

Ocenjevanje kakovosti stoječih dreves

Evaluating stem quality of standing trees

Luka KRAJNC¹

Izvleček:

Spremljanje kakovosti lesa se začne v gozdu, saj je poznavanje trenutnega stanja eden izmed ključnih dejavnikov pri usmerjanju nadaljnjega razvoja gozda v smer večje kakovosti lesne surovine. Usmerjanje razvoja gozdov v smer večje kakovosti in s tem večje dodane vrednosti lesu pa za začetek terja merljivost kakovosti. Brez tega je presoja morebitnih ukrepov v sestoji skoraj nemogoča ali vsaj zelo otežena. Trenutno uporabljena metodologija za ocenjevanje kakovosti stoječih dreves na stalnih vzorčnih ploskvah Zavoda za gozdove Slovenije temelji na neveljavnih žagarskih standardih in bi jo bilo treba posodobiti za splošno uporabo v gozdarstvu. V prispevku je na kratko opisana obstoječa metodologija, predstavljen je pregled obstoječih metodologij ocenjevanja kakovosti stoječih dreves različnih držav in predlagana nova metodologija za ocenjevanje kakovosti dreves. Osnovni cilj opisanega dela je bil razvoj metodologije, s katero bi lahko objektivno primerjali kakovost debel med različnimi sestoji in bi omogočala sortiranje prostornine dreves v potencialne gozdnolesne sortimente (t.i. »sortimentacija«). Uporaba predlagane lestvice kakovosti za opis kakovosti stoječih dreves je lahko eden izmed pripomočkov pri odločanju kam, koliko časa ali sredstev vložiti v gozdnogojitveno ukrepanje v posameznem sestoji.

Ključne besede: kakovost stoječih dreves, kvaliteta debla, gozdnolesni sortimenti, sortimentacija stoječega drevesa.

Abstract:

Monitoring of wood quality begins in the forest, since knowing the current status represents one of the key factors in directing further forest development towards higher quality of wood. However, directing forest development towards a higher wood quality and thereby its higher added value demands, to start with, measurability of the quality. Without it, the assessment of the eventual measures in the stand is almost impossible or, at least, very difficult. The currently used methodology for estimating the stem quality of standing trees on the permanent sample plots of the Slovenia Forest Service is based on the invalid sawmill standards and should be updated for general use in forestry. In this article, we briefly describe the existing methodology, present the review of the existing methodologies for estimating the stem quality of standing trees in diverse countries, and suggest a new methodology for estimating the stem quality of the trees. The basic goal of the described work was the development of the methodology with which we could objectively compare the stem quality from different stands, and which would enable assorting these trees' volumes into the potential forest wood assortments. The use of the suggested quality scale for describing the stem quality of the standing trees can represent one of the accessories for deciding where and how much time or assets should be invested in silvicultural measures in an individual stand.

Key words: wood quality, stem quality, forest wood assortments, standing tree assortment.

1 UVOD

Osrednji cilj lesnoproizvodne funkcije gozda je proizvodnja gozdnolesnih sortimentov (v nadaljevanju sortimenti) čim večje kakovosti. Toda gozdarjev pogled na kakovost sortimenta pogosto ni enak pogledu končnega uporabnika, saj je kakovost surovine za izdelek iz lesa odvisna predvsem od ustreznosti za določen namen. Tako je lahko tudi na pogled povsem skrivenčeno drevo zelo kakovostna surovina za izdelavo butičnih izdelkov. Na splošno kakovost sortimenta sicer povezujemo z ustreznostjo za nadaljnjo predelavo,

npr. predelava v žagane elemente ali furnir. Ko v nadaljevanju prispevka pišem o kakovosti sortimentov, je mišljena predvsem tovrstna kakovost, torej ustreznost z vidika masovne in avtomatizirane predelave lesa. Hkrati velja ločeno izpostaviti, da vrednost in kakovost drevesa nista enakovredna izraza – prispevek je osredotočen predvsem na kakovost. Vrednost drevesa je namreč izpeljana iz kakovosti le-tega ter drugih zunanjih dejavnikov (npr. stroški sečnje in spravila ...).

Merila lesnopredelovalne industrije glede ustreznosti določenega sortimenta za nadaljnjo predelavo na žagi so relativno enostavna. Naj-

¹ Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za prirastoslovje in gojenje gozdov. Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, luka.krajnc@gozdis.si

manjši premeri in najmanjše dolžine sortimentov so pogojeni z omejitvami žagarske tehnologije (odvisno od tipa žage, nadgradenj ...), druga merila pa so pogojena s končno uporabo našaganega elementa. Tako se zahteve glede grčavosti lahko razlikujejo za izdelavo pohištva ali izdelavo lesenih elementov za gradbene namene. V prvem primeru so zahteve pogostejše estetskega značaja, v drugem pa so pogojene z mehanskimi lastnostmi posameznega elementa (na katero poleg osnovnih lastnosti lesa vpliva tudi prisotnost in obseg grč ali drugih notranjih napak).

Za lažje sporazumevanje med "proizvajalci" (gozdarji) in kupci sortimentov (lesnopredelovalno industrijo) so se skozi leta oblikovali različni standardi razvrščanja sortimentov v kakovostne razrede (Marenče in Šega, 2015). Od leta 2015 se je od standardov, predstavljenih v omenjenem članku, spremenil samo *Pravilnik o merjenju in razvrščanju gozdnih lesnih sortimentov iz gozdov v lasti Republike Slovenije* (UL RS, 007-399/2020/26, 2020). Seveda pa je uporaba standardov na področju prodaje sortimentov neobvezna in je odvisna od dogovora med kupcem in prodajalcem. Kljub temu pa so v gozdarstvu standardi za razvrščanje hlodovine vsakdanje uporabna stvar in njihova uporaba zaenkrat ostaja ključen del prodaje večine sortimentov.

Na ravni globalnega trga konkurenčna prednost Slovenije pred drugimi državami na področju gozdarstva nikoli ne bo količina proizvedenega lesa, lahko pa to prednost delno predstavlja večja kakovost proizvedenega lesa. Usmerjanje razvoja gozdov v smer večje kakovosti in s tem večje dodane vrednosti za začetek terja merljivost kakovosti. Brez tega je presoja morebitnih ukrepov v sestoji skoraj nemogoča ali vsaj zelo otežena. V Sloveniji sicer že imamo metodologijo za ocenjevanje kakovosti stojećih dreves (Poljanec in sod., 2010), a temelji na neveljavnih žagarskih standardih in bi jo bilo treba posodobiti za širšo uporabo v gozdarstvu tudi z vidika uvajanja novih tehnologij merjenja. Razvoj nove ocenjevalne lestvice oziroma preveritev smiselnosti obstoječe je tako ključnega pomena za slovensko gozdarsko in lesarsko stroko, če želimo usmerjati razvoj gozdov v smer večje kakovosti debel.

Namen prispevka je opisati obstoječo uporabljano metodologijo v Sloveniji, predstaviti obstoječe metodologije ocenjevanja kakovosti stojećih dreves različnih držav in predlagati novo metodologijo za ocenjevanje kakovosti za potencialno uporabo v gozdarstvu. Ključni cilj opisanega dela je razvoj nove metodologije, s katero bi lahko na objektivni način primerjali kakovost debel med različnimi sestoji in bi omogočala sortiranje prostornine dreves v potencialne gozdnolenske sortimente (t.i. »sortimentacija«). Pri razvoju metodologije sta bila upoštevana tudi tehnološki razvoj zadnjih nekaj desetletij in prihajajoča tehnologija za izmero dreves. Pri osnovanju posodobljene metodologije sem zasledoval naslednja merila:

1. objektivnost, ki omogoča ponovljivost izmere,
2. enostavnost in čim manjša poraba časa za izmero,
3. praktična uporabnost – možnost izpeljave sortimentacije na ravni drevesa,
4. možnost napovedi bodoče kakovosti.

2 OBSTOJEČE LESTVICE OCENJEVANJA KAKOVOSTI PRI NAS IN NA TUJEM

V Sloveniji na podlagi navodil v Pravilniku o načrtih za gospodarjenje z gozdovi in upravljanje z divjadjo (UL RS, 91/10 in 200/20, 2010) v inventuri Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS) na ravni stalnih vzorčnih ploskev za namene načrtovanja ocenjujemo tudi kakovost debel na stojećih drevesih s prsnim premerom več kot 30 cm (Poljanec in sod., 2010). Na nacionalni ravni v okviru monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov ter nove panelne nacionalne gozdne inventure do letos nismo ocenjevali (Kovač in sod., 2014) kakovosti dreves.

