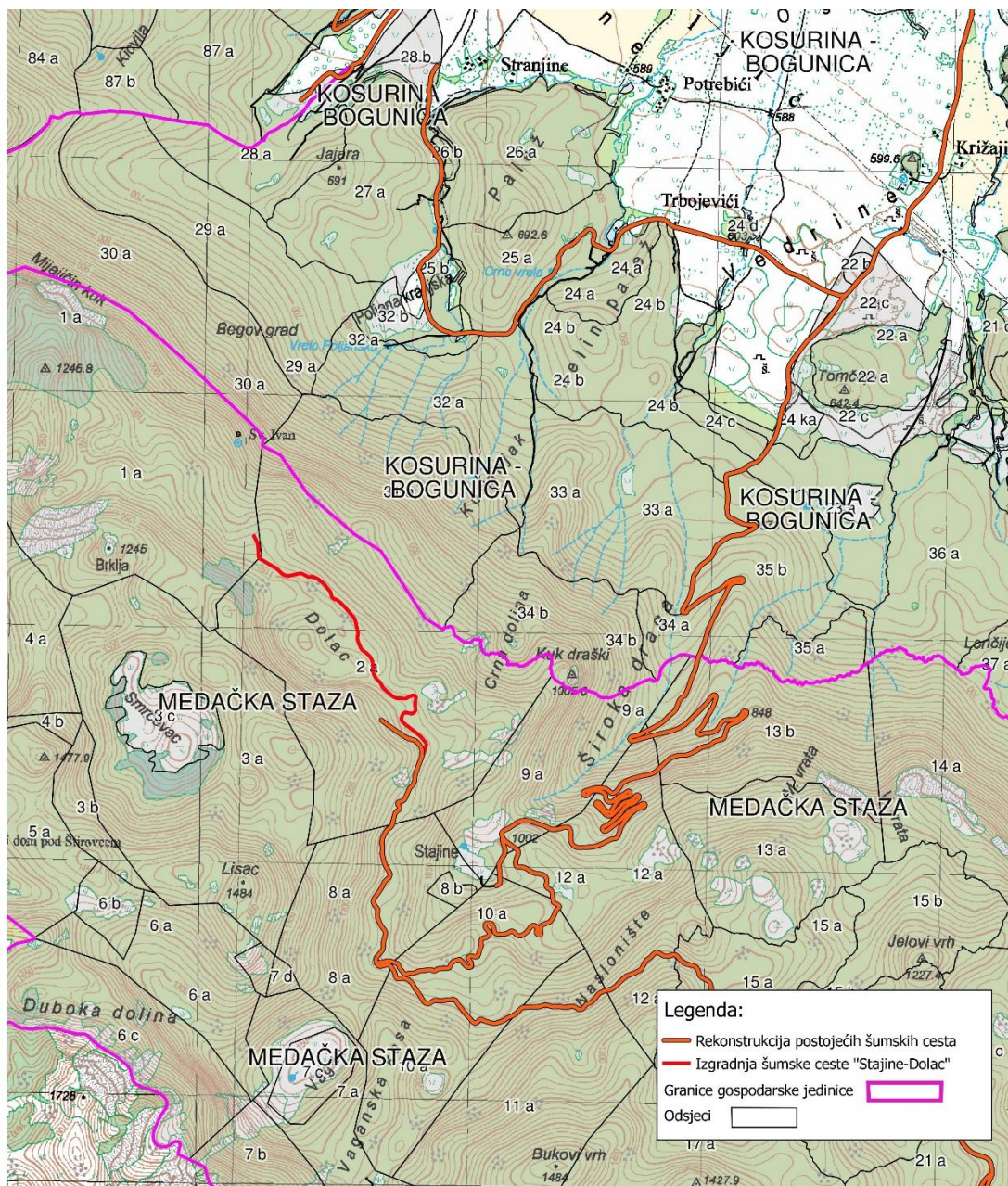
| kategorija prometnice | Elementi poprečnog presjeka | | Tlocrtni elementi | | Visinski elementi | | | |
|--------------------------------|--|---|--|---|---|--|---|---|
| | \check{s}_k – širina kolnika (m) \check{s}_B – širina bankine (m) | | R_{Hmin} – najmanji polunijer horizontalne krivine (m) | d_{max} – najveći razmak između mimoilaznica (m) | n_{max} – najveći uzdužni nagib (%) | R_{Vmin} – najmanji polunijer vertikalne krivine (m) | | d_{max} – najmanji razmak između vertikalnih krivina suprotnog smjera (m) |
| | 2 prometna traka | 1 prometni trak | | | | konveksna | konkavna | |
| Spojna cesta (SC) | $\check{s}_k = 4,50-5,00$ m $\check{s}_B = 0,75-1,00$ m | | RT = 150 m BT = 40 (30) m PT = 30 (20) m Z = 15 (12) m za $R \leq 100$ m projektirati prijelazne krivine | mimoilaznice se ne izvode | RT = 4 % BT = 6 (8) % PT = 8 (10) % za $R \leq 25$ m = 6 % na mostovima = 6 % | RT = 2000 m BT = 1000 m PT = 1000 m | RT = 1500 m BT = 500 m PT = 500 m | RT/BT/PT = 50 m |
| Glavna šumska cesta (GŠC) | $\check{s}_k = 4,50-5,00$ m $\check{s}_B = 0,75-1,00$ m | | RT = 70 (50) m BT = 40 (30) m PT = 30 (20) m Z = 15 (12) m | mimoilaznice se ne izvode | RT = 4 % BT = 6 (8) % PT = 8 (10) % za $R \leq 25$ m = 6 % na mostovima = 6 % | RT = 1000 m BT = 600 m PT = 600 m | RT = 800 m BT = 400 m PT = 400 m | RT/BT/PT = 40 m |
