

GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE

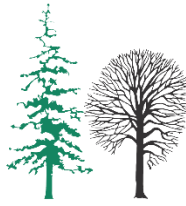
Poročilo o spremljanju stanja gozdov za leto 2021



Ljubljana,

30. 6. 2022

Ta stran je namenoma puščena prazna.



GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE

Večna pot 2, 1000 Ljubljana
Tel.: +386-1-2007800 | Fax.: +386-1-2573589

Poročilo o spremljanju stanja gozdov za leto 2021

Vsebinsko poročilo o spremljanju stanja gozdov v skladu s Pravilnikom o varstvu gozdov (2009)

Naročnik: MKGP

Poročilo so pripravili člani projektne skupine na Gozdarskem inštitutu Slovenije:
dr. Mitja Ferlan, Andrej Grah, dr. Janez Kermavnar, doc. dr. Lado Kutnar, dr. Nikica Ogris,
Anže Martin Pintar, Matej Rupel, dr. Primož Simončič, dr. Mitja Skudnik, dr. Urša Vilhar,
Daniel Žlindra

Urednika:
Anže Martin Pintar, Daniel Žlindra

Avtor fotografij na platnicah:
Anže Martin Pintar

Ljubljana, 30. junij 2022

Ta stran je namenoma puščena prazna.



Kazalo vsebine

1	UVOD.....	1
2	SPREMLJANJE STANJA GOZDOV V L. 2021, RAVEN I.....	3
2.1	Splošni podatki o izvajanju Popisa spremljanja stanja gozdov	3
2.2	Popis osutosti dreves.....	5
2.3	Poročilo o popisu povzročiteljev poškodb drevja	13
2.3.1	Rezultati popisa poškodb – splošno.....	13
2.3.2	Rezultati popisa poškodb po drevesnih vrstah (za drevesne vrste, ki imajo vsaj 50 enot v vzorcu)	15
3	SPREMLJANJE STANJA GOZDOV V L. 2021, RAVEN II.....	18
3.1	Splošni podatki o izvajanju Popisa spremljanja stanja gozdov na ploskvah intenzivnega monitoringa gozdnih ekosistemov (IMGE)	18
3.1.1	Ocena stanja krošenj na ploskvah IMGE	21
3.2	Poročilo o popisu povzročiteljev poškodb drevja	30
3.2.1	Rezultati popisa poškodb – splošno za raven II	30
3.2.2	Rezultati popisa poškodovanosti po drevesnih vrstah za raven II	31
3.2.3	Analiza po prizadetem delu drevesa in starosti poškodb za raven II.....	34
3.2.4	Trendi poškodovanosti krošnje po kategorijah povzročiteljev.....	35
3.3	Pritalna vegetacija – raven II skupaj z ravnjo I.....	36
3.3.1	Uvod.....	36
3.3.2	Študijsko območje in metode	36
3.3.3	Rezultati študije	37
3.3.4	Druge aktivnosti	38
3.4	Fenološka opazovanja	39
3.5	Popis vidnih poškodb vegetacije po ozonu	40
3.5.1	Dodatne aktivnosti, ki so bile izvedene v letu 2021.....	43
3.6	Foliarni popis	45
3.6.1	Spremembe na drevesih za foliarno vzorčenje do leta 2021	45
3.6.2	Vzorčenje za foliarne analize v letu 2021.....	45
3.6.3	Analizne metode	47
3.6.4	Masa 100 listov	47
3.6.5	Masa 1000 iglic	53
3.7	Meteorološke meritve	59
3.7.1	Samodejne meteorološke postaje Gozdarskega inštituta Slovenije v letu 2021	59



3.7.2	Delo z meteorološkimi postajami Gozdarskega inštituta Slovenije.....	61
3.7.3	Meritve, podatki in razvoj	62
3.8	Meritve zračnih usedlin.....	63
3.9	Kakovost zraka	77
3.10	Vzdrževanje, aktivnosti in ostala dogajanja na ploskvah v letu 2021.....	84
3.11	Kakovost dela v laboratorijih	89
4	DODATNE AKTIVNOSTI, KI SO BILE IZVEDENE V LETU 2021.....	92
5	SEZNAM REFERENC S PODROČJA SPREMLJANJA GOZDOV V L. 2021.....	93