Na stalnih vzorčnih ploskvah Zavoda za gozdove Slovenije vsako drevo s prsnim premerom več kot 30 cm razvrstimo v eno izmed petih kategorij s pomočjo slikovnega ključa na sliki 1 (Poljanec in sod., 2010):

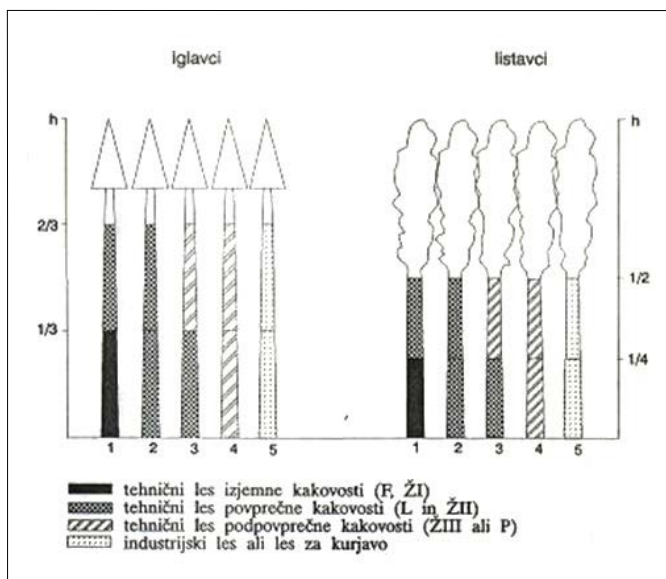
1. odlična: v prvem segmentu drevesa les kakovosti F, L ali ŽI, v drugem segmentu pa vsaj ŽII;
2. prav dobra: v prvem in drugem segmentu drevesa les kakovosti ŽII (oziroma je ob boljši

- kakovosti prvega segmenta lahko slabši drugi segment);
3. dobra: v prvem segmentu drevesa les kakovosti ŽII, v drugem segmentu pa les kakovosti ŽIII ali P;
 4. zadovoljiva: v prvem in drugem segmentu drevesa les kakovosti ŽIII ali P (oziroma je ob boljši kakovosti prvega segmenta lahko slabši drugi segment);
 5. slaba: v prvem segmentu drevesa les kakovosti ŽIII, P ali slabši, v drugem segmentu pa industrijski les ali les za kurjavo.

Obstoječa metodologija, ki je v uporabi v Sloveniji, ima kar nekaj pomanjkljivosti. Na drevesih v bistvu ocenjujemo sortimentno sestavo (na podlagi jugoslovanskih žagarskih standardov, ki so neveljavni že kar nekaj časa), ki pa ne upošteva minimalnih dolžin ali srednjih premerov sortimentov ter razlik med različnimi kategorijami žagovcev. V praksi je tako relativno zanesljivo določati le razlike v prvem hlotu med furnirjem, splošnim žagovcem in drvmi/celulozo (če upoštevamo tudi srednje premere bodočih sortimentov). Podobni so tudi zaključki več drugih slovenskih avtorjev (Poljanec in Kadunc, 2013; Rantaša, 2013; Marenče in Šega, 2015). Obstoječa ocenjevalna lestvica kakovosti debel stoječih drevesih je tako

neprimerljiva z drugimi lestvicami v uporabi in jo je težko prevesti na raven sortimentacije.

S praktičnega vidika je najbolj uporabna možnost ocenjevanja kakovosti stoječih dreves neposreden prenos standardov sortimentacije hlodovine na ocene kakovosti dreves. Uporabnost takšnega pristopa je očitna (neposredna ocena prostornine po posameznih kakovostnih razredih), a so očitne tudi naslednje slabosti oziroma težave. Kateri standard sploh uporabiti kot podlago? Ali je to trenutno veljavni slovenski *Pravilnik o merjenju in razvrščanju gozdnih lesnih sortimentov iz gozdov v lasti Republike Slovenije* (UL RS, 007-399/2020/26, 2020), ki ureja odkup okroglega lesa v državnih gozdovih? So to mogoče nemške smernice RVR (RVR, 2021), ker je Nemčija eden največjih trgov v EU? Ali so to EU-standardi sortimentacije EN 1927-1-3:2008 (CEN, 2008) in EN 1316-1:2:2012 (CEN, 2012), ker sodelujemo na skupnem trgu? Za lažjo predstavbo težavnosti odločitve, kateri standard razvrščanja hlodovine izbrati, je na sliki 2 prikazana velikost produkcije hlodovine za žagan les v letu 2020 po posameznih državah EU in Švice. Na svetovni ravni je odločitev, kateri trg izbrati kot referenco, še težavnejša: samo ZDA so v letu 2020 proizvedle več kot 175 milijonov kubičnih metrov lesa, primerne za žago, Kanada več kot 110 in Rusija več kot 125



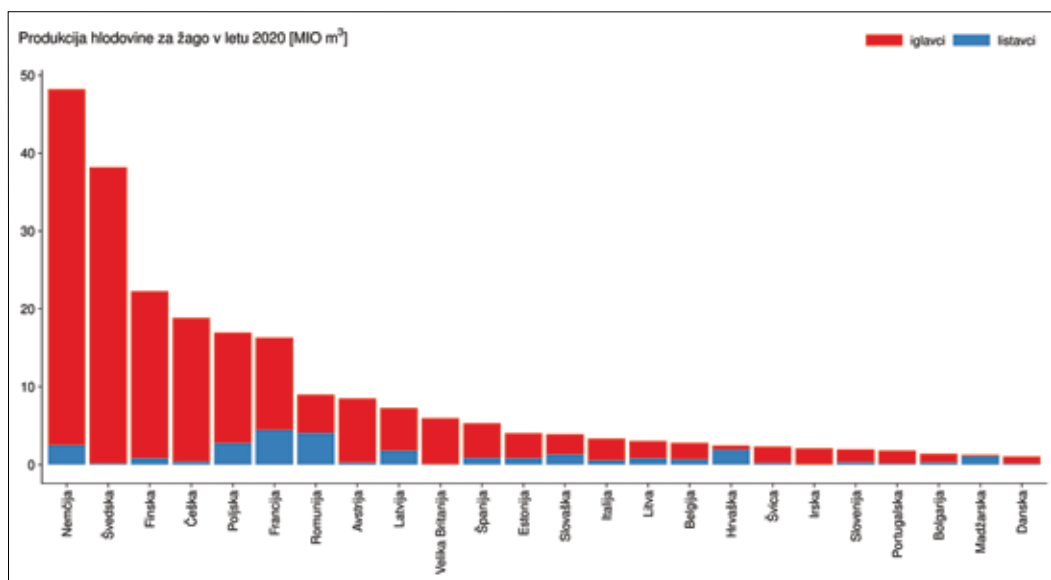
Slika 1: Slikovni ključ za določanje kakovosti dreves (Poljanec in sod., 2010)

milijonov kubičnih metrov (McCusker, 2021).

Standardi so namenjeni predvsem sporazumu kupec-prodajalec in se skozi čas lahko spremenijo, kar pomeni, da se bodo tako spreminjale tudi veljavnosti ocen debela. Poleg tega je po izboru referenčnega standarda nastalo več praktičnih težav; za praktično preizkušnjo sem vzel kar omenjeni Pravilnik (UL RS, 007-399/2020/26, 2020). Glavna praktična pomanjkljivost te metode je izjemna počasnost izvedbe. Pri neposredni sortimentaciji je poleg dimenzij (najmanjši srednji in zgornji premer potencialnih sortimentov, dolžina) treba upoštevati še različne zahteve standardov glede na drevesno vrsto in rastne posebnosti, npr. prisotnost grč, zavrtost, krivost in druge. Neposredna sortimentacija na drevesu je že v osnovi tako zelo zamudna, saj je poleg popisa napak treba sproti preračunavati srednje premere sortimentov z uporabo krivulj za opis oblike debela (podrobneje predstavljene v Krajnc in Kušar (2022)). Poleg tega je tudi najbolj natančna sortimentacija stoječega drevesa samo približek pravi, saj zanemarjamo notranje napake in napake, nastale zaradi sečnje/spravila.

Podobni so tudi zaključki snovalcev ocen kakovosti dreves iz drugih držav, zato, razen redkih izjem, večina držav ne uporablja neposredne

sortimentacije. Znotraj EU sta v uporabi dve skupini metodologij ocenjevanja kakovosti debel na stojećih drevesih (Bosela in sod., 2016). Prva skupina metodologij na stojećih drevesih neposredno ocenjuje približno sortimentno sestavo in iz tega določi porazdelitev kakovosti v sestoji ali širše. Druga skupina metodologij pa je osredotočena predvsem na splošno kakovost debel, neodvisno od drevesne vrste in drugih zahtev pri konkretnih standardih za sortimentacijo. Ta ocena je hitrejša in enostavnejša, naknadno pa podatke o kakovosti debel na stojećih drevesih lahko ob določenih predpostavkah prevedemo v približno sortimentno sestavo na sestojni ravni. Obe skupini ocen sta med seboj do neke mere primerljivi, odvisno od ciljev in metodologije posamezne države. Kakovost debela v veliki večini evropskih držav ocenjujejo znotraj nacionalnih gozdnih inventur, metodologije ocenjevanja kakovosti pa med državami niso usklajene (Bosela in sod., 2016). Nekaj pristopov različnih držav in kratek opis metodologij ocen kakovosti so prikazani v preglednici 1. Skupne točke predstavljenih metodologij različnih držav so: 1) imajo metodologijo za ocenjevanje kakovosti stojećih dreves, 2) uporabljajo jo v praksi in 3) daje uporabne rezultate tako odločevalcem kot končnim uporabnikom.