| Sporedna šumska cesta (SŠC) | $\check{s}_k = 4,50-5,00$ m $\check{s}_B = 0,75-1,00$ m | $\check{s}_k = 3,50-4,00$ m $\check{s}_B = 0,50-0,75$ m | RT = 30 m BT = 20 (18) m PT = 20 (18) m Z = 12 m | $d_{max} \leq 300$ m | RT = 6 % BT = 8 (10) % PT = 10 (12) % | RT = 800 m BT = 500 m PT = 500 m | RT = 600 m BT = 300 m PT = 300 m | RT/BT/PT = 35 m |
| Prilazna šumska cesta A (PŠCA) | | $\check{s}_k = 3,50-4,00$ m $\check{s}_B = 0,50-0,75$ m | RT = 20 m BT = 20 (16) m PT = 20 (16) m Z = 12 (10) m | $d_{max} \leq 400$ m | RT = 6 % BT = 10 (12) % PT = 12 (15) % | RT = 600 m BT = 400 m PT = 400 m | RT = 400 m BT = 200 m PT = 200 m | RT/BT/PT = 30 m |
| Prilazna šumska cesta B (PŠCB) | | $\check{s}_k = 3,00-3,50$ m bankine se u pravilu ne izvode (može se izvesti bankina širine 0,25 m) | RT = 20 m BT = 20 (16) m PT = 20 (16) m Z = 12 (10) m | $d_{max} \leq 400$ m | RT = 6 % BT = 10 (12) % PT = 12 (15) % | RT = 600 m BT = 400 m PT = 400 m | RT = 400 m BT = 200 m PT = 200 m | RT/BT/PT = 30 m |
| Glavni traktorski put (GTP) | | $\check{s}_k = 3,50-4,00$ m | RT = 20 m BT = 18 (15) m PT = 18 (15) m Z = 10 (8) m | mimoilaznice se izvode prema potrebi $d_{max} = 150-300$ m | RT = 6 % BT = 12 (15) % PT = 15 (18) % | RT = 600 m BT = 300 m PT = 300 m | RT = 400 m BT = 150 m PT = 150 m | RT/BT/PT = 25 m |
| Sporedni traktorski put (STP) | | $\check{s}_k = 3,00-3,50$ m | RT = 20 m BT = 15 (12) m PT = 15 (12) m Z = 10 (8) m | mimoilaznice se izvode prema potrebi $d_{max} = 150-300$ m | RT = 6 % BT = 20 (25) % PT = 20 (25) % | RT = 400 m BT = 200 m PT = 200 m | RT = 300 m BT = 100 m PT = 100 m | RT/BT/PT = 15 m |

