

Osutost drevesnih krošenj v Sloveniji po letu 1991 s poudarkom na letu 2024

Tree crown defoliation in Slovenia since 1991, with particular emphasis on 2024



Anže Martin PINTAR¹, Pia HÖFFERLE²

Izveček:

Več kot 30-letno vsakoletno spremljanje osutosti dreves na istih ploskvah Raven I v okviru programa ICP Forests omogoča dragocen vpogled v dolgo časovno vrsto spremljanja vitalnosti drevesnih vrst, ki je še posebno aktualno v času podnebnih sprememb, ko so ekstremni vremenski dogodki vse pogostejši. V pričujočem prispevku predstavljamo rezultate spremljanja stanja osutosti drevesnih krošenj na ploskvah Ravni I v obdobju 1991–2024 v Sloveniji, s poudarkom na zadnjem letu meritev – v letu 2024. Od leta 1991 se je povprečna osutost povečala za 14,2 % (s 16,6 % na 30,8 %). V letu 2024 je povprečna osutost iglavcev znašala 31,5 %, pri listavcih pa 30,3 %. Časovna vrsta povprečne osutosti drevesnih krošenj za več kot 30-letno obdobje kaže, da se je v obdobju 1991–2000 stanje osutosti krošenj slabšalo, med letoma 2000 in 2013 pa je bilo razmeroma stabilno. Na začetku obdobja 2014–2020 smo zaznali veliko povečanje osutosti drevesnih krošenj (2,2 %) zaradi žleda leta 2014, sledilo pa je umirjanje negativnega trenda poslabševanja stanja, tj. povečevanja osutosti. Veliko povečanje osutosti (za 3,8 %) smo ponovno zaznali med letoma 2020 in 2022, na kar je vplivala poletna suša v letu 2022, vplivale pa so tudi različne ujme, kot so vetrolomi in gradacije podlubnikov. V zadnjih dveh letih smo zaznali stagnacijo stanja osutosti.

Ključne besede: stanje gozdov, osutost drevesnih krošenj, Raven I, ICP Forests, monitoring

Abstract:

More than 30 years of annual monitoring of tree defoliation on the same Level I plots within the ICP Forests programme provides us with valuable insights into long-term tree species vitality monitoring, which is particularly relevant in times of climate change when extreme weather events are increasing in frequency. This article presents the results of the tree crown defoliation condition monitoring in Level I plots in Slovenia between 1991 and 2024, focusing especially on the last year of measurements, i.e. year 2024. Since 1991, the average defoliation level has increased by 14.2% (from 16.6% to 30.8%). In 2024, the average defoliation of conifers was 31.5%, while that of deciduous trees was 30.3%. The time series of average tree crown defoliation for the period of more than 30 years shows that crown defoliation deteriorated between 1991 and 2000, but remained relatively stable between 2000 and 2013. At the beginning of the 2014–2020 period, we observed a high increase in tree crown defoliation (2.2%) due to the 2014 ice storm, followed by a slowdown in the negative deterioration trend, i.e. an increase in defoliation. Between 2020 and 2022, we again observed a high increase in defoliation (3.8%), influenced by the summer drought in 2022 and various natural disasters such as windbreaks and bark beetle infestations. In the last two years, we have observed stagnation in the defoliation situation.

Key words: forest condition, tree crown defoliation, Level I, ICP Forests, monitoring

1 UVOD IN METODE

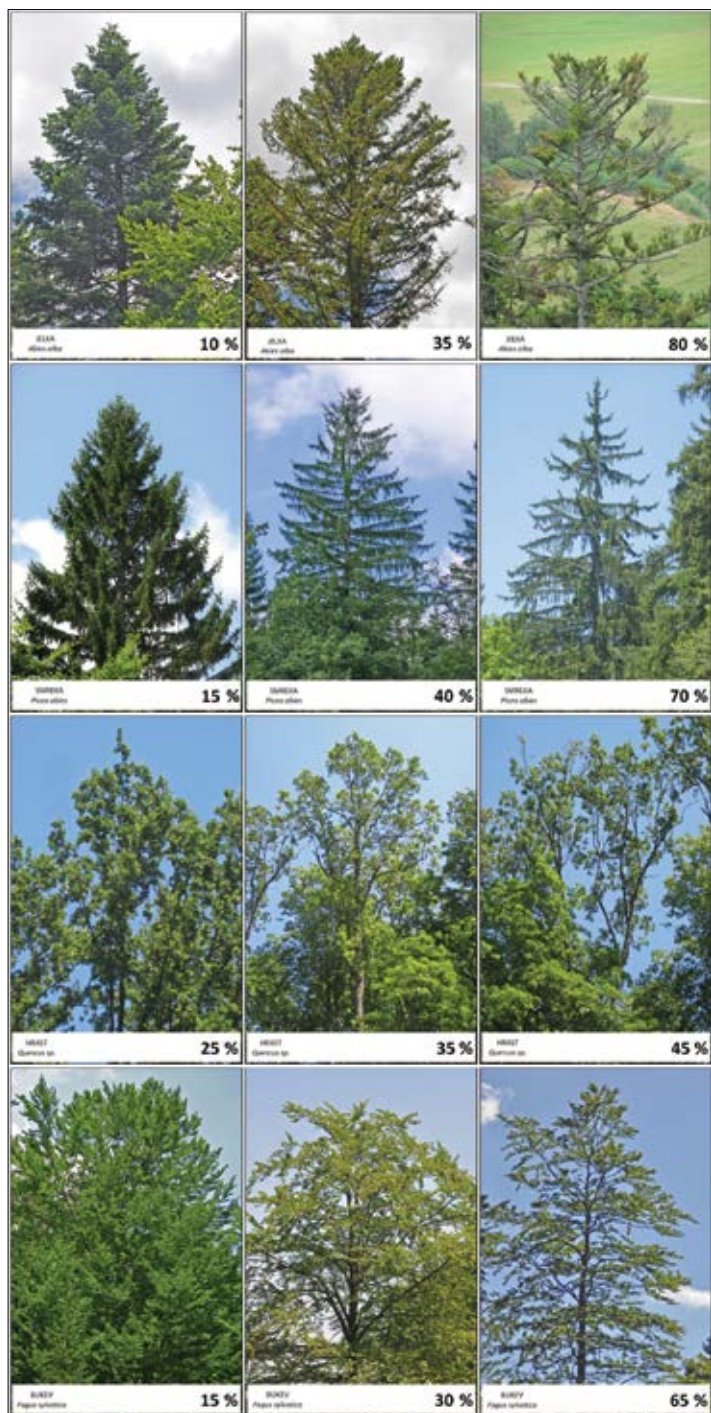
1 INTRODUCTION AND METHODS

V Evropi letos obeležujemo 40 let od ustanovitve programa ICP Forests (*International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests*), ki je bil ustanovljen v letu 1985 na podlagi Konvencije o onesnaženju zraka preko meja na velike razdalje (*Convention*

on Long-range Transboundary Air Pollution – CLRTAP) v okviru Ekonomske komisije Združenih narodov za Evropo (*United Nations Economic Commission for Europe – UNECE*). Program ICP Forests spremlja stanje gozda na dveh ravneh (Raven I in Raven II). Trenutno v programu sodeluje 42 držav (tudi Slovenija) iz Evrope in širše (ICP Forests, 2025).