Slika 2: Produkcija hlodovine za žago v letu 2020, države EU in Švica, produkcija več kot 1 milijon m³ na leto (povzeto po McCusker, 2021).

Preglednica 1: Pregled ocenjevalnih lestvic kakovosti debela nekaj izbranih držav. Države, označene s kratico NGI, uporabljajo opisano metodologijo v nacionalnih gozdnih inventurah. Vir za vsako državo je naveden v oklepaju.

Država	Opis
Češka, NGI (Bosela in sod., 2016)	Štiri kategorije (A, B, C, D), ocenjujejo deblo do višine petih metrov: A: debela brez napak in z ustreznimi najmanjšimi merami za večvredne sortimente, B: debela, ki ne dosegajo najmanjših mer ali z vidnimi napakami na delu debela, ustreznna za predelavo na žagi, C: deblo z napakami na delu ali po celotnem obodu, ki izključujejo predelavo na žagi, D: samo minimalne dimenzijske zahteve, dovoljene vse napake. Dodatno beležijo tudi višino napake, ki izloči del debela v celulozo/drva ter višina, t.j., do katere višine so uporabni sortimenti (prehod hlod/nehlod). Sortimentacija je na sestojni ravni izpeljana naknadno na podlagi lokalno razvitih modelov, ki drevesa posameznih kategorij po delih razvrstijo v furnir/žagovec/celuloza-drva.
Slovaška, NGI (Bosela in sod., 2016)	Tri kategorije (A, B, C): A: zdravo, ravno, brez zavitosti lesnih vlaken, okrogle oblike, brez deformacij oblike debela B: rahlo krivo, z manjšimi napakami, dovoljene veje/grče majhne/srednje velikosti C: velike napake, krivo, zavito, velike veje/grče Iz teh treh ocen in znanega odnosa med Sortimentacijo in ocenami izpeljejo neposredno Sortimentacijo na ravni drevesa ali na ravni sestoja.
Finska, NGI (Bosela in sod., 2016)	Ločeno po višinah in tipu potencialnega sortimenta, vsako drevo razdelijo v poljubno število sekcij, zabeležijo dolžino in vzrok za klasifikacijo kakovosti sekcije: 1. primerno za predelavo na žagi, brez vej ali z izjemno majhnimi vejami, 2. primerno za predelavo na žagi, z živimi vejami, 3. žagovec s suhimi vejami, 4. celuloza, 5. celuloza med dvema žagarskima sortimentoma (samo pri listavcih), 6. les, neprimeren za celulozo, 7. žagovec v večvrhatem drevesu, 8. dodatna višina nujnega prereza pri krojenju (po navadi zaradi dvojne krivosti). Rezultat inventure je prostornina žagovcev, celuloze in odpada.
Romunija, NGI (Bosela in sod., 2016)	Drevesa razvrščajo v štiri kategorije (I-IV) na podlagi potencialnih deležev žagovcev iz volumna celotnega drevesa. V I. kategoriji so zdrava, ravna drevesa, brez poškodb. Drevesa iglavcev spadajo v prvo kategorijo, če je delež žagovca več kot 60 % višine, pri listavcih 50 %. V IV. kategoriji so tista drevesa, kjer je delež žagovcev manj kot 10 % v višini drevesa, preostali kategoriji pa sta razporejeni med I. in IV. kategorijo po deležu žagovcev v višini. Sortimentacija je izpeljana naknadno na podlagi premerov in napak, pri debelih drevesih posameznih vrst ločeno dodatno ocenjujejo še glede na namen: furnir, resonančni les, žagovec.
Litva, NGI (Bosela in sod., 2016)	Vsako drevo, staro več kot 20 let, razvrstijo v dve kategoriji: žagarski sortiment ali drva. Končna Sortimentacija je izvedena glede na velikost manjšega premera hlodov: več kot 25 cm, od 13,6 do 25 cm in manj kot 13,6 cm. Prva skupina so žagovci, druga mešano žagovci in celuloza/drva, zadnja skupina celuloza/drva. Pogoji za razvrstitev drevesa v kategorijo žagarskega sortimenta so: • več kot 20 m višine vključuje vsaj 4 m sortimenta, • manj kot 20 m višine vsaj 20 % primerno za žagovec. • Žive veje dovoljene, odmrle dovoljene do 5 cm pri iglavcih in 7 cm pri listavcih. • Krivost dovoljena do 2 % pri iglavcih in 3 % pri listavcih. Vsa preostala drevesa razvrstijo v drva, vključno z mrtvimi drevesi.

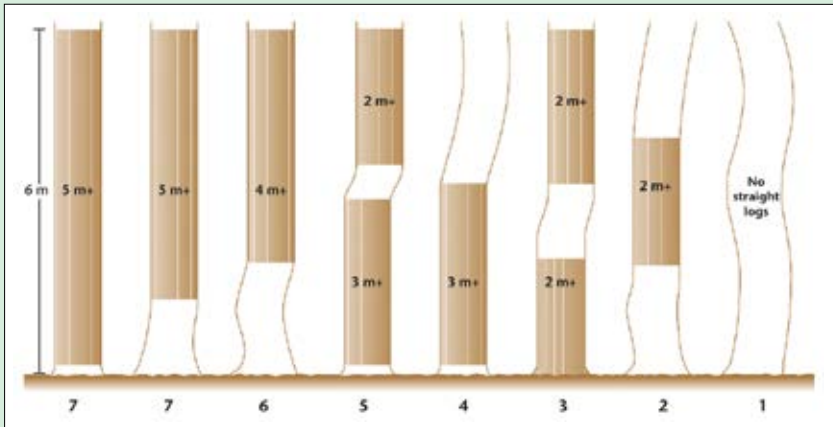
Preglednica 1: Pregled ocenjevalnih lestvic kakovosti debla nekaj izbranih držav. Države, označene s kratico NGI, uporabljajo opisano metodologijo v nacionalnih gozdnih inventurah. Vir za vsako državo je naveden v oklepaju.

Država	Opis
ZDA (USDA Forest Service, 1993)	Dreves ne razvrščajo v razrede pri prodaji na panju, upoštevajo samo neto izkoristljiv volumen (ang. <i>merchantable volume</i>), ki ga izračunajo iz bruto volumna in odbitkov zaradi napak (npr. trohnoba, krivost, zavitost, požarne brazgotine). Namen uporabe jih sploh ne zanima, saj je povsem odvisen od kupca.
Kanada, Britanska Kolumbija (Timber Pricing Branch, 2020)	Kakovost debel ocenjujejo v petmetrskih segmentih, zabeležijo, v katerem zaporednem sortimentu se: • kakovost poslabša (brez grč, majhne/velike grče, izjemno velike grče ali velike grče z veliko razmaka med njimi), • pojavi prva živa veja (epikormni poganjki ne štejejo), • pojavi prva suha veja, ne glede na premer. V prvem in drugem petmetrskem sortimentu ocenjujejo tudi grčavost po četrtnah oboda. Štejejo kakršnekoli grče, ne glede na velikost ali globino: 0: čisto deblo, nobena četrtna nima grč, 1: grče v eni četrtni, 2: grče v dveh četrtnah, 3: grče v treh četrtnah, 4: grče v štirih četrtnah, 5: 1 do 3 grče večje od 10 cm brez skorje ne glede na število čistih četrtn, 6: 4 ali več grč večjih od 10 cm ne glede na število čistih četrtn. Rezultate prikažejo kot prostornino posameznih kakovostnih razredov na ravni posameznega drevesa in jih nato združujejo na večjih prostorskih enotah. Kakovostne razrede neposredno prenesejo na žagarske standarde in se razlikujejo med drevesnimi vrstami tako po zahtevah kot po številu kakovostnih razredov.
Nemčija, Baden-Württemberg (Mahler in sod., 2001)	Kakovost ocenjujejo samo na drevesih s prsnim premerom več kot 30 cm, in sicer na bukvi, hrastu, smreki, jelki, duglaziji, rdečemu boru in macesnu. Ocenjujejo samo prvih 5 m višine pri listavcih ter prvih 10 m pri iglavcih (izjema bor do 7 m). Prepoznajo šest kakovostnih razredov glede na skorjo, grče in druge napake glede na po posamezno drevesno vrsto: • zelo dobra kakovost: nepoškodovana skorja, brez grč in drugih napak, • dobra: posamezne grče, dovoljene nekatere druge posamezne napake, • boljša: 1–3 zdrave grče ali vejnih vencev, dovoljene majhne žive veje, • slabša: 3–5 zdravih grč ali vejnih vencev, dovoljene dodatne posamezne grče, • slaba: več zdravih grč, ena trohneča grča dovoljena v zgornjem delu, • preslaba: vse drugo.

Preglednica 1: Pregled ocenjevalnih lestvic kakovosti debla nekaj izbranih držav. Države, označene s kratiko NGI, uporabljajo opisano metodologijo v nacionalnih gozdnih inventurah. Vir za vsako državo je naveden v oklepaju.