Tumač znakova: RT – ravničasti (nizinski) teren, BT – brdoviti (prigorski) teren, PT – planinski (gorski) teren, Z – zaokretnica (serpentina), () – iznimna vrijednost (može se upotrijebiti samo u iznimnim, opravdanim slučajevima uz detaljno obrazloženje u tehničkoj dokumentaciji).

*Napomena: širinom šumske prometnice smatra se širina kolnika i širina bankina (ukupna širina planuma) definirana za svaku kategoriju, dok se ostali elementi poprečnog presjeka šumske prometnice, kao i svi objekti na šumskoj prometnici, ne računavaju u njezinu širinu.

2.2.2 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 9). 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 9: 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 10).



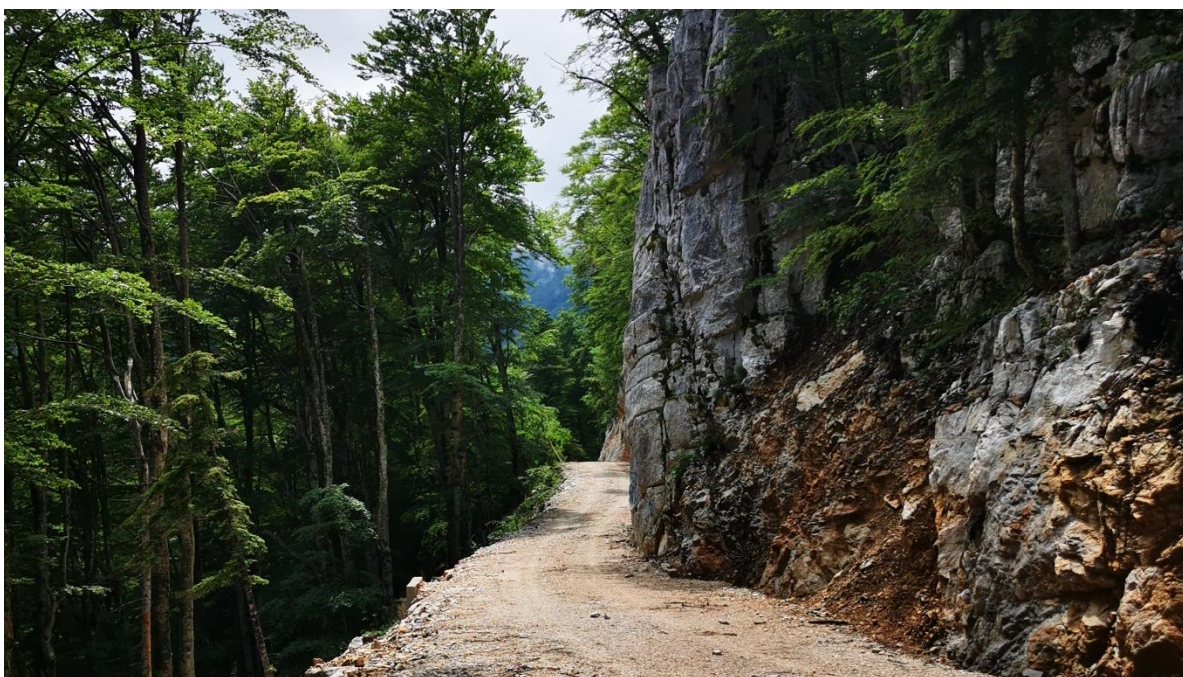
Slika 10: Lastna gradbena mehanizacija

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 intenzivno 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 11).



Slika 11: 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.

2.2.3 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.