Kazalo preglednic

Preglednica 1: Stanje krošenj med leti 1991 do 2021.....	6
Preglednica 2: Iglavci - poročilo o osutosti glavnih drevesnih vrst.....	10
Preglednica 3: Listavci - poročilo o osutosti glavnih drevesnih vrst.....	11
Preglednica 4: Deleži poškodovanih dreves po razredih osutosti - vse drevesne vrste.	12
Preglednica 5: Porazdelitev dreves po stopnjah osutosti.....	12
Preglednica 6: Število vseh dreves na ploskvah IMGE od leta 2003 do 2021.....	19
Preglednica 7: Povprečna osutost in indeks osutosti v letih 2020 in 2021.....	21
Preglednica 8: Povprečna osutost za iglavce in listavce v letih 2019-2021.....	21
Preglednica 9: Najpogostejši povzročitelji poškodovanosti dreves na ploskvah Nivo II v letu 2021 (s frekvenco nad 10).	31
Preglednica 10: Pogostost poškodb delov drevesa (N = 792).....	34
Preglednica 11: Pogostost poškodb delov krošnje (N = 585).....	34
Preglednica 12: Obseg poškodovanosti debla po drevesnih vrstah (N = 6).	34
Preglednica 13: Ploskve, na katerih so potekala fenološka opazovanja v letu 2021. ...	39
Preglednica 14: Vidne poškodbe vegetacije zaradi ozona ob gozdnem robu leta 2021.	40
Preglednica 15: Število vidno poškodovanih drevesnih oz. grmovnih vrst na ploskvah v letu 2021.....	41
Preglednica 16: Spremembe na ploskvah vzorčenih dreves.	45
Preglednica 17: Vzorčenje listavcev.	46
Preglednica 18: Vzorčenje iglavcev.	46
Preglednica 19: Količine padavin na prostem, v sestoji in prestrežene količine.	65
Preglednica 20: Ploskve, na katerih je potekalo pasivno merjenje ozona.	77
Preglednica 21: Lokacijski pregled izrednih dogodkov in aktivnosti na ploskvah intenzivnega monitoringa.	84
Preglednica 22: Število vzorcev in parametrov po matriksih, analiziranih v letu 2021.	91



Kazalo slik

Slika 1: Prikaz ploskev Raven I in Raven II v Sloveniji ter njihova vpetost v mrežo evropskih ploskev (Avtor: S. Vochl).....	1
Slika 2: Rdeči bori na ploskvi Raven II Brdo poleti leta 2021 (Foto: Š. Planinšek).....	2
Slika 3: Nekaj primerov ocen osutosti bukve (<i>Fagus sylvatica</i>).....	4
Slika 4: Pregledna karta razporeditev ploskev monitoringa spremljanja poškodovanosti gozdov na sistematični mreži 16 × 16 (Vir podatkov: GURS, 2019; ZGS, 2019).....	4
Slika 5: Obnova oznak dreves na ploskvah Raven 1 (Foto: Š. Planinšek).....	5
Slika 6: Povprečna osutost krošenj dreves na mreži 16 × 16 km za obdobje od leta 1991 do 2021.....	7
Slika 7: Prikaz porazdelitve ocen osutosti za izbrane drevesne vrste v letu 2021.....	7
Slika 8: Delež poškodovanih dreves na mreži 16 × 16 km za obdobje od leta 1991 do 2021 ...	8
Slika 9: Padlo odmrlo drevo. Pri metodi 6 dreves se vsako drevo nadomesti (Foto: Š. Planinšek).	9
Slika 10: Povprečna poškodovanost krošnje za glavne kategorije povzročiteljev 2009–2021..	13
Slika 11: Kostanjev rak (<i>Cryphonectria parasitica</i>) in njegovi simptomi: trosišča glive in nekroza (Foto: N. Ogris).....	14
Slika 12: Povprečna osutost krošnje glavnih drevesnih vrst 2009–2021.....	15
Slika 13: Povprečna pojasnjenost poškodovanosti krošnje glavnih drevesnih vrst 2009–2021.	16
Slika 14: Rdeča sušica listavcev, ki jo povzroča gliva <i>Nectria cinnabarina</i> (Foto: N. Ogris).....	17
Slika 15: Trosnjaki <i>Heterobasidion parviporum</i> na dnu navadne smreke (Foto: N. Ogris)....	17
Slika 16: Pregledna karta razporeditev ploskev intenzivnega monitoringa gozdnih ekosistemov v letu 2021.....	20
Slika 17: Povprečna osutost, indeks osutosti in število dreves na IMGE ploskvi Krucmanove konte.	22
Slika 18: Povprečna osutost, indeks osutosti in število dreves za IMGE ploskev Fondek.	23
Slika 19: Povprečna osutost, indeks osutosti in število dreves za IMGE ploskev Gropajski bori (zgoraj) in Brdo (spodaj).	24
Slika 20: Povprečna osutost, indeks osutosti in število dreves za IMGE ploskvi Borovec (zgoraj) in Lontovž (spodaj).....	25
Slika 21: Povprečna osutost, indeks osutosti in število dreves za IMGE ploskev Gorica.....	26
Slika 22: Povprečna osutost, indeks osutosti in število dreves za IMGE ploskev Krakovski gozd (zgoraj) in Murska šuma (spodaj).	27
Slika 23: Povprečna osutost, indeks osutosti in število dreves za IMGE ploskev Tratice.....	28
Slika 24: Usklajevalni terenski seminarji in predstavitve nove opreme so nujen del priprave na popise (foto: Š. Planinšek).	29
Slika 25: Sušenje poganjkov črnega bora, ki ga povzroča gliva <i>Diplodia pinea</i> (Foto: N. Ogris).	30
Slika 26: Povprečna osutost krošnje najpogostejših drevesnih vrst na ravni II v 2009–2021. ...	32
Slika 27: Povprečna pojasnjenost osutosti krošnje najpogostejših drevesnih vrst na ravni II v 2009–2021.....	32
Slika 28: Trosišča cinobraste bradavičke (<i>Nectria cinnabarina</i>) na bukovi skorji (Foto: N. Ogris).	33
Slika 29: Poškodba na vejici zaradi velikega borovega stržnarja (<i>Tomicus piniperda</i>) (Foto: G. Csoka, Hungary Forest Research Institute, Bugwood.org).....	33