Država	Opis
Nemčija, NGI (Riedel in sod., 2021)	Na vseh listavcih več kot 20 cm prsnega premera izmerijo dolžino potencialno uporabnega dela debla, primerneza za razžagovanje. Pri vseh drevesnih vrstah zabeležijo odlom vrha (pod 3 m in nad 3 m manjkajočega vrha). Vsako drevo glede na potencialno uporaben del debla za razžagovanje razvrstijo v štiri kategorije: • deblo se konča pod 70 % višine drevesa, • deblo neprekinjeno do vrha ali se konča nad 70 % višine, • deblo z vejami med prsno višino in 7 m višine, • brez izraženega debla, krošnja se začne pod 3 m višine. Vsako drevo ovrednotijo glede poškodovanosti: • poškodbe zaradi lupljenja skorje, kar so povzročile živali, mlajše od 12 mesecev, • poškodbe zaradi lupljenja skorje, kar so povzročile živali, starejše od 12 mesecev, • poškodbe zaradi sečnje ali spravila, • poškodbe zaradi smolarjenja, • prisotnost gliv (trosnjaki, ipd.), • prisotnost podlubnikov, • poškodovana, odpadajoča skorja, površine večje od 500 cm² in na dolžini vsaj 10 cm, • druge zunanje poškodbe. Ovrednotijo tudi druge značilnosti drevesa: • odmrlo drevo, odmrlo v zadnjih 12 mesecih, • druge »habitatne« značilnosti: - trohnoba debla presega 500 cm², - poškodovano deblo, ki ima sekundarno trohnobo, - votlina, velikosti podlahti, - puščanje drevesnega soka na dolžini več kot 50 cm pri listavcih, • drevo z votlinami/duplinami, vsaj ena duplina zaradi žoln ali odmrle veje, • odmiranje krošnje zaradi starosti (nem. Wipfeldürre), • deloma odmrlo drevo, odmrlo več kot tretjina obsvetljene krošnje ali vsaj tri velike odmrle veje nad premerom 20 cm in dolžine vsaj 1,3 m, • habitatno drevo, pomembno za ekosistem: vsaka zvezna država ima svoja pravila. Vsako drevo razvrstijo tudi glede vejnatosti v eno od sedmih kategorij: brez vej, • veje do 2,5 m, • veje 2,5 do 5,0 m, • veje 5 do 7,5 m, • veje 7,5 do 10 m, • veje 10 do 15 m, • veje nad 15 m. Način in rezultati obdelave zbranih podatkov (še) niso javno dostopni, zato ne navajam kategorij kakovosti oziroma podatkov o sortimentaciji.

Preglednica 1: Pregled ocenjevalnih lestvic kakovosti debla nekaj izbranih držav. Države, označene s kratico NGI, uporabljajo opisano metodologijo v nacionalnih gozdnih inventurah. Vir za vsako državo je naveden v oklepaju.

Država	Opis
Irska, NGI (Forest Service, Department of Agriculture, Food and the Marine, 2018)	Kakovost debla primarno ocenjujejo na podlagi dolžine ravnosti debla za potencialne sortimente v prvih šestih metrih višine (Slika 3): - ni ravnih sortimentov, prevelika krivost, - en sortiment 2 m dolžine, - dva sortimenta vsaj 2 m dolžine, - en sortiment od 2 do 3 m dolžine, - dva sortimenta: en 3 m in en 2 m dolžine, - en sortiment od 4 do 5 m dolžine, - vsaj en sortiment najmanj dolžine 5 m. Glede na delež dreves v posameznem razredu sestoj razvrstijo od kategorije A do E (Macdonald in sod., 2001): A: vsaj 40 % dreves ima oceno 6 ali 7, B: vsaj 50 % dreves z oceno 4–7 in hkrati dreves z oceno 7 pod 40 %, C: vsaj 35 % dreves z oceno 3–7 in hkrati pod 50 % dreves z oceno 4–7, D: pod 35 % dreves z oceno 3–7 in hkrati pod 50 % dreves z oceno 1, E: pod 35 % dreves z oceno 3–7 in hkrati nad 50 % dreves z oceno 1. Dodatno beležijo, ali so bila drevesa obvejena. Izmerijo tudi zgornji premer na drevesih brez velike vejatosti s prsnim premerom več kot 20 cm na tretjini višine drevesa.  Slika 3: Ocenjevalna lestvica ravnosti debel v uporabi v VB in na Irskem (Methley, 1998)
Velika Britanija, NGI (Forestry Commission, 2016)	Enaka metodologija ocene ravnosti debla kot na Irskem, ki je bila izvirno razvita v Veliki Britaniji: ocenjujejo samo iglasta drevesa z več kot 14 cm prsnega premera.
Švica, NGI (Düggelin in sod., 2020)	Na listavcih in borih ocenjujejo dolžino debla do zgornjega premera 20 cm, ki je uporaben za žagan les. Omejujoče napake so poleg premera tudi večvrhatost, veje večjega premera (listavci: žive do 7 cm premera in odmrle do 5 cm; bori (žive in suhe do 7 cm), velike bule, znaki trohnobe nad velikostjo dlani, večje luknje od žoln, velika krivost, druge velike poškodbe ali razpoke debla. Za vsako napako se lahko odbije splošen odbitek v dolžini enega metra ali pa se izmeri točna dolžina, ki se odšteje od dolžine debla. Dolžine debel nad napakami zabeležijo, kot zabeležijo tudi povprečno višino dolžin debel nad razcepitvijo v več vrhov. Na drevesih drugih vrst dolžine debla ne ocenjujejo, še posebno pri smrekah/jelki, saj je mogoče razžagati celotno deblo do zelenega zgornjega premera. Način in rezultati obdelave zbranih podatkov trenutno niso javno dostopni, v javno dostopnih podatkih je navedena le prostornina hlodovine, primerne za lesno proizvodnjo.

Glede minimiziranja vloženega truda bi bilo najlažje privzeti kar katero od opisanih metodologij drugih držav, kjer je gospodarjenje z gozdovi bolj usmerjeno v smer kakovosti kot količine lesa. Vsaka izmed držav ima svoje specifične prednosti in slabosti, tako kot se med seboj razlikujejo sistemi gospodarjenja z gozdovi. Zato je še najbolj smiselno združiti najboljše ideje iz posameznih metodologij na podlagi ciljev in omejitev.

3 PREDLOG NOVE METODOLOGIJE OCENJEVANJA KAKOVOSTI STOJEČIH DREVES

3.1 Omejitve obstoječe tehnologije, prihodnji razvoj tehnologije in uporabljene predpostavke

Na podlagi pregledane literature in drugih zbranih informacij so bile privzete predpostavke glede dostopnosti obstoječe tehnologije in uveljavitve nove tehnologije v prihodnosti.

1. Meritve višin so dostopne vsakemu gozdarju z uporabo namenskih naprav ali za to namenjenih aplikacij na pametnih telefonih.
2. Krivulje za opis oblike debla predstavljajo natančen način izračuna prostornine dreves. Za slovenske drevesne vrste bi lahko prevzeli nemške krivulje z ustrežno preverbo ali pa bi v prihodnosti lahko razvili lastne krivulje. Za več informacij usmerjam bralce na članek Krajnc in Kušar (2022), kjer so krivulje predstavljene podrobneje.
3. Največji in povprečni premer vej pri iglavcih sta v znanem razmerju s prsnim premerom drevesa ter višino veje od tal oziroma lokacijo v krošnji (Loubere in sod., 2004; Makinen, 2003; Moberg, 2000; Widłowski in sod., 2003). Seveda bi bilo treba podobno študijo opraviti v doglednem času ali preveriti že razvite modele tudi na slovenskih iglavcih.
4. Pri prodaji gozdnih lesnih sortimentov se bo v prihodnosti uveljavilo rentgensko skeniranje sortimentov, s čimer bo razvrščanje hlodovine v kakovostne razrede postalo bolj objektivno. Omenjena tehnologija je že dostopna na trgu in jo vgrajujejo v produkcijske linije žag, saj

omogoča neposredni prikaz obsega in velikosti grč znotraj debla (primer takšnega vpogleda v notranjost sortimenta je na Sliki 4).

5. Uporaba tehnologije terestičnega LIDAR-ja bo dolgoročno postala prisotna tudi v gozdarski stroki in predlagana metodologija mora biti primerna tudi za prehod na avtomatizirano



Slika 4: Primer CT-slike sortimenta stroja CT Log proizvajalca Microtec; naprava lahko poskenira do 180 tekočih metrov hlodovine na minuto (vir slike <https://microtec.eu>).

merjenje kakovosti stoječih dreves.

3.2 Opis predlagane metodologije

Opis metodologije je razdeljen na dva dela, deljeno glede na obravnavano raven. Po splošnem opisu pristopa je v nadaljevanju podrobneje opisano ocenjevanje kakovosti na ravni posameznega drevesa in nato na ravni večjih prostorskih enot (npr. sestoja, parcele, odseka ...). V bistvu je predlog kombinacija in nadgradnja opisanih obstoječih pristopov ob upoštevanju posebnosti in značilnosti slovenskega gozdarstva ter trga gozdnih lesnih sortimentov. Predlagana metodologija ima svoje korenine v finski, kanadski, švicarski in nemški metodologiji. Predlog je v osnovi izredno preprost: na ravni drevesa kakovost ovrednotimo kot delež debla brez napak (in/ali ločeno po tipu napak) v skupni prostornini drevesa, na ravni sestoja pa relativno kot povprečje deležev vzorčnih dreves ali absolutno kot seštevek absolutnih čistih dolžin debla. V navidezni preprostosti merjenja in seštevanja »samo višin« se skriva več zanimivosti tega pristopa. Tako ga je zlahka mogoče prenesti na raven sestoja ali večjih prostorskih enot, izpeljati

sortimentacijo drevesa in celo presojati potencialno kakovost drevesa.