¹ Dr. A. M. P., Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za načrtovanje in monitoring gozdov in krajine. Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija. anzemartin.pintar@gozdis.si

² P. H., mag. var. nar., Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za načrtovanje in monitoring gozdov in krajine. Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija. pia.hofferle@gozdis.si



Slika 1: Primeri različnih stopenj osutosti za jelko, smreko, hraste in bukev (povzeto po: Kovač in sod., 2014)

Figure 1: Examples of various degrees of defoliation for fir, spruce, oak, and beech (summarized from: Kovač et al., 2014)

Monitoring na Ravni I temelji na okoli 5700 vzorčnih ploskvah po vsej Evropi in je namenjen spremljanju geografskih in časovnih sprememb v stanju gozda. Monitoring na Ravni II temelji na 639 ploskvah v izbranih gozdnih tipih s ciljem pojasniti vzročno-posledične odnose (ICP Forests, 2025). V Sloveniji spremljamo stanje gozdov na 44 ploskvah Ravni I na mreži 16 x 16 km in na 10 ploskvah Ravni II (Skudnik in sod., 2011; Simončič in sod., 2024; Pintar in Skudnik, 2024).

Pred začetkom uporabe natančnejših fizikalno-kemijskih meritev (analitične meritve vsebnosti izbranih elementov v padavinah in foliarnih vzorcih) za oceno poškodovanosti gozdov oziroma odziva gozdov na onesnaženost so se v okviru programa ICP Forests uveljavile posredne metode spremljanja vplivov onesnažil na drevesa oz. gozdne ekosisteme (Pintar in Skudnik, 2024). Eden od pomembnejših kazalnikov je ocena osutosti krošnje, ki določa okularno ocenjen delež manjkajočih asimilacijskih organov (listov oz. iglic) ocenjevanega drevesa v primerjavi z normalno olistanim (vitalnim) primerkom iste vrste, istega socialnega položaja in na enakem rastišču (Eichhorn in sod., 2020). Razlike med različnimi popisovalci v celotnem obdobju popisa lahko povzročijo del variabilnosti ocen, vendar se ta vpliv uspešno zmanjšuje s standardiziranim usposabljanjem in vsakoletnimi kalibracijskimi delavnicami na nacionalni in mednarodni ravni (Eichhorn in sod., 2020). Primer konsistentnih ocen različnih popisovalcev sta v daljšem časovnem obdobju v nemških gozdovih predstavili Eickenscheidt in Wellbrock (2014). Kazalnik osutosti ostaja med ključnimi kazalniki za številna mednarodna poročila o vitalnosti evropskih gozdov, kot so Forest Europe (2020), OECD (2020) in FAO (2022). Ocenjevanje osutosti je enostaven in časovno učinkovit proces, zato lahko kazalnik osutosti v primerjavi z drugimi kazalniki zajemamo na večjem vzorcu (gosta mreža opazovanj) in pogosteje (na letni ravni) (Pintar in Skudnik, 2024).

Tako ostaja osutost drevesnih krošenj eden od osnovnih kazalnikov za oceno vitalnosti dreves

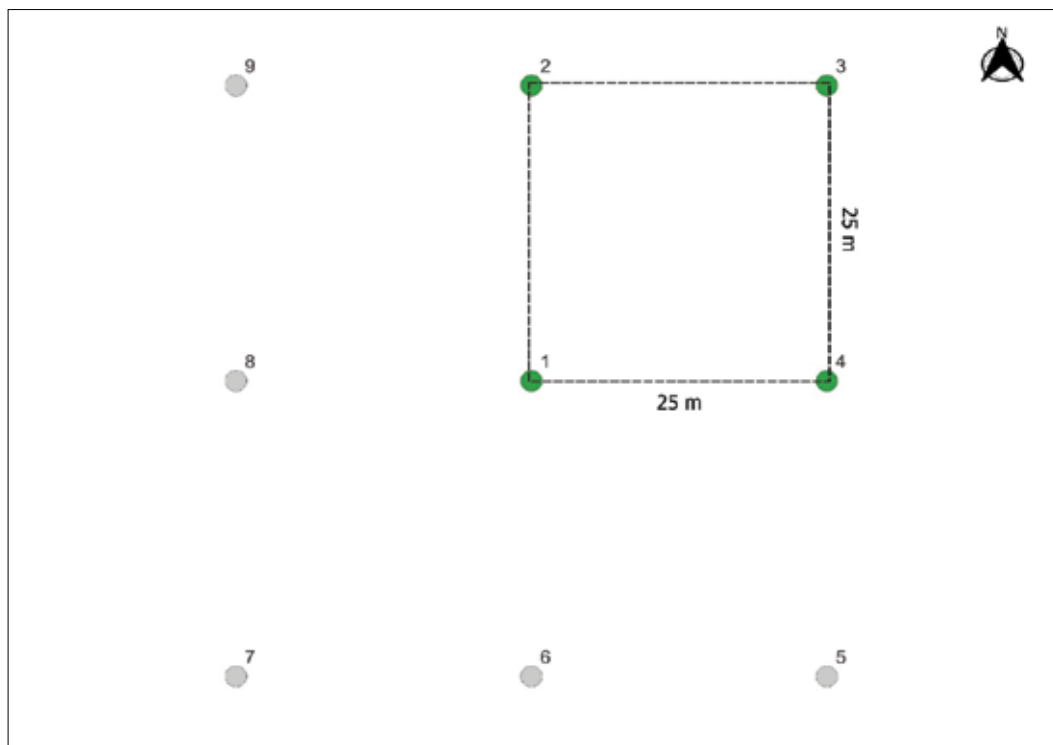
(posledično tudi sestojev in gozdov). Ocenjujemo ga v korakih po 5 % natančno, od 0 % (brez defoliacije) do 100 % (mrtvo drevo) (Michel in sod., 2024) (Slika 1). V okviru programa ICP Forests vrednosti osutosti združujejo v pet razredov. Razred do 10 % vključuje praktično neosuta drevesa, razred od 10 do 25 % pa rahlo osuta drevesa. To je tudi razred, ki pomeni opozorilno fazo preden drevesa že postanejo poškodovana. Za poškodovano velja drevo, katerega osutost drevesne krošnje je večja od 25 % (manjka mu vsaj četrtna listnega aparata) (Pintar in Skudnik, 2024). Razred od 25 do 60 % zajema zmerno osuta drevesa, razred od 60 do 100 % zelo osuta drevesa in razred 100 % mrtva drevesa (Michel in sod., 2024).

Prvi popis osutosti dreves na ploskvah Ravni I je v Sloveniji potekal v letu 1985 (Kovač, 1996), kontinuirano vsako leto pa se je popis začel po letu 1993. Ocenjevanje poteka v poletnih mesecih od začetka julija do konca septembra. Terenski popisovalci se vsaki dve leti udeležijo vseevropskega mednarodnega fotokalibracijskega tečaja (Meining in sod., 2024), kjer uskladijo ocene osutosti posameznih razredov za posamezne drevesne vrste. Tako so popisovalci usklajeni na ravni celotne Evrope. Pri popisu osutosti sledijo smernicam delovne skupine ICP Forests (Eichhorn in sod., 2020).

V Sloveniji na vsaki lokaciji Ravni I popis poteka na vzorčnem grozdu štirih vzorčnih ploskev M6, med seboj oddaljenih za 25 m (Kovač in sod., 2014) (Slika 2), po metodi šestih najbližjih dreves, debelejših od 10 cm.

Drevesom določimo drevesno vrsto, izmerimo prsni premer, ocenimo socialni položaj, vidnost krošnje in osutost krošnje. Na ploskvah so drevesa dolgoročno označena z zaporednimi številkami. Vsakemu drevesu izmerimo razdaljo od središča ploskve in azimut. Vsako posekano in odmrlo drevo je treba nadomestiti z naslednjim najbližjim živim drevesom.