2.2.4 Pridobljena literatura:

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

- Zakon o gozdovih (Zakon o šumama, 2018),
- Tehnični elementi gozdnih cest (Šikić D., 1989),
- Priročnik za urejanje gozdov (Meštrović Š.Fabijanić G., 1995),
- Zakon o Hrvatskoj komori inženjera šumarstva i drvne tehnologije (Zakon o Hrvatskoj komori inženjera šumarstva i drvne tehnologije, 2006),
- 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 2021),
- Pravilnik o vsebini in načinu opravljanja strokovnih izpitov za pooblaščenim inženirjem gozdarstva in lesarstva (Pravilnik o sadržaju i načinu polaganja stručnih ispita za ovlaštene inženjere šumarstva i drvne tehnologije 2007),
- Zakon o prostorskom načrtovanju in gradnji (Zakon o prostornom uređenju i gradnji, 2007),
- Pravilnik enostavnih delih in gradnjah (Pravilnik o jednostavnim građevinama i radovima 2017).

2.3 Italija

2.3.1 Splošni podatki

Obiskali smo pokrajino Trento, znotraj katere se nahaja dolina Fiemme (Slika 12). 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 uvrščamo med neproduktivne (nekaj nad 6 %). Skupnost velja za enega izmed večjih lastnikov gozdov v Italiji.



Slika 12: Pokrajina Trento 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. 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 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. Zato MCF namenja posebno pozornost načrtovanju, oblikovanju in izvajanju s tem povezanih posegov, in sicer z lastnimi kadri ali s pomočjo specializiranih podjetij.

2.3.2 Ugotovitve terenskih ogledov

Skupaj s predstavnikom fakultete iz Univerze v Padovi, predstavnikom tamkajšnjega Zavoda za gozdove 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 13).



Slika 13: 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 14).



Slika 14: Izvedba mostu na gozdni cesti.

Za prečno odvodnjavanje vode iz vozišča uporabljajo kovinske dražnike, ki niso vbetonirani (Slika 15). Cevne prepuste uporabijo le na mestih prečkanja vodotokov.



Slika 15: Za prečno odvodnjavanje uporabljajo kovinske dražnike.

Gozdne ceste lahko uporabljajo le lastniki zemljišč, za ostale je promet prepovedan (Slika 16).



Slika 16: Uporaba 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.

2.3.3 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.

2.3.4 Pridobljena literatura:

V Uradnem listu z dne 1. decembra je bila objavljena Uredba z dne 28. oktobra 2021 (GU:286, 2021), ki vsebuje določbe za opredelitev minimalnih meril v zvezi z namembnostjo, tipom in tehnično-konstruktivnimi elementi gozdnih in gozdno-pašnih cest ter določbe povezane z gospodarjenjem z gozdovi in hidrotehničnimi ureditvami.

Med njimi je navedeno, da imajo v Italiji gozdne ceste 1. in 2. reda. Prve imajo širino med 3,5 in 6 m ter 0,5 m bankine, druge pa med 2,5 in 3,5 m ter 0,5 m bankine (Preglednica 3).

Preglednica 3: Kategorizacija in tehnični elementi prometnic v Italiji.