3.3 Raven posameznega drevesa

Pred začetkom ocenjevanja kakovosti je zaradi poenostavitve dela smiselno, da vsako drevo razvrstimo v naslednje kategorije uporabnosti z vidika lesnoproizvodne funkcije gozdov:

1. živo zdravo/vitalno;
2. živo prizadeto:
 - odmrlo/suh ali odlomljen vrh,
 - upognjeno od snega,
 - prevrnjeno,
 - poškodovana krošnja – manjka del krošnje,
 - glive (vidni trosnjaki, trosišča, trohnobe),
 - večje poškodbe debla (skale, rak, nekroze skorje),
 - nagnjeno več kot 10 stopinj;
3. živo neuporabno:
 - prelomljeno/raztreščeno,
 - votlo,
 - začetek krošnje pod 3 m višine;
4. odmrlo uporabno:
 - stoječe ali ležeče,
 - več kot 50 % prostornine debla uporabne za predelavo,
 - uporabno za nadaljnjo predelavo;
5. odmrlo neuporabno:
 - stoječe ali ležeče,
 - manj kot 50 % prostornine debla uporabne za predelavo.

Kakovost ocenjujemo samo na drevesih kategorije 1,2 in 4, na preostalih kakovosti ne ocenjujemo, izmerimo pa prsni premer in višino za oceno prostornine dreves. Spodnja meja prsnega premera ocenjevanih dreves je poljubna in odvisna od namena uporabe zbranih podatkov o kakovosti. Prav tako naj bo glede na namen uporabe podatkov smiselni tudi nabor drevesnih vrst, na katerih ocenjujemo kakovost.

Za oceno kakovosti posameznega drevesa poleg drevesne vrste potrebujemo naslednje podatke:

- prsni premer,
- višino drevesa (izmerjeno, lahko tudi preračunano iz višinskih krivulj),
- višine naslednjih značilnosti (pri vseh merimo/ocenimo višino, kjer je veja pritrjena na deblo):

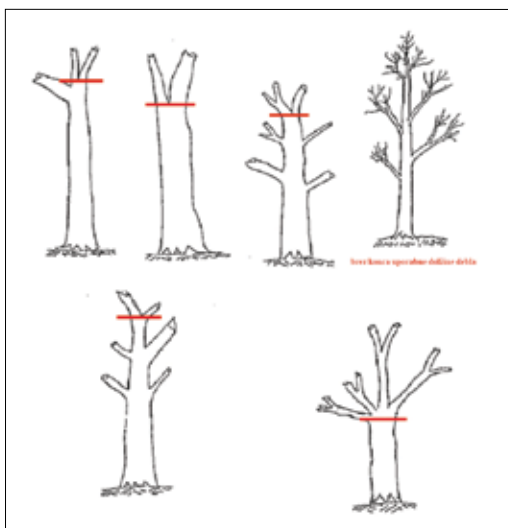
- prva živa veja, s katero se začne sklenjena krošnja (začetek krošnje),
- prva živa veja zunaj sklenjene krošnje, ne glede na premer,
- prva suha veja ali štrcelj suhe veje, ne glede na premer,
- konec uporabne dolžine debla,
- sekcijsko oceno najslabše napake,
- začetek/konec pojavljanja odbitnih dolžin in kategorijo odbitka.

Pri živih in suhih vejah naj velja pravilo, da jo zabeležimo samo, če je dovolj velika, da bi jo sekač pri kleščenju drevesa odžagal. Dodatno lahko zabeležimo tudi dodatne višine napak na ravni posameznega drevesa, ki bodo lahko (ali pa že) določale mejo med potencialnimi sortimenti. Takšen primer je npr. pojav vsaj treh velikih vej (več kot 10 cm premera) znotraj 20 cm dolžine. Sekcijske ocene najslabše kakovosti in pojavljanje odbitnih dolžin imajo uporabno vrednost pri sortimentaciji drevesa, zato jih lahko tudi ne ocenjujemo – odvisno od ciljev ocenjevanja kakovosti. V nadaljevanju so od naštetih podrobneje opisani: konec uporabne dolžine, sekcijska ocena najslabše napake ter odbitne dolžine.

3.3.1 Konec uporabne dolžine

Zabeležimo višino na deblu, ki odraža konec dolžine, ki jo lahko izkoristimo za različne gozdne lesne sortimente v obliki hlodovine (Slika 5). Upoštevamo le napake in ne dimenzije potencialnih sortimentov. Če konca uporabne dolžine na terenu ne zabeležimo (»brez konca uporabne dolžine«), je konec uporabne dolžine enak višini drevesa ali višini ciljnega zgornjega premera (npr. višina, kjer je premer manjši od 7 cm – ne beležimo na terenu, izračunamo pri analizi zbranih podatkov iz krivulj za opis debla). Različni tipi koncev uporabnih dolžin so:

- odlomljen vrh,
- konec monopodialnega/enoosnega debla,
- večvrhatost, mesto kjer se deblo razraste v dve ali več debel,
- druge velike nepravilnosti, ki določijo konec



Slika 5: Škica različnih koncev uporabne dolžine; zgoraj desno primer drevesa brez konca uporabne dolžine. Škica je prilagojena različica skice iz trenutne nemške nacionalne gozdne inventure (Riedel in sod., 2021).

uporabnega hloda,

- brez konca uporabne dolžine.

3.3.2 Sekcijska ocena najslabše napake

Posamezno deblo razdelimo na dve sekciji. Prva je od dnišča drevesa do prve (t.j. najnižje) že zabeležene višine napake debla (npr. prva živa veja, prva suha/trohneča veja, dnišče krošnje ali konec uporabne dolžine). Omenjeni del debla je praviloma najbolj kakovosten del debla (potencialna vrhunska kakovost, furnir). Zato v tej sekciji zabeležimo najslabši tip napake furnirskih sortimentov, ki se pojavi. Pri tem obvezno upoštevamo spodnji vrstni red napak, ločeno za iglavce in listavce, zabeležimo le en tip napake.

Vrstni red napak prve sekcije od najslabše navzdol:

- iglavci:
 1. vsaj ena nezarasla stara poškodba (svežih poškodb ne upoštevamo),
 2. vsaj ena suha grča, nastala zaradi odpada suhe veje,
 3. brez napak;
- listavci:
 1. vsaj ena nezarasla stara poškodba (svežih poškodb ne upoštevamo),

2. okrogle slepice,
3. ovalnate slepice,
4. brez napak.

Druga sekcija predstavlja dolžino med prvo zabeleženo napako (t.j. najnižjo izmed višin prve žive veje, prve suhe veje ali dnišča krošnje) in koncem uporabne dolžine. Za sekcijo določimo tip napake, ki najbolj zmanjša kakovost v omenjeni sekciji. Če posamezno drevo nima konca uporabne dolžine, ocenjujemo del med najnižjo napako in vrhom drevesa. Pri tem obvezno upoštevamo spodnji vrstni red napak, ločeno za iglavce in listavce, zabeležimo le en tip napake na sekcijo, tisti, ki najbolj zmanjša kakovost v omenjeni sekciji.

Vrstni red napak druge sekcije od najslabše navzdol:

- iglavci:
 1. več suhih vej ali grč, nastalih zaradi odpada suhih vej,
 2. ena suha veja ali grča, nastala zaradi odpada suhe veje,
 3. zdrave veje,
 4. brez veji;
- listavci:
 1. več suhih vej ali trohnečih grč, ki so narazen manj kot en meter,
 2. več suhih vej ali trohnečih grč, ki so narazen več kot en meter,
 3. ena suha veja ali trohneča grča,
 4. velike žive veje (več kot 10 cm premera),
 5. srednje velike žive veje (od 2 do 10 cm premera),
 6. majhne žive veje (manj kot 2 cm premera),
 7. brez vej.

Zaradi povečanja natančnosti sortimentacije lahko drugo sekcijo debla razdelimo v več podsekcij, npr. na polovične ali tretjinske sekcije. V takem primeru zabeležimo najslabši tip napake za vsako podsekcijo.