Vsi na terenu pridobljeni podatki so predstavljeni v Letnih poročilih o spremljanju stanja gozdov (npr. Grah in sod., 2024), ki so dostopni med spletnimi publikacijami GIS



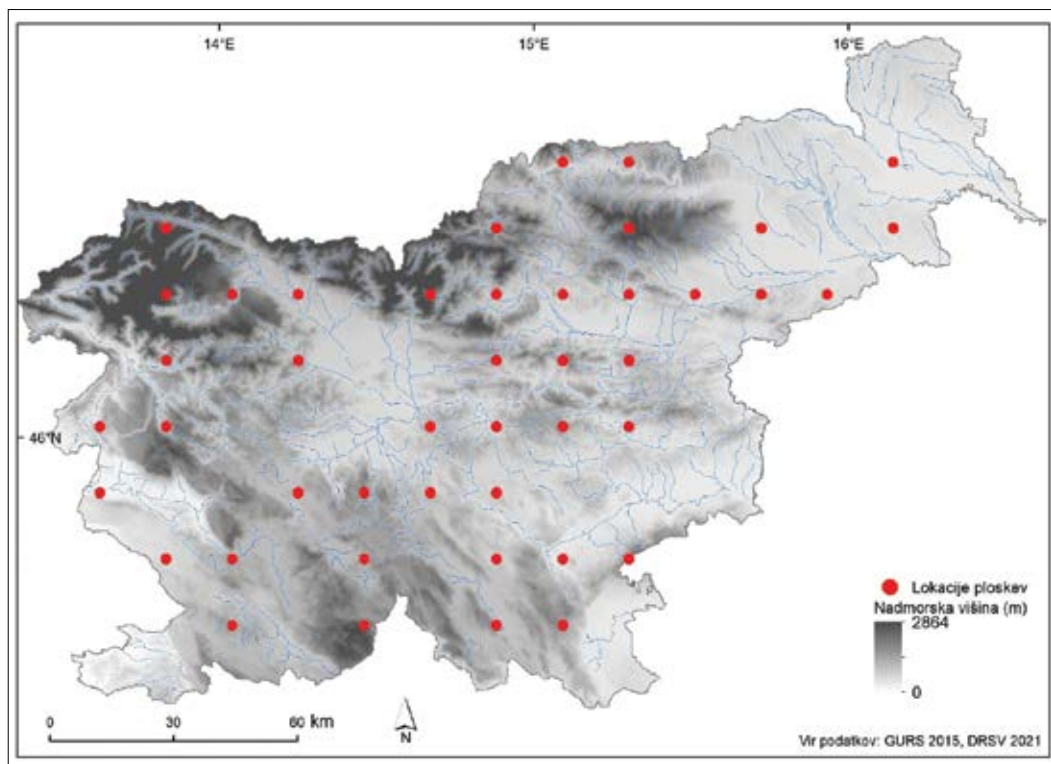
Slika 2: Shema grozda štirih ploskev M6 obarvanih zeleno (1–4) v primeru, da so znotraj gozdnega kompleksa. Če katera teh ploskev pade zunaj gozdnega roba, ploskev zrcalimo na sive ploskve (5–9)

Figure 2: Diagram of a cluster of four M6 plots (1–4) colored green if they are located within a forest complex. If any of these plots fall outside the forest edge, they are mirrored on the gray plots (5–9)

(<https://www.gozdis.si/publikacije/>). Podatke vsako leto posredujemo v skupno bazo podatkov o stanju evropskih gozdov ICP Forests, ki jo vzdržuje inštitut Johann Heinrich von Thünen v Eberswaldu v Nemčiji.

Spreminjanje osutosti dreves na ploskvah Ravni II v zadnjih dveh desetletjih je predstavljeno v prispevku Pintar in Skudnik (2024). V pričujočem prispevku pa predstavljamo rezultate spremljanja stanja osutosti na ploskvah Ravni I (Slika 3) v obdobju 1991–2024 v Sloveniji, s poudarkom na zadnjem letu meritev – letu 2024. Analizo povprečne osutosti smreke in bukve v letu 2024, ki sta prevladujoči drevesni vrsti v lesni zalogi (Pintar in sod. 2024), smo stratificirali tudi po treh višinskih pasovih, povzetih po Kutnar in sod. (2021). Prvi višinski pas je

segal do nadmorske višine 500 m, drugi do 1000 metrov, v tretjega pa so bile uvrščene ploskve z nadmorsko višino 1000 m in več. Večino grafov in statistične analize smo opravili v programskem okolju R (R Core Team, 2025), graf na sliki 8 pa v programu Microsoft Excel (Office 365).