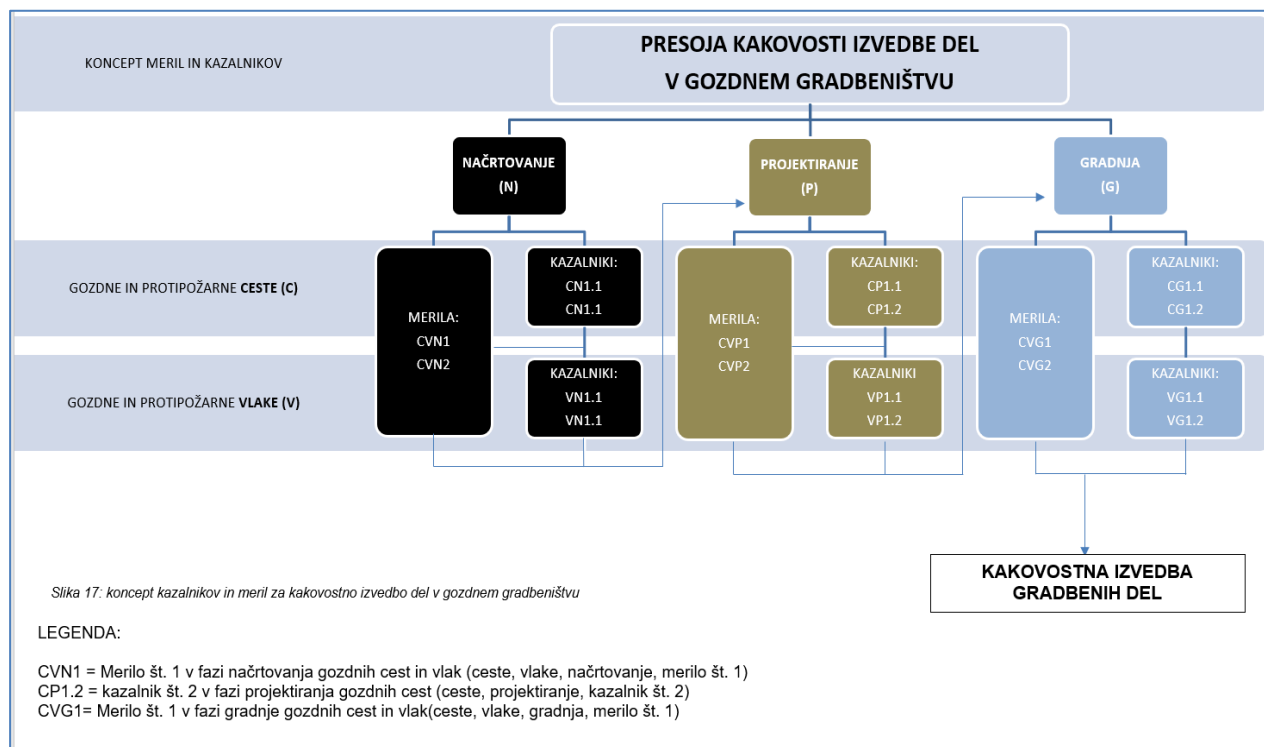
| Macro categorie | Categorie | Strato superficiale | Carreggiata | Banchine (*) | Opere d'arte | Pendenza longitudinale massima | Pendenza longitudinale ottimale | Raggio Tornanti (***) | Tipologie di mezzi transitabili esemplificativi |
|----------------------|---|---------------------------|--------------------|---------------------------|---------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------|--|
| | | | m | m | | % | % | m | |
| Viabilità PRINCIPALE | Strada forestale e silvo-pastorale di primo livello | Stabilizzato o migliorato | Da 3,5 a massimo 6 | 0,5 | SI | 12-20 | da 3 a 8 | Maggiore o uguale a 8 | Autocarri, autotreni, trattori e rimorchi di grandi dimensioni |
| | Strada forestale e silvo-pastorale di secondo livello | Stabilizzato o migliorato | Da 2,5 a 3,5 | 0,5 | SI | 16-22 | da 3 a 8 | Maggiore o uguale a 8 | Autocarri, trattori, macchine operatrici di piccole-medie dimensioni, automezzi a trazione integrale |
| Viabilità SECONDARIA | Piste | Naturale o migliorato | Da 2,0 a 4,0 | NO Minore uguale a 0,5 | Saltuarie (+) | 18-25 | da 3 a 12 | - | Trattori, macchine operatrici forestali specializzate, veicoli fuoristrada |
| | Percorsi pedonali e per animali da lavoro | Naturale | Da 1,0 a 2,5 | NO | Saltuarie (+) | - | - | - | Pedonale, Animale |

Poleg tega smo pridobili tudi dokument, ki ureja regulacijo prometa po gozdnih cestah in merila za izdajo dovoljenj (Regolamento del transito sulle strade forestali e criteri per il rilascio delle autorizzazioni, 2016).

3 KONCEPT MERIL IN KAZALNIKOV

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 17).