3.3.3 Odbitne dolžine

Odbitne dolžine so posledica napak, ki niso točkovnega značaja in se pojavljajo na večji dolžini (več kot 20 cm dolžine) vzdolž debla. To so npr. zavrtost, mrazne razpoke, poškodbe debla ipd. Med odbitnimi dolžinami je zavrtost poseben primer,

saj poleg dolžine pojavljanja zabeležimo tudi stopnjo zavitosti. Zavitost lesnih vlaken je namreč ena izmed napak, ki izjemno vplivajo na možnost predelave takšnega sortimenta na žagi. Po potrebi bi lahko jakost/stopnjo beležili tudi pri krivosti ali kateri drugi napaki. Odbitne dolžine ocenjujemo od dno drevesa (višina 0 m) do konca uporabne dolžine debla. Če višine konca uporabne dolžine debla ne zabeležimo, odbitne dolžine ocenimo do dno krošnje. Odbitne dolžine beležimo v vrstnem redu, kot si sledijo od dno drevesa navzgor do konca uporabne dolžine debla. Med praktičnim preizkušanjem hitrosti in izvedljivosti metodologije se je pokazalo, da je smiselno omejiti število zabeleženih odbitnih dolžin (npr. prve tri od spodaj navzgor) zaradi optimizacije dela.

Vrste odbitnih dolžin:

- krivost debla: zabeležimo vsako krivost debla med dno drevesa in koncem uporabne dolžine, ki je opazna s prostim očesom (vključuje tudi sabljasto krivost v prvih metrih sortimenta, če presega prsno višino),
- zraslost dveh debel na daljši dolžini (več kot 20 cm),
- zlom/prelom debla na daljši dolžini (več kot 20 cm),
- zavitost (zabeležimo tudi stopnjo zavitosti v odstotkih, centimeter na meter dolžine):
 - do 7 % (do 7 cm horizontalnega odklona na en meter dolžine),
 - več kot 7 % (več kot 7 cm horizontalnega odklona na en meter dolžine),
- vzdolžne razpoke debla (npr. mrazne razpoke),
- poškodbe debla (dolžine > 20 cm, površine $\geq 5 \text{ dm}^2$) zaradi sečnje, spravila, nekroze skorje, stare ali zarasle,
- poškodbe debla (dolžine > 20 cm, površine > 5 dm^2) zaradi sečnje, spravila, nekroze skorje, sveže ali nezarasle,
- trohnoba korenčnika ali (deloma) votlo,
- drugo (evidentiramo vzrok).

3.3.4 Interpretacija zbranih podatkov o kakovosti izmerjenih dreves

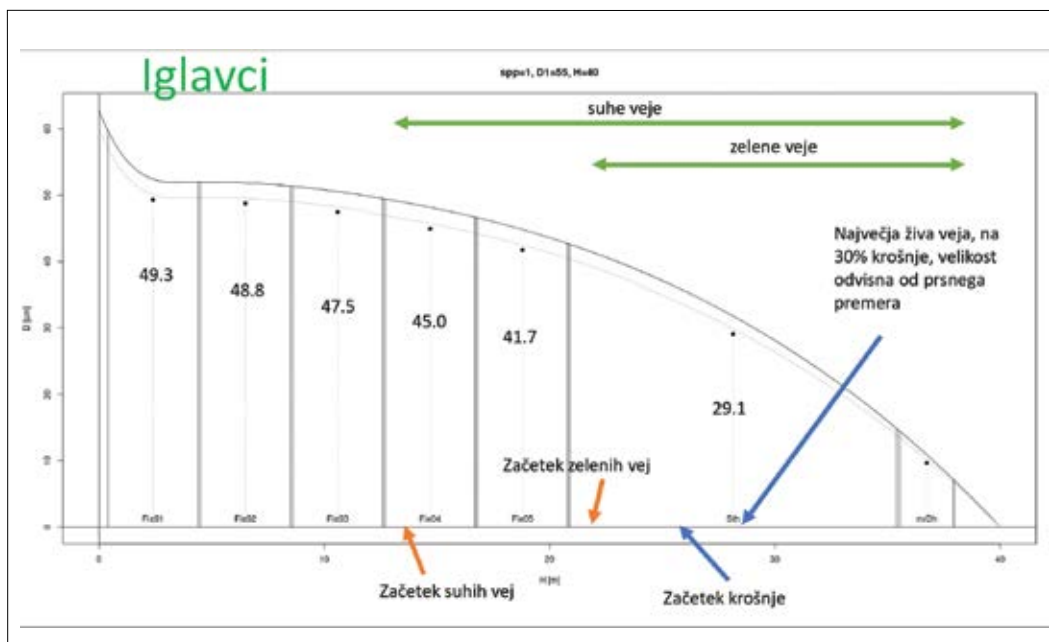
V gozdu posamezne parametre samo posnamemo in posameznih sortimentov vzdolž debla ne določamo na terenu, analizo izvedemo nakna-

dno. Z zbranimi podatki lahko izpeljemo več različno podrobnih analiz. Za interpretacijo potrebujemo krivulje za opis oblike debla, ki so podrobneje opisane in predstavljene v Krajnc in Kušar (2022). Uporaba krivulj omogoča izračun premerov na poljubnih višinah na deblu, kar je pogoj za nadaljevanje sortimentacije. Metodologija ocenjevanja kakovosti debel ni prilagojena za posamezni standard sortimentacije, lahko namreč uporabimo različne standarde.

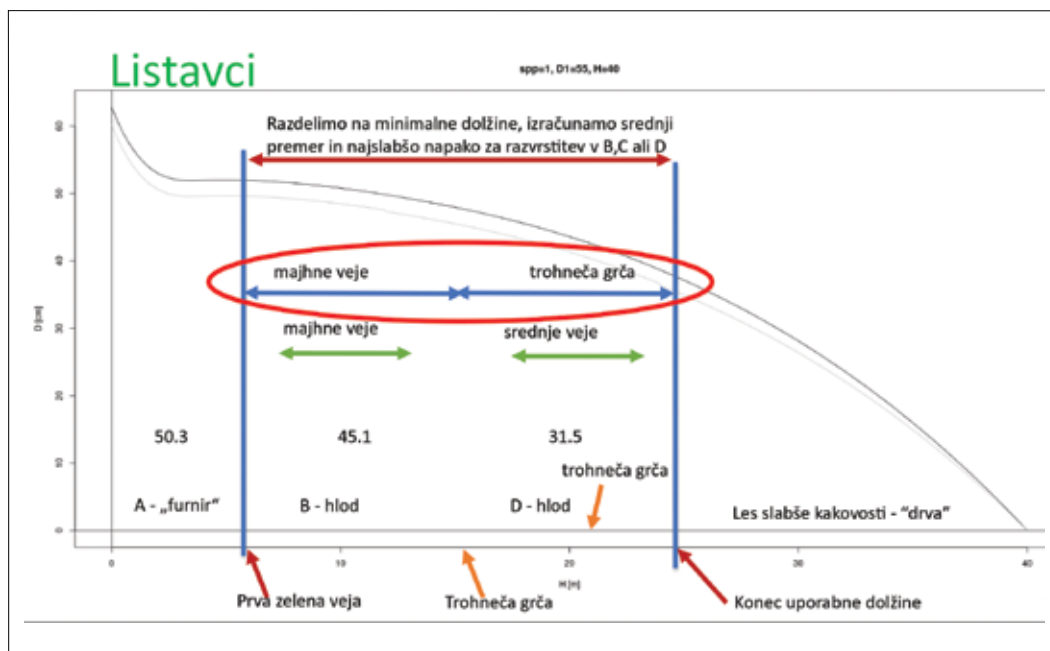
Najpreprostejša in groba sortimentacija volumna je po vzoru iz ZDA enostavna sortimentacija v a) hlodovino in b) les slabše kakovosti (celuloza, drva ...) na podlagi zelenih dolžin, najmanjših srednjih premerov sortimentov, najmanjšega zgornjega premera ter konca uporabne dolžine. Nadgradnja le-te je vključitev zabeleženih napak v obliki potencialnih krojilnih napak in odbitnih dolžin glede na izbrani standard za sortimentacijo, kjer imajo po navadi veliko vlogo grče. Koničnost potencialnih sortimentov je izpeljana iz krivulj za obliko debla.

Za vsako drevo, ki ga ocenjujemo, izračunamo celotno prostornino drevesa in izpeljemo deleže prostornine po zelenih kakovostnih razredih s pomočjo krivulj za opis debla, ki jih uporabimo za izračun dolžine, srednjega premera in prostornine za vsako ocenjevano sekcijo. Nato vsako sekcijo na podlagi dimenzij in napak razvrstimo v enega izmed zelenih kakovostnih razredov. Primer takšne razdelitve je npr. razdelitev na deleže visokokakovostne hlodovine (»A«, furnir), druga hlodovina (»B, C, D«) in drva/celuloza.

Pri večini iglavcev, ki rastejo pri nas (smreka, jelka, rdeči bor), je velikost grče/veje pogojena predvsem s prsnim premerom in višino grče glede na krošnjo drevesa, kot so ugotovili in potrdili že z mnogimi raziskavami (Hein in sod., 2007; Loubere in sod., 2004; Makinen, 2003; Moberg, 2000; Widlowski in sod., 2003). Največji premer vej je npr. pri smreki mogoče najti na dobri četrtini višine žive krošnje (Colin in Houllier, 1992). Ker so odnosi že znani in ovrednoteni v obliki modelov (Colin in Houllier, 1992; Widlowski in sod., 2003), jih lahko po preverbi na slovenskih iglavcih uporabimo za izračun največjega premera grče na poljubno določeni višini znotraj drevesa in s tem na ravni sortimenta. Zato v kombinaciji s prihajajočo tehnologijo rentgenskega skeniranja



Slika 6: Primer sortimentacije drevesa smreke, fiksna dolžina sortimenta 4 m, 10 cm nadmere in en centimeter za rez motorne žage, na navpični osi premer, na vodoravni pa višina drevesa. S črno črto označen premer s skorjo, s sivo brez skorje, srednji premer posameznega sortimenta prikazan na sredini vsakega sortimenta.