Slika 3: Lokacije 44 grozdov vzorčnih ploskev Ravni I v Sloveniji

Figure 3: Locations of 44 clusters of sample plots Level I in Slovenia

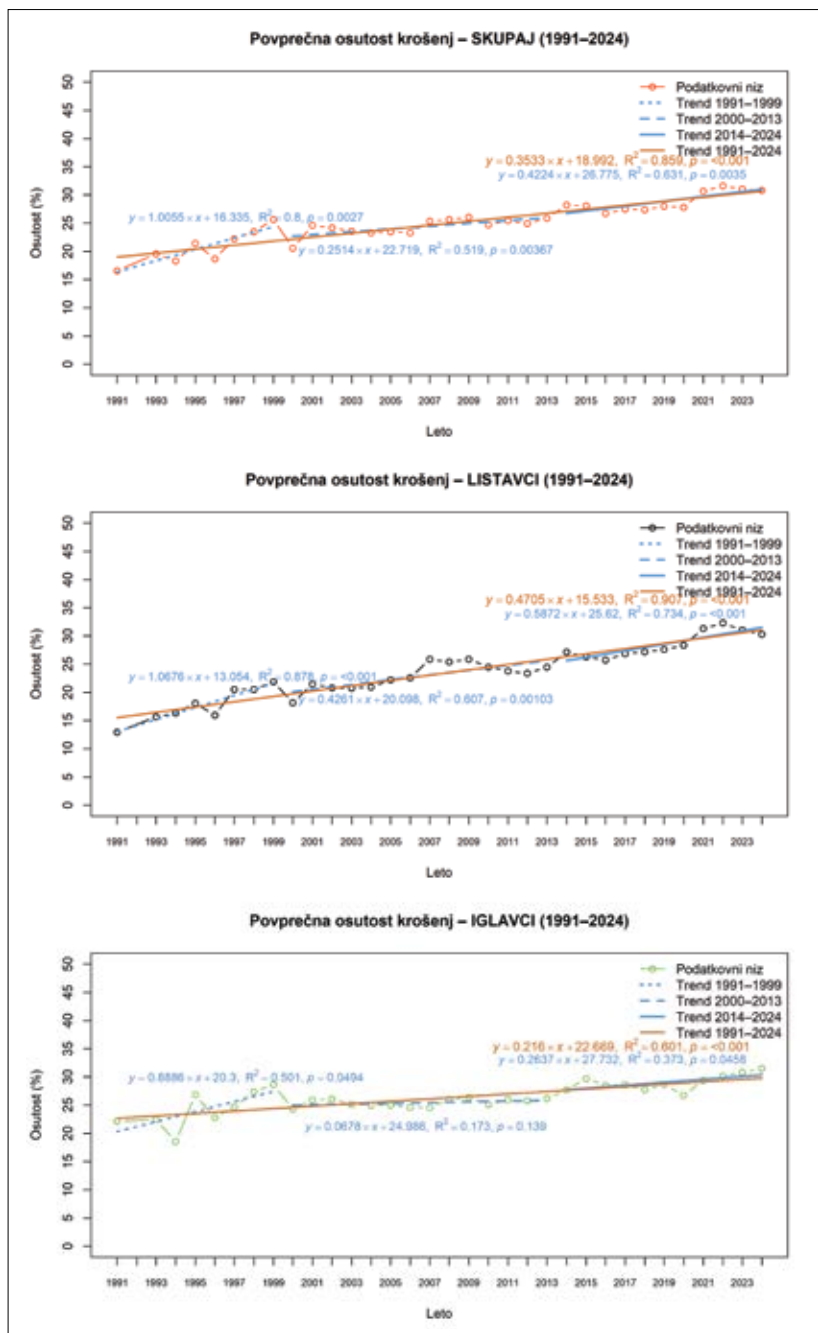
2 REZULTATI

2 RESULTS

V letu 2024 je bilo popisanih 1025 dreves, od tega 339 iglavcev in 686 listavcev. Povprečna osutost vseh dreves je znašala 30,8 % (standardni odklon 7,7 %) in se je v 20 letih povečala za več kot 6 % (Slika 4). Od leta 1991 se je povprečna osutost povečala za 14,2 % (s 16,6 % na 30,8 %). Povprečna osutost krošenj iglavcev v letu 2024 je znašala 31,5 %, listavcev pa 30,3 %. Dolgoročen linearen trend (1991–2024) nakazuje povečanje osutosti za vsa drevesa v celotnem obdobju za 0,35 % na leto (delež pojasnjene variance je znašal 85,9 % ($R^2 = 0,859$), trend je bil statistično značilen ($p < 0,001$)) (Slika 4). Pri listavcih je povečevanje znašalo 0,47 % na leto, pri iglavcih pa 0,22 % na leto (pri obeh je bil trend statistično značilen ($p < 0,001$)).

Časovna vrsta povprečne osutosti drevesnih krošenj za celotno, več kot 30-letno obdobje kaže, da se je v obdobju 1991–1999 stanje osutosti drevesnih krošenj izraziteje slabšalo, med letoma 2000 in 2013 pa je bilo razmeroma stabilno (Slika 4), z nekoliko večjim povečanjem pri listavcih od leta 2006 do 2007. To potrjujejo tudi statistično značilni linearni trendi (z izjemo iglavcev za obdobje 2000–2013) za obdobje 1991–1999 v primerjavi z obdobjem 2000–2013. Večanje osutosti v prvem obdobju znaša 1,01 % na leto za vsa drevesa, 1,07 % na leto za listavce in 0,89 % na leto za iglavce, medtem ko v drugem 0,25 % na leto za vsa drevesa, 0,43 % na leto za listavce in 0,07 % na leto za iglavce (Slika 4).

V zadnjem obdobju (2014–2024) so se linearni trendi povečali (trendi so statistično značilni, $p < 0,01$, oz. $< 0,05$ %) (Slika 4). Za vsa



Slika 4: Povprečna osutost drevesnih krošenj na ploskvah Ravni I za obdobje 1991–2024 in linearni trendi za celotno obdobje 1991–2024 ter za podobdobja 1991–1999, 2000–2013, 2014–2024 za vse drevesne vrste (skupaj) ter za iglavce in listavce

Figure 4: Average defoliation of tree crowns in Level I plots for the period 1991–2024 and linear trends for the entire period 1991–2024 and sub-periods 1991–1999, 2000–2013, 2014–2024 for all tree species (combined) and for conifers and deciduous trees



Slika 5: Podrta in poškodovana drevesa zaradi vetroloma v juliju 2023 (levo) in isto območje po poseku (desno) v bližini ploskve Ravni I pri Martuljskih slapovih poleti 2024

Figure 5: Trees damaged and uprooted by a windstorm in July 2023 (left), and the same area after salvage logging (right) near the Level I plot at Martuljski slapovi in the summer of 2024

drevesa je povečanje osutosti znašalo 0,42 % na leto, za listavce 0,59 % in za iglavce 0,26 % na leto. Na začetku obdobja 2014–2020 smo zaznali povečanje osutosti drevesnih krošenj (2,2 %), nato pa umirjanje negativnega trenda poslabševanja stanja, tj. večanja osutosti. Veliko povečanje osutosti (za 3,8 %) smo zaznali od leta 2020 do 2022, na kar je vplivala poletna suša v letu 2022, kot tudi različne ujme, kot so npr. vetrolomi (Slika 5) in gradacije podlubnikov. V zadnjih dveh letih zaznavamo stagnacijo stanja osutosti.

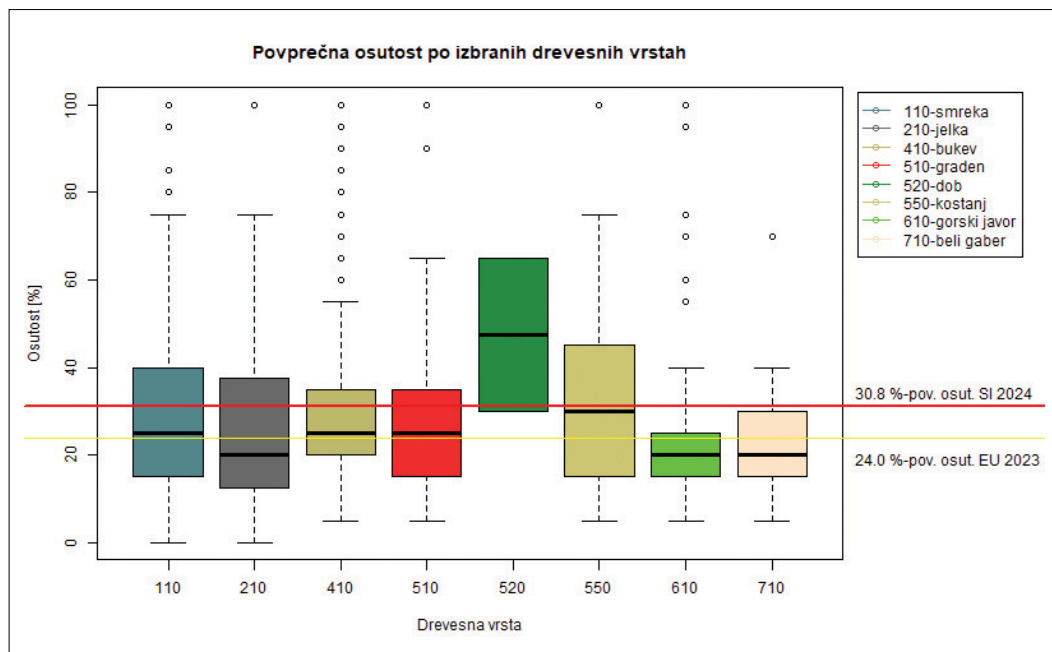
Osutost iglavcev se je med letoma 2015 in 2020 zmanjševala (Slika 4). Od leta 2020 do 2022 pa se je povečala tako osutost iglavcev kot listavcev. Osutost iglavcev se je med letoma 2022 in 2024 še nekoliko povečala, medtem ko se je pri listavcih zmanjšala. V letu 2014 in kasneje je na poslabšanje stanja gozdov vplival predvsem žled, ki je močno poškodoval gozdove v posameznih območjih Slovenije (predvsem v osrednji in južni Sloveniji).

Večina podatkov osutosti po posameznih drevesnih vrstah ni porazdeljena normalno. Zato smo poleg povprečnih vrednosti prikazali tudi mediane in jih uporabili pri interpretaciji rezultatov, ki prispevajo k večji robustnosti in reprezentativnosti rezultatov. Hkrati pa z vključitvijo povprečnih vrednosti ohranjamo primerljivost z mednarodnimi poročili ICP Forests. V celotni Sloveniji je pri bukvi in smreki (30,6 oz. 31,2 %)

povprečna osutost precej večja od mediane (pri obeh 25,0 %), kar nakazuje, da so ta drevesa na nekaterih lokacijah oz. mikrolokacijah bistveno bolj osuta kot na drugih (Slika 6). Med manj osute drevesne vrste spadata gorski javor in beli gaber (povprečje 24,4 oz. 22,5 % in mediana pri obeh 20,0 %), pa tudi jelka in graden (povprečje 27,2 oz. 27,9 % in mediana 20,0 oz. 25,0 %). Med najbolj osutimi in poškodovanimi drevesnimi vrstami so črni bor, pravi kostanj in dob (Sliki 6 in 8).