Slika 30: Povprečna poškodovanost krošnje za glavne kategorije povzročiteljev 2009–2021..	35
Slika 31: Prostorska razporeditev 50 ploskev za spremljanje stanja gozdov v Sloveniji (raven I in raven II), na katerih je bila popisana gozdna vegetacija in so bili pridobljeni podatki o rastiščnih razmerah, s poudarkom na vzorčenju gozdnih tal.	36
Slika 32: Prikaz dela proučenih ploskev za spremljanje stanja gozdov na ravni I in II v Sloveniji, ki predstavljajo širok gradient rastiščnih in sestojnih razmer. V raziskavi smo med drugim zajeli različne smrekove in jelove gozdove, bukove in mešane gozdove na različnih geoloških podlagah, gozdove rdečega in črnega bora ter nižinske hrastovo-belogabrove gozdove.	37
Slika 33: Poškodbe lista bukve (<i>Fagus sylvatica</i> L.) in leske (<i>Corylus avellana</i>) zaradi O ₃ - Fondek – Trnovska planota, 25. 8. 2021 (Foto: M. Rupel).	41
Slika 34: Poškodovana lista topokrpega javorja (<i>Acer obtusatum</i> L.) zaradi ozona - Borovec pri Kočevski Reki, 21. 9. 2021 (Foto: M. Rupel).	42
Slika 35: Dobrovita (<i>Viburnum lantana</i>) brez poškodb zaradi ozona - Ploskev Gameljne pod Šmarno goro, 7.07.2021 (Foto: M. Rupel).	44
Slika 36: Koncentracije ozona na ploskvi Gameljne (ob Savi pri Sp. Gameljnah pod Šmarno goro) v letu 2021 (Graf in izračun: D. Žlindra).	44
Slika 37: Mase 100 listov bukve s ploskve 2 – Fondek in njihovo povprečje.	47
Slika 38: Mase 100 listov bukve s ploskve 5 – Borovec in njihovo povprečje.	48
Slika 39: Mase 100 listov bukve s ploskve 8 – Lontovž in njihovo povprečje.	49
Slika 40: Mase 100 listov bukve s ploskve 9 – Draga in njihovo povprečje.	50
Slika 41: Mase 100 listov hrasta s ploskve 10 – Krakovski gozd in njihovo povprečje.	51
Slika 42: Mase 100 listov hrasta s ploskve 11 – Murska šuma in njihovo povprečje.	52
Slika 43: Mase 100 listov bukve s ploskve 12 – Tratice in njihovo povprečje.	53
Slika 44: Mase 1000 iglic proučevanih smrek na ploskvi 1 – Pokljuka. Soda leta: iglice preteklega letnika, liha leta: iglice tekočega letnika.	54
Slika 45: Mase 1000 iglic proučevanih črnih borov na ploskvi 3 – Gropajski bori. Soda leta: iglice preteklega letnika, liha leta: iglice tekočega letnika.	55
Slika 46: Mase 1000 iglic proučevanih rdečih borov na ploskvi 4 – Brdo. Soda leta: iglice preteklega letnika, liha leta: iglice tekočega letnika.	56
Slika 47: Mase 1000 iglic proučevanih jelk na ploskvi 9 – Draga – Travljska gora. Soda leta: iglice preteklega letnika, liha leta: iglice tekočega letnika.	57
Slika 48: Mase 1000 iglic proučevanih smrek na ploskvi 12 – Tratice. Soda leta: iglice preteklega letnika, liha leta: iglice tekočega letnika.	58
Slika 49: Skica in slika samodejne meteorološke postaje Gozdarskega inštituta Slovenije pri Borovcu na Kočevskem (škica: I. Sinjur, foto: M. Ferlan).	59
Slika 50 : Lokacije samodejnih meteoroloških postaj GIS v letu 2021.	60
Slika 51: Primer izpisa merjenih veličin v grafičnem spletnem vmesniku eEMIS za pregledovanje baze podatkov v oblaku, kamor se shranjujejo podatki iz samodejnih meteoroloških postaj (Foto: M. Ferlan).	61
Slika 52: Omarica s sončno celico, Li-Ion baterijo, anteno, GPRS modemom in hranilnikom podatkov (Foto: I. Sinjur).	61
Slika 53: Prikaz vzorčevalnikov za usedline na ploskvah intenzivnega spremljanja gozdnih ekosistemov znotraj sestoja (levo, foto: M. Rupel) in na odprtem (desno, foto: I. Sinjur).	63
Slika 54: Padavine na prostem in v sestoju na proučevanih ploskvah v letu 2021.	64
Slika 55: Intercepcija padavin na proučevanih ploskvah po posameznih letih.	65
Slika 56: Količina zračnih usedlin in onesnaževal na ploskvi Fondek na prostem (zgoraj) in v sestoju (spodaj).	67