Slika 7: Primer sortimentacije drevesa bukve na podlagi srednjih premerov sortimentov, lokacij napak in posnetih najslabših napak za posamezno sekcijo. Druga sekcija je razdeljena na dve podsekciji (označeni z rdečo barvo) z različnimi najslabšimi napakami. Z zeleno barvo je označeno dejansko pojavljanje posameznih napak na drevesu.

sortimentov neposredno ne ocenjujemo velikosti vej/grč pri iglavcih. Primer določitve sortimentov na drevesu smreke je prikazan na sliki 6.

Pri listavcih je nekoliko drugače. Posamezne napake veliko bolj vplivajo na krojenje drevesa v sortimente kot pri iglavcih, zato pri njih beležimo več podatkov v navezavi s potencialnimi grčami. Različni standardi za sortimentacijo uporabljajo različne mejne velikosti grč za posamezne kakovostne razrede, zato pri napakah druge sekcije veje pri listavcih delimo na velike (znatno razvrednotijo sortiment, narekujejo krojenje), srednje in majhne. Preveč zamudno bi bilo namreč ocenjevati premer vsake posamezne veje. Orientacijske velikosti premerov za vsako kategorijo so: velike veje več kot 10 cm premera, srednje več kot 2 cm in majhne od 0 do 2 cm. Primer določitve sortimentov na drevesu bukve je prikazan na sliki 7.

Pri izpeljavi neposredne sortimentacije zane-marimo več potencialnih napak, ki negativno vplivajo na določeni kakovostni razred sortimenta. Tako zanemarimo dve skupini napak: 1) vse notranje napake, katerih prisotnost je bolj ali manj nevidna do poseka; 2) napake, nastale zaradi poseka in spravila (razpoke ipd.). Na ravni sortimentacije posameznega drevesa bo tako neizogibno nastalo napačno razvrščanje sortimenta v kakovostni razred. Obseg obeh skupin napak sicer lahko relativno dobro ocenimo na ravni sestoja na podlagi prejšnjih podatkov (Kadunc, 2006, 2013), iz katerih lahko izpeljemo določene popravke/odbitke od idealne sortimentacije. Sicer pa so napake »realizirane« ob poseku, kar pomeni, da so popravki potrebni le pri neposrednem preračunu vrednosti lesa na panju, kjer je treba upoštevati tudi stroške sečnje in spravila v danih sestojnih razmerah. Pomemben del nadaljnjega razvoja metodologije je tako tudi izmera odstopanja med sortimentacijo stoječega drevja in dejansko sortimentacijo hlodovine po poseku.

3.4 Izpeljava potencialne/prihodnje kakovosti dreves

Na podlagi razmerja med dolžino krošnje in višino drevesa je na podlagi popisanih podatkov mogoče oceniti tudi potencialno kakovost dreves. Do določene točke razvoja gozda lahko na izmer-

jeno kakovost sestoja vplivamo z obvejevanjem. Iz le-tega lahko izpeljemo potencialne spremembe kakovosti na ravni večje prostorske enote ob upoštevanju značilnosti obvejevanja. Znano je namreč, da pri obvejevanju lahko obvejimo le veje manjšega do srednjega premera in da lahko posežemo v največ 25–30 % krošnje na ravni posameznega drevesa (Obrezovanje dreves: Evropski standard za obrezovanje dreves, 2021). Na podlagi tega in zbranih podatkov o odbitnih dolžinah lahko izračunamo, kako lahko srednjeročno vplivamo na izmerjeno kakovost debla. Pri tem je treba upoštevati, po kolikem času se zarase obvejena grča. Pri bukvi na primer traja od 15 do 20 let, da se zaraste obvejena veja s premerom sedmih centimetrov (Hein, 2008).

3.5 Raven večje prostorske enote in optimizacija dela

Za ocenjevanje skupin dreves znotraj večjih prostorskih enot je zaradi optimizacije porabe časa treba delo organizirati v obliki delne premerbe ali vzorčne inventure (Hočevár, 1995), kjer opišemo kakovost na ravni vzorčnih ploskev. Pri uporabi kotno-števne metode za omenjeno vzorčenje (kjer je verjetnost izbire posameznega drevesa odvisna od njegove temeljnice) se pokaže še ena precej uporabna zanimivost predstavljene metodologije. Če seštejemo izbrane dolžine vseh sortimentov na ploskvi (npr. dolžine čistih debel) in jih pomnožimo s kotno-števničnim faktorjem, ugotovimo neposreden volumen izbranih delov debel na hektar. To razširitev kotno-števničnega vzorčenja v vertikalno smer je prvi objavil Kitamura v letu 1964 na Japonskem (Bitterlich, 1976) z namenom nepristranske ocene volumna brez uporabe tarif ali volumenskih funkcij. Za oceno prostornine lesa na ploskvi s to metodo seštejemo kritične višine vseh debel (t.j. višina, kjer vizirni kot točno prekrije deblo v horizontalni smeri) in jih pomnožimo s kotno-števničnim faktorjem, rezultat česar je vrednost prostornine v kubičnih metrih na hektar. Ocena prostornine lesa na tak način je v praksi težko izvedljiva zaradi slabe vidljivosti debla v krošnji, zato metoda ni doživela širše uporabe. Kljub temu pa ima veliko uporabno vrednost pri ocenjevanju kakovosti debla, če namesto kritične

višine uporabimo sekcijske dolžine debel (Iles, 2003). Z uporabo tega »hitrega pristopa« lahko na primer zelo hitro in preprosto ugotovimo delež hlodovine večje kakovosti v celotnem sestoju, saj le delimo prostornino debel brez vej s celotno prostornino dreves na posamezni ploskvi.

4 ZAKLJUČKI

V prispevku predstavljeni predlog metodologije za ocenjevanje kakovosti stoječih dreves ni nespremenljiv, pri morebitnih spremembah je treba le zagotoviti neprekinjenost z morebitnimi prejšnjimi meritvami. Od obstoječih metodologij prevzema le najbolj uporabne (in s tem preverjene) lastnosti/pristope, verjetno pa se bo med uporabo pokazala še kakšna pomanjkljivost/dopolnitev. Metoda je bila preizkušena na več drevesnih vrstah in je v praksi hitro izvedljiva. Konec koncev poleg premera in višine drevesa terja le meritve dodanih višin, kar časovno ni preveč potratno. Tako je ocena tudi objektivna in ponovljiva, saj ne zahteva subjektivnih ocen ali neposrednih preračunov na terenu. Na terenu sicer še vedno lahko nastanejo nejasnosti. V takšnih primerih je smiselna uporaba previdnostnega načela in ocene vedno zaokrožujemo navzdol. Če nastane dvom glede posameznega drevesa, ga vedno ocenimo bolj »pesimistično« in ga v najslabšem primeru uvrstimo v kategorijo »živo, neuporabno«. Zaradi nejasnosti pri posameznih drevesih na ravni skupin dreves naj ne bi bilo večjih odstopanj v oceni kakovosti na ravni sestojev.

V naslednjih korakih je potrebno izvesti primerjavo predlaganega ocenjevanja kakovosti in trenutno uporabljenih ocen na stalnih vzorčnih ploskvah Zavoda za gozdove Slovenije. Ker tam neprekinjeno zbirajo podatke o kakovosti že več desetletij, bi bila nujna vzporedna primerjava in vzpostaviti bi bilo treba prevedbo med obema lestvicama ter tako zagotoviti neprekinjenost meritev kakovosti ob morebitnih spremembah načina ocenjevanja. Predlagana metodologija izpolnjuje vse štiri cilje raziskave; je objektivna, enostavna zaradi merjenja višin in tako tudi hitra za izmero. Prav tako je mogoče izpeljati sortimentacijo ali približek prihodnje/potenci-

alne kakovosti, metoda pa je primerna tudi za morebitni prehod na avtomatizirano merjenje s pomočjo terestričnega LIDAR-ja.

V gozdovih žanjemo uspehe prejšnjega gospodarjenja. Za kakovost zdaj posekanega drevesa sta odgovorni vsaj dve različni generaciji gozdarjev, ki sta skozi desetletja uspešno usmerjali razvoj gozdov brez kakršnegakoli kvantitativnega ovrednotenja kakovosti debel. Uporaba predlagane lestvice kakovosti ne bo spremenila pristopa ali načina dela dolgoletne javne gozdarske službe, lahko pa je eden izmed pripomočkov pri odločanju, kam ter koliko časa ali sredstev vložiti v gozdnogojitvene ukrepe v izbranem sestoju.