Za prevladujoči slovenski drevesni vrsti v lesni zalogi, tj. bukev in smreko (Pintar in sod., 2024), v nadaljevanju predstavljamo tudi povprečje in mediano po višinskih pasovih. V najnižjem pasu (do 500 m nadmorske višine) znaša povprečna osutost bukve 29,5 in mediana 25,0 %, v pasu od 500 do 1000 m znaša povprečna osutost 31,2 % in mediana 25,0 %, v najvišjem pasu (nad 1000 m) pa znaša povprečna osutost 30,9 % in mediana 25,0 %. V najnižjem pasu (do 500 m nadmorske višine) znaša povprečna osutost smreke 30,4 % in mediana 25,0 %, v pasu od 500 do 1000 m znaša povprečna osutost 35,3 % in mediana 30,0 %, v najvišjem pasu (nad 1000 m) pa znaša povprečna osutost 24,7 % in mediana 20,0 %.

Med letoma 2008 in 2012 se je delež poškodovanih dreves, katerih osutost krošnje je večja od 25 %, zmanjševal (Slika 7). V letu 2014 se je zaradi žleda zelo povečalo število poškodovanih dreves. Po letu 2020 se je delež poškodovanih



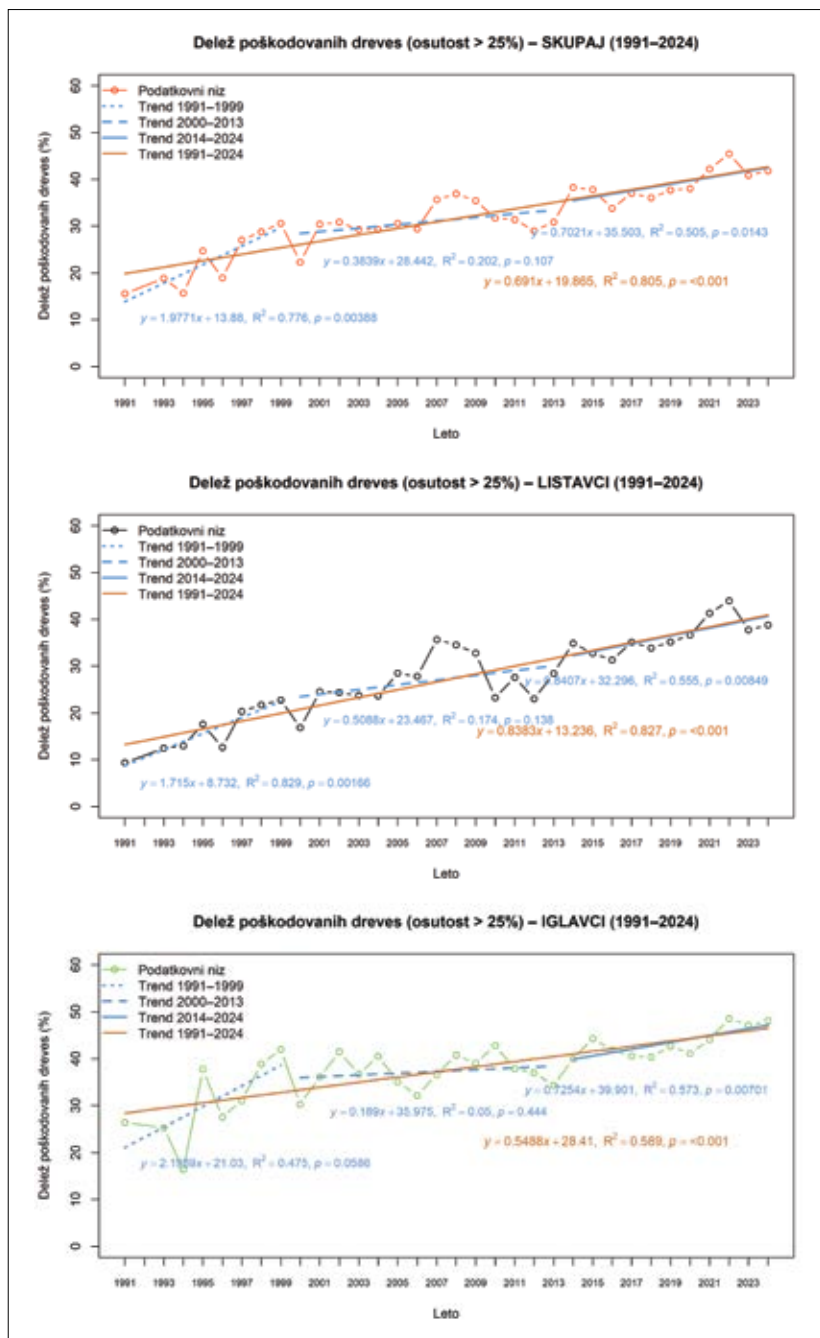
Slika 6: Okviri z ročaji ocen osutosti drevesnih krošenj za izbrane drevesne vrste v letu 2024

Figure 6: Boxplots of tree crown defoliation assessments for selected tree species in 2024

dreves ponovno povečal, nato pa se med letoma 2022 in 2023 zmanjšal za skoraj 5 %. Dolgoročen linearen trend (1991–2024) nakazuje povečanje deleža poškodovanih dreves v celotnem obdobju za 0,69 % na leto (delež pojasnjene variance je znašal 80,5 % ($R^2 = 0,805$), trend je bil statistično značilen ($p < 0,001$)) (Slika 7). Pri listavcih je povečevanje znašalo 0,84 % na leto, pri iglavcih pa 0,55 % na leto (pri obeh je bil trend statistično značilen ($p < 0,001$)). Večanje deleža poškodovanih dreves v prvem obdobju znaša 1,98 % za vsa drevesa ($p < 0,001$), medtem ko v drugem 0,38 % ($p = 0,107$), v tretjem pa 0,70 % ($p < 0,05$) (Slika 7). Statistično neznačilnost trenda in nižje vrednosti R^2 v drugem obdobju pojasnjujemo z velikim nihanjem deleža poškodovanih dreves med leti v tem obdobju.