Slika 57: Količina zračnih usedlin in onesnaževal na ploskvi Brdo na prostem (zgoraj) in v sestoju (spodaj).....	69
Slika 58: Količina zračnih usedlin in onesnaževal na ploskvi Borovec na prostem (zgoraj) in v sestoju (spodaj).....	71
Slika 59: Količina zračnih usedlin in onesnaževal na ploskvi Tratice na prostem (zgoraj) in v sestoju (spodaj).....	73
Slika 60: Količina zračnih usedlin in onesnaževal na ploskvi GIS vrt na prostem (zgoraj) in v sestoju (spodaj).....	75
Slika 61 (zgoraj in desno): Kontrolne meritve ozona z difuzivnimi vzorčevalniki na novi merilni postaji ARSO v Ljubljani (avgust 2021) (Foto: M. Rupel).....	77
Slika 62: Primerjava vrednosti ozona med aktivnim in pasivnimi vzorčevalniki na merilnem mestu ARSO Ljubljana v letu 2021.....	78
Slika 63: Primerjava vrednosti ozona med aktivnim in pasivnimi vzorčevalniki na merilnem mestu Iskrba ter dodatno Borovec.....	79
Slika 64: Vsebnosti ozona na Pokljuki (levo) in Fondku (desno).....	80
Slika 65: Vsebnosti ozona na Gropajskih Borih (levo) in Brdu (desno).....	80
Slika 66: Vsebnosti ozona na Borovcu (levo) in Lontovžu (desno).....	81
Slika 67: Vsebnosti ozona na Travljski gori (Draga) (levo) in Krakovski gozd (desno).....	81
Slika 68: Vsebnosti ozona v Murski Šumi (levo) in na Traticah (desno).....	82
Slika 69: Vsebnosti ozona v Gameljnah (Ljubljana) in na vrtu GIS.....	82
Slika 70: Ploskev Pokljuka: izžagani koluti izbranih dreves na 4 m višine, za raziskave vpliva podnebnih sprememb na dinamiko akumulacije lesne biomase bukve in smreke v Sloveniji (Foto: M. Rupel).....	85
Slika 71: Ploskev Pokljuka: »huda« zima z debelo snežno odejo je poškodovala meteorološko postajo v vrzeli v bližini raziskovalnega objekta v gozdu (Foto: M. Rupel).....	86
Slika 72: Ploskev Fondke: ureditev dostopne vlake po pravilu lesa (levo) popravljeni oz. zamenjani poškodovani lizimetri (desno) (Foto: M. Rupel).....	86
Slika 73: Ploskev Brdo: postavljena nova ograja okoli vzorčevalnikov padavin na prostem (levo) in nova ograja okoli meteorološke postaje z novo tablico (desno) (Foto: M. Rupel).....	86
Slika 74: Ploskev Borovec: nameščanje novih pokrovov za lizimetske svečke oz. stekleničke s talno raztopino (levo) in meteorološka postaja Borovec pozimi, kjer je bil obnovljen nosilec za spremljanje pasivnega ozona s termometrom (desno) (Foto: M. Rupel).....	87
Slika 75: Ploskev Pohorje: postavljena nova mizica za vzorčenja in tablica na kontrolni ploskvi Petinove jame (levo) in Ploskev Pohorje - Tratice: načrt zarisa lege objekta - varovalne ograje (Foto: M. Rupel).....	87
Slika 76: Ploskev Pohorje: kontrolna ploskev Ribička; ostanki od divjadi uničene tablice (levo) in postavljeni podrti vzorčevalniki za depozite in nova tablica (desno) (Foto: M. Rupel).....	88
Slika 77: Ploskev Murska Šuma: podrta ograja okoli ploskve v gozdu (Foto: A. Sarjaš).....	88
Slika 78: Pregled uspešnosti LGE v vseh krožnih analizah vodnih vzorcev po parametrih v letih 2009–2021.....	90
Slika 79: Pregled uspešnosti LGE v vseh krožnih analizah foliarnih vzorcev po parametrih, primerjalno v letih 2009 do 2021.....	90
Slika 80: Pregled uspešnosti LGE v vseh krožnih analizah talnih vzorcev po parametrih primerjalno med leti 2009 ter 2012-2021.....	91
Slika 81: Posnetka zaslona med srečanjem, 9. marec 2021 (Foto: M. Rupel).....	92