Slika 17: 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 (Requardt A., 2007). 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, 2017), (Pravilnik o projektni in drugi dokumentaciji ter obrazcih pri graditvi objektov, 2023) in zakonodajo – tako gozdarsko (Zakon o gozdovih, 1993), (Pravilnik o gozdnih prometnicah, 2009), kot tudi gradbeno (Gradbeni zakon, 2021), (Uredba o razvrščanju objektov, 2022). V ta del so vključeni tudi pravilniki in tehnične smernice za projektiranje (Pravila stroke IZS - Zvezek 0, 2020), (Smernice za projektiranje gozdnih cest, 1982),...

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 (Petkovšek A. in sod., 2002), (Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih,

2005), priročnik za nadzor pri gradnji (Šajna A., 2012), (Zakon o varnosti in zdravju pri delu, 2011),...

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 bile 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.

4 PREDLOG KAZALNIKOV KAKOVOSTI PRI IZVEDBI POSAMEZNIH GRADBENI INŽENIRSKIH OBJEKTOV V GOZDARSTVU

Od vseh gradbeno inženirskih objektov se v praksi pooblaščenim inženirjem 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 dvoje:

1. Kakovostno izdelana projektna dokumentacija predstavlja boljše izhodišče za izvedbo gradbenih del, kot neakovostna.
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.

4.1 Projektiranje

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

Za posamezna merila kakovosti projektiranja so relevantni kazalniki prikazani v Preglednica 4, kazalniki kakovosti gradnje gozdne vlake pa v Preglednica 5.

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

Preglednica 4: 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. Higienska 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 % |
| 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 5: 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 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 |
| 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 Priključek na drugo prometnico | Pod kotom 45 stopinj |

4.2 Gradnja

4.2.1 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 in gradbenega nadzornika.

Za posamezna merila kakovosti izvedbe del pri gradnji gozdne ceste so relevantni kazalniki kakovosti, kjer se preverja skladnost s projektom prikazani v Preglednica 6, dodatni kazalniki kakovosti gradnje gozdne ceste pa v Preglednica 7. Dodatni kazalniki izvirajo iz zahtev gradbene zakonodaje, Zakona o varnosti in zdravja pri delu in preteklih izkušenj 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 6: 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 | |
| | 7.7 Naklon nasipne brežine | |
| | 7.8 Širina koritnice, hodnika, bankine | |
| | 7.9 Širina jarka | |
| | 7.10 Min. premer cevnege 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 7: 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 | |

| | | |
|--|--|--|
| | 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) | |

4.2.2 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 Preglednica 8, dodatni kazalniki kakovosti gradnje gozdne vlake pa v Preglednica 9. Dodatni kazalniki izvirajo iz zahtev Zakona o varnosti in zdravju 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 8: 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 9: 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 | |

5 ZAKLJUČKI:

Na podlagi lastnih izkušenj iz prakse in izkušenj iz obiskanih držav smo osnovali koncept meril in kazalnikov za kakovostno projektiranje in gradnjo. 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, česar se mora investitor zavedati. 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. (SiDG) 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.

Potrebno se je zavedati, da družba SiDG gospodari le z 20 % gozdov v Sloveniji, zato 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.

6 VIRI

Burlet E. 2003. Detailprojektierung von Wald- und Güterstrassen.

Federal Act on Forest. 1991. Fedlex The publication platform for federal law, Federal Council. https://fedlex.data.admin.ch/eli/cc/1992/2521_2521_2521

Frei M., Bolgé R. 2018. Infrastrukturmanagement im Waldbereich - Grundlagenanalyse und erste Lösungsansätze. https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/wald-holz/externe-studien-berichte/infrastrukturmanagement_im_waldbereich.pdf.download.pdf/infrastrukturmanagement_im_waldbereich.pdf

Gradbeni zakon. 2021. Uradni list RS 199/21 in 105/22. <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO8244>

GU:286. 2021. Alimentari e forestali. <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2021/12/01/21A06999/sg>

Hans Rudolf H., Othmar B., Stefan R. 1999. Geometrische Richtwerte von Waidwegen und Waldstrassen. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wald/publikationen-studien/publikationen/geometrische-richtwerte-waldwegen-waldstrassen.html>

Hauser D., Pagnotta M., Kraettli W. 2019. Kurs für örtliche Bauleitung. V: 763, https://www.fobatec.ch/de-wAssets/docs/Bauprozess/de/11_Skript_oertl_BL.pdf

Kuonen V. 1983. Wald- und Güterstrassen. Viktor Kuonen. <https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-a-000304034>.