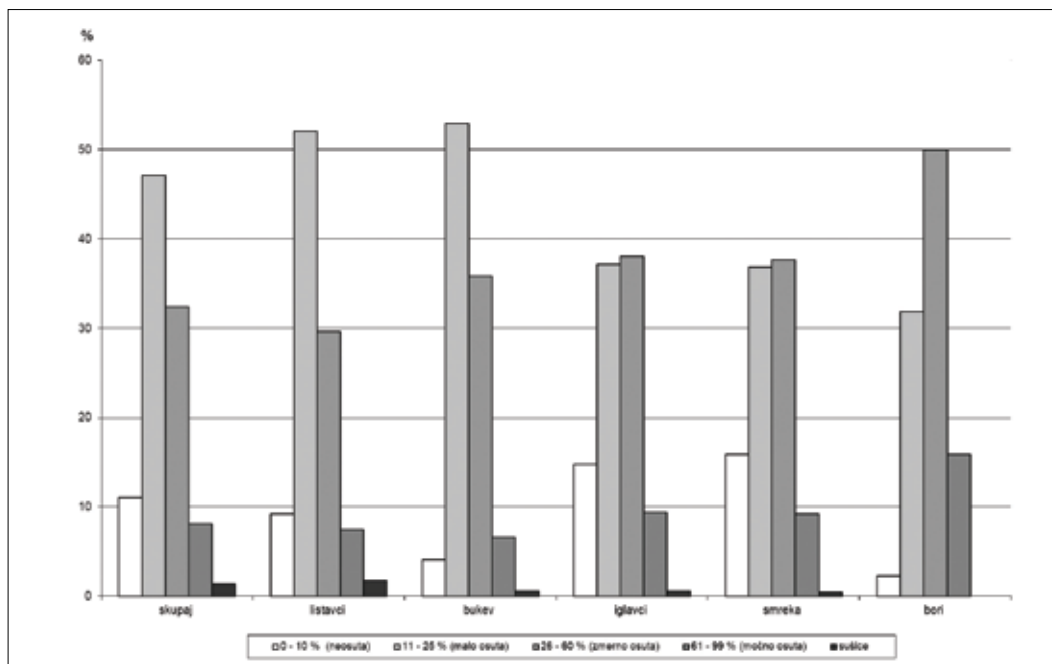
V letu 2010 je bilo več kot 25 % osutih 31 % dreves, leta 2022 že več kot 45 %, medtem ko se je v letu 2024 delež poškodovanih dreves zmanjšal na 42 %. Leta 2024 je bil delež poškodovanih dreves iglavcev še vedno velik (več kot 40 %). Tudi v letu 2024 so listavci ostali v primerjavi z iglavci manj poškodovani.

V letu 2024 je bilo največ dreves rahlo osutih (47,1 %), veliko je bilo tudi zmerno osutih (32,4 %) (Slika 8). Podobna razmerja rahlo in zmerno osutih dreves je bilo opaziti tudi pri listavcih in posebej analizirani bukvi. Pri iglavcih in posebej analizirani smreki je bil delež rahlo osutih dreves manjši (37,2 oz. 36,8 %), delež zmerno osutih pa večji (38,1 oz. 37,7 %). Največji delež zmerno osutih dreves je bil pri borih, in sicer 50 %. Sušic je bilo več pri listavcih (1,7 %) kot pri iglavcih (0,6 %). Primerjava med listavci in iglavci ni popolnoma neposredna, saj listavci listje vsako leto odvržejo v celoti, medtem ko iglavci obdržijo iglice več let. Zato pri iglavcih stopnja osutosti odraža dolgotrajnejše procese, pri listavcih pa v večji meri razmere v tekočem letu.



Slika 7: Delež poškodovanih dreves na ploskvah Ravni I za obdobje od leta 1991 do 2024 in linearni trendi za celotno obdobje 1991–2024 ter za podobdobja 1991–1999, 2000–2013, 2014–2024 za vse drevesne vrste (skupaj) ter za iglavce in listavce

Figure 7: Proportion of damaged trees in Level I plots for the period from 1991 to 2024 and linear trends for the entire period 1991–2024 and for the sub-periods 1991–1999, 2000–2013, 2014–2024 for all tree species (combined) and for conifers and deciduous trees



Slika 8: Delež dreves v posameznem razredu osutosti v letu 2024

Figure 8: Proportion of trees in each defoliation class in 2024

3 RAZPRAVA

3 DISCUSSION

Spremljanje osutosti omogoča vpogled v vitalnost in odpornost dreves, saj je prisotnost fotosintetsko aktivnih listov in iglic ključna za rast drevesa in vitalnost gozdov (Pintar in Skudnik, 2024). V zadnjem desetletju sta bili v slovenskih gozdovih zabeleženi dve večji povečanju osutosti. Prva se je zgodila po velikopovršinskem žledolomu v letu 2014 (Marinšek in sod., 2015), druga pa po letu 2020, na kar je v veliki meri vplivala poletna suša v letu 2022 (Šercer, 2024). Do leta 2020 je stanje kazalo na nadaljevanje oz. stagnacijo počasne obnove krošenj dreves tako pri iglavcih kot pri listavcih. Pri iglavcih je bilo stanje nejasno zaradi gradacij podlubnikov, ki so se pojavile kot posledica podrtega in poškodovanega drevja v gozdovih. Tudi pri listavcih je bilo stanje nestabilno, saj se je ustavila začetna moč obnove krošenj z adventivnimi poganjki. Dolgoročne posledice žledoloma iz leta 2014 na sestojih bukke sta na podlagi podatkov ploskev Ravni I predstavila tudi Ogris in Skudnik (2021).

V obdobju od 2014 do 2024 smo zaznali pospešeno povečevanje povprečne osutosti v primerjavi z obdobjem od 2000 do 2013 iz 0,25 % na leto na 0,35 % na leto. Poslabšanje bi lahko pripisali vplivom podnebnih sprememb, gradacijam podlubnikov pa tudi vplivu sekundarnih poškodb po žledu leta 2014 in poletni suši v letu 2022, kar je povzročilo poslabšanje predvsem pri listavcih. Vpliv poletne suše v letu 2022 na povečanje osutosti je bilo zaznati tudi na ploskvah Ravni II (Pintar in Skudnik, 2024). Kot primer Rukh in sod. (2023) ugotavljajo, da večja in pogostejša izpostavljenost bukovih dreves suši skupaj s sinergijskimi dejavniki povzroči slabše okrevanje dreves in posledično njihovo odmiranje. Izboljšanje stanja pri listavcih med letoma 2022 in 2024 bi lahko pripisali večji količini padavin v poletju 2023 (Šercer, 2024) in ne izrazito sušnemu letu 2024. Povprečna osutost (30,8 %) ostaja velika glede na povprečje evropskih držav (v katerih so ocenjevali osutost) prejšnjega leta (24,0 %) (Michel in sod., 2024).

Višje povprečje od mediane (za več kot 5 %) nakazuje, da so drevesa bukke in smreke, naši najpogostejši drevesni vrsti (Pintar in sod., 2024), na nekaterih lokacijah oz. mikrolokacijah precej bolj osuta kot na drugih. Bukve je bolj osuta na ploskvah v južni in jugovzhodni Sloveniji, kar sta predstavila tudi Ogris in Skudnik (2021). To pripisujeta talnim tipom na karbonatnih podlagah ter plitvim tlem z nizko zadrževalno sposobnostjo vode, na katerih drevesa hitreje prizadene sušni stres (Vilhar in Simončič, 2012), letnemu razporedu padavin, pojavu sušnih obdobj in daljinskem transportu onesnaženega zraka z zahodnimi vetrovi iz Padske nižine (Skudnik in sod., 2016; Žlindra in sod., 2015). V letu 2024 je bila povprečna osutost bukke po analiziranih višinskih pasovih primerljiva, kar pripisujemo namnožitvi bukovega rilčkarja skakača (Groznič in sod., 2024; Ogris, 2024), kar v veliki meri tudi pojasnjuje visoko raven osutosti. Veliko osutost bukke na ploskvi Ravni II Fondek v Trnovskem gozdu v jugozahodnem delu Slovenije sta predstavila tudi Pintar in Skudnik (2024). Ogris (2023) na podlagi trendov popisa poškodovanosti gozdov ugotavlja, da bodo do konca 21. stoletja bolezni najverjetneje povzročile veliko poškodovanost bukke, kar bo povzročilo povečanje varstveno-sanacijske oziroma sanitarne sečnje bukke (Ogris, 2024). V zadnjih dvajsetih letih se je povečanje osutosti bukke tako kot v Sloveniji (Ogris in Skudnik, 2021) zgodilo tudi na ravni Evrope (4,7 %) (Michel in sod., 2024). Večina ploskev z nizko stopnjo osutosti bukke je v vzhodni Evropi, ploskev z večjo pa na zahodu, v Franciji, Nemčiji (Michel in sod., 2024) in Sloveniji.