1 UVOD

dr. Primož Simončič, D. Žlindra

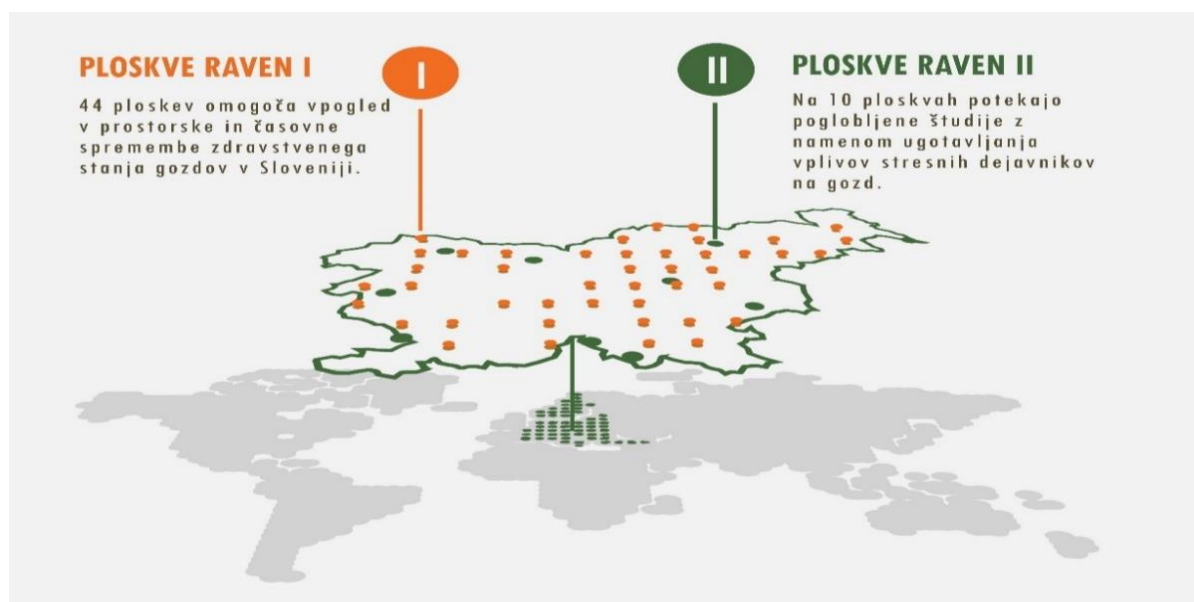
V letošnjem letu poteka 37 let od začetka mednarodnega programa "Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests; <http://icp-forests.net/>)" pod okriljem »Konvencije o onesnaževanju zraka na velike razdalje preko meja« (CLRTAP UN Economic Commission for Europe (UNECE)). Na našem inštitutu sodelujemo pri spremljanju vpliva okoljskih dejavnikov na gozdove od začetka delovanja programa (<https://www.gozdis.si/publikacije/>).