Meštrović Š., Fabijanić G. 1995. Priručnik za uređivanje šuma. Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva Hrvatske. <https://books.google.si/books?id=KrttJwAACAAJ>

Petkovšek A., Klinar A., Robek R. 2002. Smernica št. 401: zemeljska dela pri gradnji gozdnih cest - osnutek. V: Novelacija smernic za projektiranje gozdnih cest. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 1-6.

Pravila stroke IZS - Zvezek 0. 2020. <https://www.izs.si/assets/media/izsnovo/2020/Dobra%20praksa/IZS-PRAVILA-STOKE-final-december-2020.pdf>

Pravilnik o gozdnih prometnicah. 2009.

<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV9225>

Pravilnik o jednostavnim građevinama i radovima 2017. Narodne novine, 112.

https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_11_112_2625.html

Pravilnik o projektni in drugi dokumentaciji ter obrazcih pri graditvi objektov. 2023. Uradni list RS št. 30. <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV14975>

Pravilnik o sadržaju i načinu polaganja stručnih ispita za ovlaštene inženjere šumarstva i drvne tehnologije 2007. narodne novine, 74. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007_07_74_2322.html

Pravilnik o vrsti šumarskih radova, minimalnim uvjetima za njihovo izvođenje te radovima koje šumoposjednici mogu izvoditi samostalno 2021. Narodne novine, 46, Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva Hrvatske. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_04_46_940.html

Regolamento del transito sulle strade forestali e criteri per il rilascio delle autorizzazioni. 2016. <https://www.forestemcf.eu/wp-content/uploads/2021/08/regolamento-strade-mcf.pdf>

Requardt A. 2007. Pan-European Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management : Networking Structures and Data Potentials of International Data Sources.

Smernice za projektiranje gozdnih cest. 1982. Ljubljana, Splošno združenje gozdarstva Slovenije.

Šajna A. 2012. Priročnik za nadzor pri gradnji.

http://arhiv.izs.si/fileadmin/dokumenti/publikacije-IZS/Prirocniki_IZS/IZS_Prirocnik_za_nadzor_pri_gradnji-koncna.pdf

Šikić D. 1989. Tehnički uvjeti za gospodarske ceste. Znanstveni savjet za promet JAZU.

<https://books.google.si/books?id=aV7FOQAACAAJ>

Uredba o razvršćanju objektov. 2022.

<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED8497>

Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih. 2005. Uradni list RS, št. 24/05. <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED3783>

Zakon o arhitekturni in inženirski dejavnosti. 2017. Uradni list RS št.61. <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO7342>

Zakon o gozdovih. 1993. Uradni list RS, št. 30/93, 56/99. <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO270>

Zakon o Hrvatskoj komori inženjera šumarstva i drvne tehnologije. 2006. Narodne novine, 136, Hrvatski sabor. <https://www.zakon.hr/z/1265/Zakon-o-Hrvatskoj-komori-in%C5%BEenjera-%C5%A1umarstva-i-drvne-tehnologije>

Zakon o prostornom uređenju i gradnji. 2007. Narodne novine, 76. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007_07_76_2395.html

Zakon o šumama. 2018. Hrvatske novine, 140, Hrvatski sabor. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_07_68_1392.html

Zakon o varnosti in zdravju pri delu. 2011. Uradni list RS, št. 43/11.

Zölch E., Nuspliger K. 1997. Kantonale Waldverordnung (KWaV). https://www.belex.sites.be.ch/frontend/versions/589/download_pdf_file?locale=de