Smreka je precej bolj osuta na ploskvah z nižjo nadmorsko višino, kjer je bila v preteklosti posajena zunaj svojega areala in jo v zadnjem obdobju zelo načenjajo posledice podnebnih sprememb in ujme (Kutnar in sod., 2021). Dvajsetletno povečanje osutosti smreke za 5,8 %, na skupno 23,3 % v letu 2023 je v zadnjih dvajsetih letih mogoče zaznati tudi na ravni celotne Evrope (Michel in sod., 2024), pri čemer je smreka bolj osuta v osrednji Evropi in precej manj v Skandinaviji in na Balkanu. Je pa v Sloveniji, ki je v Srednji Evropi in meji na Balkan, osutost smreke precej večja

(povprečje 31,2 in mediana 25,0 % v letu 2024).

Podobno kot na ploskvah Ravni I je bilo slabo stanje črnega bora ugotovljeno na ploskvi Ravni II Gropajski bori pri Sežani (Pintar in Skudnik, 2024). Črni bor so na Krasu sadili konec 18. stoletja in v začetku 19. (Žgajnar, 1973). Zdaj so sestoji črnega bora v fazi staranja in propadanja, kar se kaže v večji osutosti drevesnih krošenj. Pričakujemo, da bodo na Krasu v prihodnosti stare sestoje črnega bora nadomestili avtohtoni listavci (Pintar in sod., 2024).

Od leta 2007 se je povprečna osutost jelke (Kovač in Hladnik, 2009) zmanjšala za približno 3 %, od leta 1995 pa za več kot 10 %. Jelka je bila v začetku tretjega tisočletja med bolj poškodovanimi drevesnimi vrstami z velikim deležem dreves z več kot 25-odstotno osutostjo predvsem zaradi občutljivosti za onesnažen zrak in propadanja zaradi lokalno onesnaženega zraka v 80. letih 20. stoletja (Kovač in Hladnik, 2009). Od leta 2007 se je delež zmanjšal z 48 na 30 %. Pozitivno je, da v letu 2024 nismo zaznali nobene jelke z več kot 75-odstotno osutostjo. To dejstvo je spodbudno, saj jelke s krošnjo, osuto za več kot 75 %, ne glede na starost ali debelino, ne priraščajo več (Hladnik in Kovač, 2009). Na podlagi tega lahko sklepamo, da v Sloveniji visoka stopnja osutosti jelke, kakršna je bila značilna v drugi polovici 20. stoletja, ni več problematična. Pri jelki v Dinarski ekološki regiji je težava predvsem pomanjkanje te vrste v lesni zalogi podmerskega drevja (višjega od 1,3 m in tanjšega od 10 cm) (Pintar in sod., 2024), kar napoveduje zmanjšanje lesne zaloge jelke v omenjeni ekološki regiji v prihodnosti. Delež jelke v lesni zalogi merskih dreves (debelejša od 10 cm) v Dinarski ekološki regiji znaša 19 %, v podmerskem drevju pa zgolj 2 %. Stanje v Pohorski ekološki regiji je boljše, saj je jelke veliko tudi v lesni zalogi podmerskega drevja (19 % lesna zaloga merskih dreves in 13 % lesna zaloga podmerskih dreves) (Pintar in sod., 2024).

Več kot 30-letno vsakoletno spremljanje osutosti dreves na ploskvah Ravni I v okviru programa ICP Forests omogoča dragocen vpogled v spremljanje vitalnosti drevesnih vrst, kar je še posebno aktualno v času podnebnih sprememb, ko so ekstremni vremenski dogodki vse pogostejši. Kot primer

lahko predstavimo tudi vseevropsko študijo (Rukh, 2024), v kateri so analizirali 414 ICP Forests bukovih ploskev Ravni I (tudi slovenske) in uporabili podatke meritev na istih ploskvah (dolge časovne vrste na istih lokacijah) za obdobje 1995 in 2022 ter ugotovili, da podnebne razmere v precejšnji meri vplivajo na osutost. Podatki stanja osutosti so pomembni za zaščito gozdnih ekosistemov in ohranjanje biotske raznovrstnosti ter ekosistemskih storitev gozdov (Pintar in Skudnik, 2024), kar je še posebno pomembno v času podnebnih sprememb, katerim so podvrženi gozdovi zmernega pasu (Kutnar in sod., 2021). Čeprav se osutost pogosto pojavlja kot pozen simptom zmanjšane vitalnosti dreves, je zanesljiv pokazatelj kumulativnih učinkov stresnih dejavnikov in omogoča oceno odpornosti ter obnovitvene sposobnosti posameznih vrst. V tem kontekstu kazalnik osutosti presega vlogo simptomatskega znaka poškodb, saj omogoča časovno spremljanje in primerjavo odzivov dreves na ponavljajoče se ekstremne dogodke (npr. suše, žledolome, vetrolome) (Eickenscheidt in Wellbrock, 2014; Toigo in sod., 2020). V prihodnjih študijah bi bilo smiselno preveriti tudi vpliv starosti dreves oz. premera na osutost krošnje. Za natančnejše in predvsem še bolj usklajene analize osutosti dreves bi bilo v prihodnosti smiselno terensko ocenjevanje osutosti dopolniti tudi s produkti multispektralnih in hiperspektralnih kamer ter laserskih skenerjev, ki bi jih upravljali z brezpilotnim letalnikom.

4 ZAHVALA

4 ACKNOWLEDGEMENT

Prispevek je nastal v okviru naloge 1 javne gozdarske službe (JGS) (Usmerjanje in strokovno vodenje spremljanja stanja razvrednotenja in poškodovanosti gozdov) na Gozdarskem inštitutu Slovenije, ki jo financira Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije, ter v okviru raziskovalnega programa Gozdna biologija, ekologija in tehnologija (P4-0107), ki ga financira Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije. Za delo pri terenskem zbiranju podatkov in pripravi podatkovne baze se zahvaljujemo vsem sodelavcem Gozdarskega inštituta Slovenije. Zahvaljujemo

se vsem predhodnim vodjem naloge JGS 1/1, še posebno zadnjemu – doc. dr. Mitji Skudniku.

5 VIRI

5 REFERENCES

- De Vries W., Vel E., Reinds G.J., Deelstra H., Klap J., Leeters E.E.J.M., Hendriks C.M.A., Kerkvoorden M., Landmann G., Herkendell J., Haussmann T., Erisman J.W. 2003. Intensive monitoring of forest ecosystems in Europe. I. Objectives, set-up and evaluation strategy. *Forest Ecology Management*, 174: 77-95. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00029-4](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00029-4)
- Eichhorn J., Roskams P., Potočić N., Timmermann V., Ferretti M., Mues V., Szepesi A., Durrant D., Seletković I., Schröck H.-W., Nevalainen S., Bussotti E., Garcia P., Wulff S., 2020. Part IV: Visual Assessment of Crown Condition and Damaging Agents. Version 2020-3. In: UNECE ICP Forests Programme Coordinating Centre (ed.): *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*. Eberswalde, Germany: Thünen Institute of Forest Ecosystems: 49 str.
- Eickenscheidt N., Wellbrock N. 2014. Consistency of defoliation data of the national training courses for the forest condition survey in Germany from 1992 to 2012. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186, 1: 257-275
- Grah A., Kermavnar J., Krajnc N., Kutnar L., Levanič T., Ogris N., Pintar A.M., Rupel M., Skudnik M., Simončič P., Šercer S., Vilhar U., Žlindra D. 2024. Poročilo o spremljanju stanja gozdov za leto 2023: Vsebinsko poročilo o spremljanju stanja gozdov v skladu s Pravilnikom o varstvu gozdov (2009). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 124 str.
- FAO. 2022. *The State of the World's Forests 2022. Forest pathways for green recovery and building inclusive, resilient and sustainable economies*. Rome: 141 str.
- Forest Europe. 2020. *State of Europe's Forests 2020*. Zvolen: 392 str.
- ICP Forests, 2025. A programme aiming at a comprehensive compilation of information on the condition of forests in Europe and beyond, <http://icp-forests.net/>, (12. 6. 2025)
- Kovač M., Hladnik D. 2009. Monitoring poškodovanosti jelke v obdobju 1987-2007. V: *Ohranitveno gospodarjenje z jelko: zbornik razširjenih povzetkov predavanj: XXVII. Gozdarski študijski dnevi*, Ljubljana, 2. in 3. april 2009. Diaci J. in sod. (ur.). Ljubljana: 46-49.
- Kovač M. 1996. Ten years of forest decline inventory in Slovenia : an overview. *Phyton*, 36, 3: 167-170.
- Kovač M., Skudnik M., Japelj A., Planinšek Š., Vochl S. 2014. I. Gozdna inventura. V: *Monitoring gozdov in gozdnih ekosistemov - priročnik za terensko snemanje*.