Program, ki je v skoraj 40 letih delovanja preživel boljša in slabša obdobja postaja vse bolj odprt raziskovalcem v Evropi in po Svetu, v okviru programa nastajajo številne nove publikacije rezultatov monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov.

V času ko smo dobili gozdarji novo strategijo EU za gozdove (2030) se pojavlja potreba po uporabi infrastrukture ICP Forests programa za doseganje nekaterih pomembnih vsebin, ciljev nove gozdarske strategije.

Primer dobre prakse uporabe rezultatov monitoringa ICP Forests je direktiva NEC (Direktiva 2016/2284 Evropskega parlamenta; določitev nacionalnih zgornjih meje emisij za osnovna onesnaževala zunanjega zraka ...), ki za pripravo ocen emisij uporablja infrastrukturo in usklajeno metodologijo mednarodnega programa monitoringa gozdov.

Menimo, da je pomembno nadaljevati in nadgraditi ter razširiti naše dosedanje delo, skrbeti za dragoceno terensko infrastrukturo in uporabiti znanje in rezultate za namene spremljanja vpliva podnebnih sprememb in drugih okoljskih dejavnikov na stanje in razvoj slovenskih gozdov.



Slika 1: Prikaz ploskev Raven I in Raven II v Sloveniji ter njihova vpetost v mrežo evropskih ploskev (Avtor: S. Vochl).



Nekaj poudarkov iz letošnjega poročila:

Povprečna osutost na ploskvah Raven I se je v zadnjem letu povečala in ostaja visoka. Letna nihanja ocen osutosti dreves so kombinacija posledic ekstremnih vremenskih razmer (med leti) in nekaterih biotskih ter abiotskih stresnih dejavnikov.

Povprečna osutost se na več kot polovici ploskev Raven II od leta 2014 postopno slabša, vendar je bilo v zadnjem letu zaznано zmerno izboljšanje stanja na 6 ploskvah. Predvsem na ploskvah, kjer stari sestoj nadomeščajo nova drevesa.

Mase iglic in listov se na večini ploskev in za večino drevesnih vrst povečujejo in prihajajo na raven izpred 15 let.

Poškodbe zaradi ozona so prisotne kljub relativno nizkim povprečnim 14-dnevnim vsebnostim v zraku.

Vnos onesnaževal z zračnim usedom se je v splošnem še znižal, na nekaterih ploskvah pa malenkostno zvišal, saj je bilo v letu 2021 manj rigorozno zaprtje javnega življenja.



Slika 2: Rdeči bori na ploskvi Raven II Brdo poleti leta 2021 (Foto: Š. Planinšek).

Na koncu se zahvaljujemo vsem sodelavcem Gozdarskega inštituta Slovenije in kolegom Zavoda za gozdove Slovenije, ki so aktivno sodelovali pri rednih in včasih nepredvidenih aktivnostih na terenu, stalnem zbiranju vzorcev, pripravi in končnemu izgledu poročila.



2 SPREMLJANJE STANJA GOZDOV V L. 2021, RAVEN I

Avtorja poročila: Anže Martin Pintar, dr. Mitja Skudnik

Terenski popis: dr. Mitja Skudnik, mag. Špela Planinšek, Jure Žlogar, Anže Martin Pintar

Priprava podatkov: Andrej Grah

2.1 Splošni podatki o izvajanju Popisa spremljanja stanja gozdov

Ustanova	Gozdarski inštitut Slovenije
Število vzorčnih ploskev	44
Število vzorčnih dreves	1056
Obdobje vzorčenja	14. julij – 16. september 2021
Zagotavljanje kvalitete in kontrola kakovosti	<ul style="list-style-type: none"> Organiziran je bil kalibracijski seminar za popisovalce spremljanja stanja gozdov. Seminar je potekal dne 14. 7. 2021 na IM ploskvi Borovec in na M6 ploskvi v bližini Kočevja. Seminarja so se udeležili štirje zaposleni na GIS-u (<i>Jure Žlogar, Anže Martin Pintar, Špela Planinšek in Mitja Skudnik</i>), ki so potem sodelovali tudi pri terenskem popisu in obdelavi podatkov; Popisovalci so sodelovali na vseevropskem foto kalibracijskem seminarju za terenske sodelavce ICP Forests; Neodvisne nacionalne kontrole ni bilo, ker sta ekipi, zadolženi za izvajanje monitoringa in poročanje, snemanje izvedli sami. Po vnosu so bile opravljene vse nujne logične kontrole vnosov in obdelava podatkov.
Način obdelave podatkov	<ul style="list-style-type: none"> Statistične metode. Povprečne vrednosti na ravni države se v prvi fazi izračunajo za posamezno ploskev in nato kot povprečje za celotno državo.