5 ZAHVALA

Prispevek je bil pripravljen v okviru ciljnega raziskovalnega projekta Izboljšanje konkurenčnosti slovenske gozdno-lesne verige v kontekstu podnebnih sprememb in prehoda v nizkoogljično družbo (V4-2017). Dodatno ga je omogočila Programska skupina Gozdno-lesna veriga in podnebne spremembe: prehod v krožno biogospodarstvo (P4-0430, ARRS). Za koristne pripombe k osnutku metodologije se zahvaljujem Domnu Arničju in mag. Janezu Zafranu, oba Gozdarski inštitut Slovenije.

6 VIRI

- Bitterlich, W. (1976). Volume sampling using indirectly estimated critical heights. *The Commonwealth Forestry Review*, 55, 4: 319–330.
- Bosela, M., Redmond, J., Kučera, M., Marin, G., Adolt, R., Gschwantner, T., ... Lanz, A. (2016). Stem quality assessment in European National Forest Inventories: an opportunity for harmonised reporting? *Annals of Forest Science*, 73, 3: 635–648. <https://doi.org/10.1007/s13595-015-0503-8>
- Colin, F. in Houllier, F. (1992). Branchiness of Norway spruce in northeastern France: predicting the main crown characteristics from usual tree measurements. *Annales Des Sciences Forestières*, 49, 5: 511–538. <https://doi.org/10.1051/forest:19920506>
- Düggelin, C., Abegg, M., Bischof, S., Brändli, U.-B., Cioldi, F., Fischer, C. in Meile, R. (2020). *Schweizerisches Landesforstinventar. Anleitung für die Felddaufnahmen der fünften Erhebung 2018–2026*. Birmensdorf: Eidg.

- Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. Pridobljeno s https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl%3A16234/datastream/PDF/D%C3%BCggin-2017-Schweizerisches_Landesforstinventar_Feldaufnahme-Anleitung_2017-%28published_version%29.pdf
- EN 1927-1:2008 – Qualitative classification of softwood round timber - Part 1: Spruces and firs. CEN. 2008. 9 str.
- EN 1927-2:2008 – Qualitative classification of softwood round timber - Part 2: Pines. CEN. 2008. 9 str.
- EN 1927-3:2008 – Qualitative classification of softwood round timber - Part 3: Larches and Douglas fir. CEN. 2008. 9 str.
- EN 1316-1:2012 – Hardwood round timber - Qualitative classification - Part 1: Oak and beech. CEN. 2012. 9 str.
- EN 1316-2:2012 – Hardwood round timber - Qualitative classification - Part 2: Poplar. CEN. 2012. 9 str.
- Forest Service, Department of Agriculture, Food and the Marine. (2018). *Ireland's National Forest Inventory 2017: field procedures and methodology*.
- Forestry Commission. (2016). 13.0 Tree Assessment Procedures. V: *NFI Survey Manual*. United Kingdom: Forestry Commission. Pridobljeno s <https://www.forestryresearch.gov.uk/tools-and-resources/national-forest-inventory/nfi-survey-manual-for-second-cycle-field-samples/>
- Hein, S. (2008). Knot attributes and occlusion of naturally pruned branches of *Fagus sylvatica*. *Forest Ecology and Management*, 256,12: 2046–2057. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.07.033>
- Hein, S., Mäkinen, H., Yue, C. in Kohnle, U. (2007). Modelling branch characteristics of Norway spruce from wide spacings in Germany. *Forest Ecology and Management*, 242(2–3), 155–164. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.01.014>
- Hočvar, M. (1995). *Dendrometrija - gozdna inventura*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.
- Iles, K. (2003). A Sampler of Inventory Topics: A Practical Discussion for Resource Samplers, Concentrating on Forest Inventory Techniques. British Columbia, Canada: Kim Iles & Associates Ltd. 869 str.
- Kadunc, A. (2006). Kakovost in vrednost okroglega lesa bukve (*Fagus sylvatica* L.) s posebnim ozirom na pojav rdečega srca. *Gozdarski vestnik*, 64, 9: 355–376.
- Kadunc, A. (2013). The Incidence of Rot in Norway Spruce and its Influence on the Value of Trees in Slovenia. *Croatian journal of forest engineering*, 34, 1: 137–149.
- Kovač, M., Skudnik, M., Japelj, A., Planinšek, Š., Vochl, S., Batič, F., ... al. et. (2014). *Monitoring gozdov in gozdnih ekosistemov : priročnik za terensko snemanje podatkov*. Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica. Pridobljeno s <https://dirros.openscience.si/IzpisGradiva.php?lang=slv&id=7361>
- Krajnc, L. in Kušar, G. (2022). Določanje prostornine dreves s krivuljami za opis oblike debla (KOOD). *Gozdarski vestnik*, 80, 2: 63–76.
- Loubere, M., Saint-Andre, L., Herve, J.-C. in Vestol, G. I. (2004). Relationships between stem size and branch basal diameter variability in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karsten) from two regions of France. *Annals of Forest Science*, 61,6: 525–535. <https://doi.org/10.1051/forest:2004047>
- Macdonald, E., Mochan, S. in Connolly, T. (2001). *Protocol for Stem Straightness Assessment in Sitka Spruce*. Edinburgh, UK: Forestry Commission. *Tehnično poročilo*, 8 str.
- Mahler, G., Wilmann, U. in Wurster, M. (2001). Güteansprache am stehenden Stamm. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abt. Arbeitswirtschaft und Forstbenutzung. Pridobljeno s https://www.fva-bw.de/fileadmin/scripts/forschung/wn/bwi_gueateanspr/arbeitsanweisung.pdf
- Makinen, H. (2003). Predicting branch characteristics of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) from simple stand and tree measurements. *Forestry*, 76, 5: 525–546. <https://doi.org/10.1093/forestry/76.5.525>
- Marenče, J. in Šega, B. (2015). Povezave med kakovostjo bukovih dreves in iz njih izdelanih sortimentov. *Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry)*, 10, 73: 429–441.
- McCusker, A. (2021). *Complete Forest Products dataset - UNECE/FAO TIMBER Dataset*. UNECE. Pridobljeno s <https://unece.org/forestry-timber/documents/2021/09/informal-documents/complete-forest-products-dataset>
- Methley, J. (1998). *Timber Quality: A Pilot Study for Assessing Stem Straightness*. Edinburgh, UK: Forestry Commission. Pridobljeno s <https://www.forestryresearch.gov.uk/documents/6769/FCIN010.pdf>
- Moberg, L. (2000). Models of Internal Knot Diameter for Pinus sylvestris. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 15, 2: 177–187. <https://doi.org/10.1080/028275800750014984>
- Obrezovanje dreves: Evropski standard za obrezovanje dreves (2021). Delovna skupina Tehnični standardi pri delu z drevesi. Pridobljeno s <https://skupnostobcin.si/wp-content/uploads/2022/07/evropski-standard-za-obrezovanje-dreves-2022.pdf> (12. 8. 2022)

- Poljanec, A. in Kadunc, A. (2013). Quality and Timber Value of European Beech (*Fagus sylvatica* L.) Trees in the Karavanke Region. Croatian Journal of Forest Engineering, 15 str.
- Poljanec, A., Matijašič, D., Pisek, R., Devjak, T., Kotnik, A., Podgornik, M., ... Udovič, M. (2010). *Navodila za snemanje na stalnih vzorčnih ploskvah*. Ljubljana: Zavod za gozdove Slovenije, Oddelek za gozdnogospodarsko načrtovanje.
- Pravilnik o merjenju in razvrščanju gozdnih lesnih sortimentov iz gozdov v lasti Republike Slovenije, Uradni list RS, 007-399/2020/26 (2020).
- Pravilnik o načrtih za gospodarjenje z gozdovi in upravljanje z divjadjo, Uradni list RS, št. 91/10 in 200/20 (2010).
- RVR (2021). Rahmenvereinbarung für den Rohholzhandel. Pridobljeno s <https://www.rvr-deutschland.de/struktur.php?id=47>
- Rantaša, B. (2013). *Kakovost bukve v gozdnogospodarski enoti Preserje - Rakitna* (BSc). Ljubljana, Slovenia: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.
- Riedel, T., Hennig, P., Polley, H. in Schwitzgebel, F. (2021). *Aufnahmeanweisung für die vierte Bundeswaldinventur (2021–2022)*. Bonn, Germany: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL).
- Timber Pricing Branch. (2020). *Cruising Manual 2020*. British Columbia, Canada: Ministry of Forests, Lands, Natural Resource Operations and Rural Development.
- USDA Forest Service. (1993). *Forest Service Handbook 2409.12*. Washington, DC.
- Widlowski, J.-L., Verstraete, M., Pinty, B. in Gobron, N. (2003). *Allometric Relationships of Selected European Tree Species : Parametrizations of tree architecture for the purpose of 3-D canopy reflectance models used in the interpretation of remote sensing data : Parametrizations of Tree Architecture for the Purpose of 3-D Canopy Reflectance Models Used in the Interpretation of Remote Sensing Data : Betula pubescens, Fagus sylvatica, Larix decidua, Picea abies, Pinus sylvestris*. Ispra, Italy: Institute for Environment and Sustainability, Joint Research Centre. Tehnično poročilo, 74 str.