- (Studia forestalia Slovenica, 140). Kovač (ur.). Ljubljana, Založba Silva Slovenica: 7–113.
- Groznič E., De Groot M., Hauptman T. 2024. Namnožitve bukovega rilčkarja skakača v Sloveniji v letu 2024 - *Orchestes fagi* (Linnaeus, 1758). Novice iz varstva gozdov, 17: 1–2.
- Kutnar L., Kermavnar J., Pintar A.M. 2021. Climate change and disturbances will shape future temperate forests in the transition zone between Central and SE Europe. *Annals of Forest Research*, 64, 2: 67–86. <https://doi.org/10.15287/afr.2021.2111>
- Marinšek A., Celarc B., Grah A., Kokalj Ž., Nagel T. A., Ogris N., Oštrik K., Planinšek Š., Roženberger D., Veljanovski T., Vochl S., Železnik P., Kobler A. 2015. Žledolom in njegove posledice na razvoj gozdov – pregled dosedanjih znanj. *Gozdarski vestnik*, 73, 9: 392–405.
- Meining S., Wellbrock N., Knapp N., Bielefeldt J. (2024) European Photo International Cross-comparison Course 2023 (Photo-ICC 2023). Report, 21 str.
- Michel A., Haggenmüller K., Kirchner T., Prescher A.-K., Schwärzel K., Wohlgemuth L., editors (2024) Forest Condition in Europe: The 2024 Assessment. ICP Forests Technical Report under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (Air Convention). Eberswalde: Thünen Institute. 96 str. <https://doi.org/10.3220/ICPTR1732702585000>
- OECD (2020). „Forest resources (Edition 2017)“. OECD Environment Statistics (database) (7. 5. 2020)
- Ogris N., Skudnik M. 2021. V Sloveniji se povečuje osutost bukove krošnje. *Gozdarski vestnik*, 79, 5/6: 226–237.
- Ogris N. 2023. Bolezni, škodljivci in sušni stres pri navadni bukvi v različnih scenarijih podnebnih sprememb (V4-2026). Aktivnost 3.2: Vpliv bolezni in škodljivcev na hiranje bukve. (ur.) Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 26 str.
- Ogris N. 2024. Popis povzročiteljev poškodb drevja na ploskvah intenzivnega monitoringa gozdnih ekosistemov v Sloveniji. *Gozdarski vestnik*, 82, 7/8: 303–307.
- Ogris N. 2025. Poročilo o popisu povzročiteljev poškodb drevja. V: Poročilo o spremljanju stanja gozdov za leto 2024: vsebinsko poročilo o spremljanju stanja gozdov v skladu s Pravilnikom o varstvu gozdov (2009). Pintar, Žlindra, Höfferle (ur.). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 14–18.
- Pintar A. M., Ferreira A., Krajnc L., Kušar G., Skudnik M. 2024. Pestrost in pojavljanje domačih in tujerodnih drevesnih in grmovnih vrst na ploskvah Nacionalne gozdne inventure v Sloveniji. *Acta Silvae et Ligni*, 134: 11–26.
- Pintar A. M., Skudnik M. 2024. Osutost dreves na ploskvah intenzivnega monitoringa gozdnih ekosistemov v Sloveniji v zadnjih dveh desetletjih. *Gozdarski vestnik*, 82, 7/8: 308–318.
- Pravilnik o varstvu gozdov (Ur. l. RS št. 114/09, 31/16, 5/22 in 125/22 – popr.)
- R Core Team. 2025. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Rukh S., Sanders T. G. M., Krüger I., Schad T., Bolte A. 2023. Distinct Responses of European Beech (*Fagus sylvatica* L.) to Drought Intensity and Length—A Review of the Impacts of the 2003 and 2018–2019 Drought Events in Central Europe. *Forests*, 14, 2: 248. <https://doi.org/10.3390/f14020248>
- Rukh S., Krüger I., Potočić N., Timmermann V., Bolte A. 2024. Does climate drive the defoliation of European beech (*Fagus sylvatica* L.)? *Forest Ecology and Management*, 572: 122232. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.122232>
- Simončič P., Rupel M., Žlindra D., Kutnar L., Marinšek A. 2024. Program Intenzivnega monitoringa gozdov v Sloveniji (2004–2024). *Gozdarski vestnik*, 82, 6: 227–237.
- Skudnik M., Jeran Z., Batič F., Kastelec D. 2016. Spatial interpolation of N concentrations and $\delta^{15}N$ values in the moss *Hypnum cupressiforme* collected in the forests of Slovenia. *Ecological Indicators*, 61: 366–377. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.09.038>
- Skudnik M., Grah A., Pintar A. M., Planinšek Š. 2020. Digitalni zajem podatkov o stanju krošenj in poškodovanosti gozdov za namene poročanja ICP Forests. *Gozdarski vestnik*, 78, 4: 185–194.
- Skudnik M., Japelj A., Kovač M. 2011. Stanje osutosti dreves na ploskvah IMGE v letu 2009 in odvisnost osutosti od nekaterih izbranih kazalnikov. *Gozdarski vestnik*, 69, 5/6: 263–270.
- Šercer S. 2024. Vremenski vzorci: pogled na dvajsetletni intenziven monitoring gozdnih ekosistemov. *Gozdarski vestnik*, 82, 6: 253–258.
- Toigo M., Nicolas M., Jonard M., Croisé L., Nageleisen L.-M., Jactel H. 2020. Temporal trends in tree defoliation and response to multiple biotic and abiotic stresses. *Forest Ecology and Management*, 477: 118476. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118476>
- Vilhar U., Simončič P. 2012. Water status and drought stress in experimental gaps in managed and semi-natural silver fir-beech forests. *European Journal of Forest Research*, 131, 5: 1381–1397. <https://doi.org/10.1007/s10342-012-0605-x>
- Žlindra D., Levanič T., Rupel M., Skudnik M. 2015. Degradation of *Fagus sylvatica* on Trnovo plateau in southwest Slovenia. V: Long-term trends and effects of air pollution on forest ecosystems, their services, and sustainability, 4th ICP Forests Scientific Conference, May 2015, Ljubljana, Slovenia. Seidling W. (ed.). Ljubljana, Slovenian Forestry Institute, The Silva Slovenica Publishing Centre: 49 str.
- Žgajnar A. 1973. Širjenje črnega bora (*Pinus nigra* var *austriaca* ARNOLD) na Krasu. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 11, 2: 199–234.