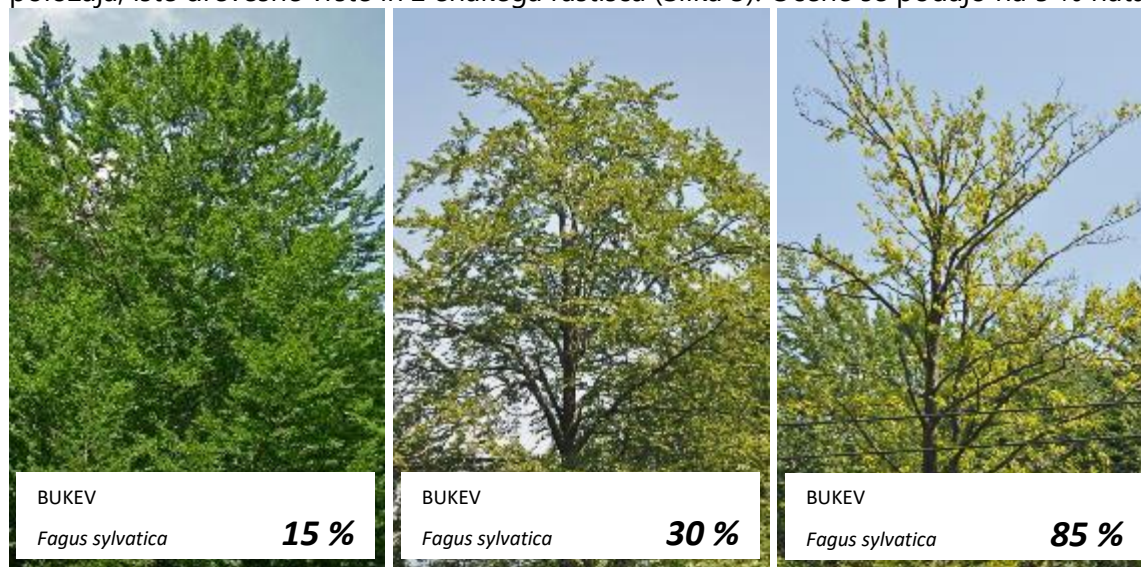
Cilji spremljanja stanja gozdov so:

- zbrati periodične informacije o prostorskem in časovnem spreminjanju vitalnosti dreves na ravni države. Usklajenost metodologije z drugimi evropskimi državami omogoča tudi primerjavo med državami;
- ugotoviti trend osutosti drevesnih vrst in v primeru prisotnosti poškodbe oceniti njeno intenziteto ter vir (biotska, abiotska ali antropogena poškodba);
- poročati o stanju gozdov na različnih prostorskih ravneh (npr. nacionalna poročila, ki jih določa Pravilnik o varstvu gozdov) in poročila na mednarodni ravni, za katere se je država obvezala ob podpisu resolucij in protokolov ([ICP Forests](#), UN-FAO/ECE, [Forest Europe](#)).

Popis poškodovanosti gozdov temelji na slučajnostnem sistematičnem vzorčenju, pri čemer je vsak vzorec sestavljen iz štirih podploskev, ki so med seboj oddaljene 25 metrov (oglišča kvadrata). Na vsaki podploskvi je poškodovanost/osutost ocenjena središču najbližjim šestim drevesom (metoda šestih dreves - M6) in rezultat teh ocen je podan v tem poročilu.

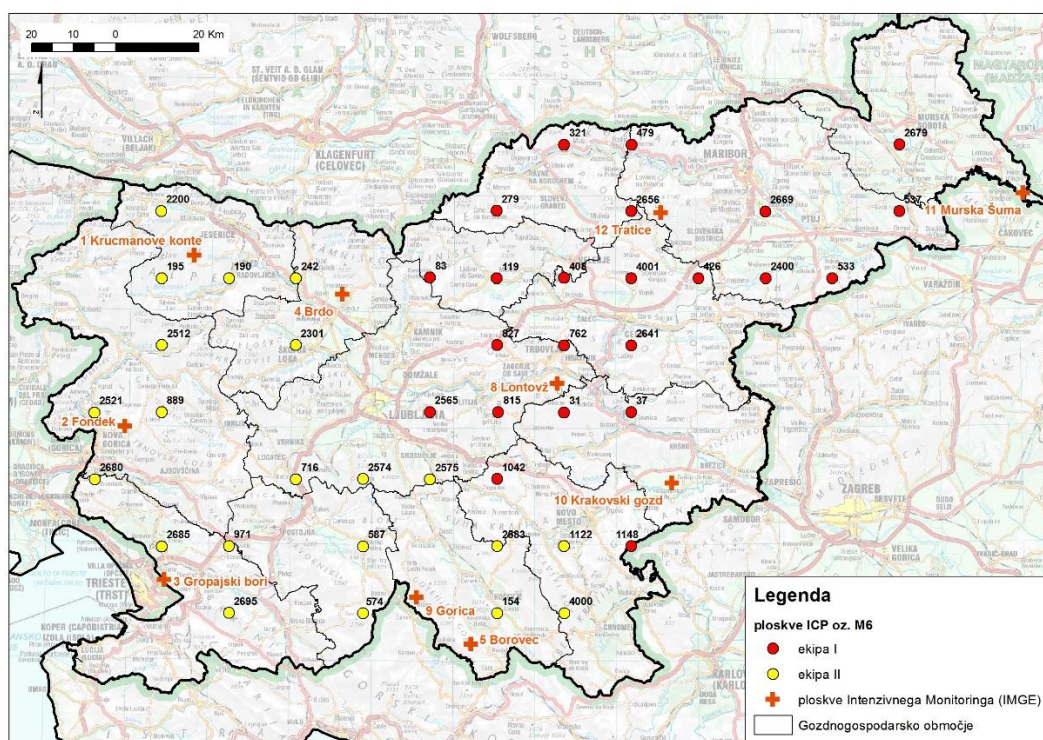


Ocena poškodovanosti temelji na oceni osutosti, kar je okularno ocenjen delež (%) manjkajočih asimilacijskih organov (listov, iglic) v primerjavi z normalnim drevesom istega socialnega položaja, iste drevesne vrste in z enakega rastišča (Slika 3). Ocene se podajo na 5 % natančno.



Slika 3: Nekaj primerov ocen osutosti bukve (*Fagus sylvatica*).

V letu 2021 je popis potekal na 44-ih traktih, ki so preko Slovenije sistematično razporejeni po celotnem gozdnem prostoru na vzorčni mreži 16 × 16 km (Slika 4). Na vsakem traktu je poškodovanost ocenjena 24-imi drevesom. V letu 2021 je bila poškodovanost ocenjena 1056 drevesom.



Slika 4: Pregledna karta razporeditev ploskev monitoringa spremljanja poškodovanosti gozdov na sistematični mreži 16 × 16 (Vir podatkov: GURS, 2019; ZGS, 2019).



2.2 Popis osutosti dreves

Od vseh popisanih dreves v letu 2021 je bilo 347 iglavcev in 709 listavcev. Povprečna osutost je znašala 30,7 % in se je v 20 letih zvišala za 6 %. Povprečna osutost se je v zadnjem letu povečala in ostaja visoka (glede na povprečje EU 23,3 %).

Povprečna osutost iglavcev v letu 2021 je 29,4% in listavcev 31,3 % (Preglednica 1).

Okrevanje po žledolomu 2014 pri iglavcih je nejasno zaradi gradacij podlubnikov, ki so posledica velikih količin podrtega in poškodovanega drevja v gozdovih po 2014. Okrevanje pri listavcih je tudi nestabilno, saj se je začetna moč obnove krošenj (adventivni poganjki) ustavila in se to kaže na slabšem stanju krošenj na nekaterih ploskvah. V določenih predelih Slovenije se je zaradi poškodb, odmiranja in sečnje iglavcev občutno zvišal delež listavcev na ploskvah.

V zadnjih letih opazamo tudi slabšanje stanja osutosti pri bukvi. Vzroki so za sedaj še neznani.



Slika 5: Obnova oznak dreves na ploskvah Raven 1 (Foto: Š. Planinšek).

Časovna vrsta poškodovanosti dreves za celotno 30-letno obdobje kaže, da se je v obdobju 1991-2000 stanje gozdov slabšalo, od leta 2000 naprej pa je razmeroma stabilno. Na začetku obdobja 2015-2020 opazamo visok dvig osutosti dreves, nato pa umirjanje negativnega trenda poslabševanja stanja - povečevanja osutosti tako pri iglavcih kot pri listavcih. Večji dvig osutosti smo nato zaznali v zadnjem letu.

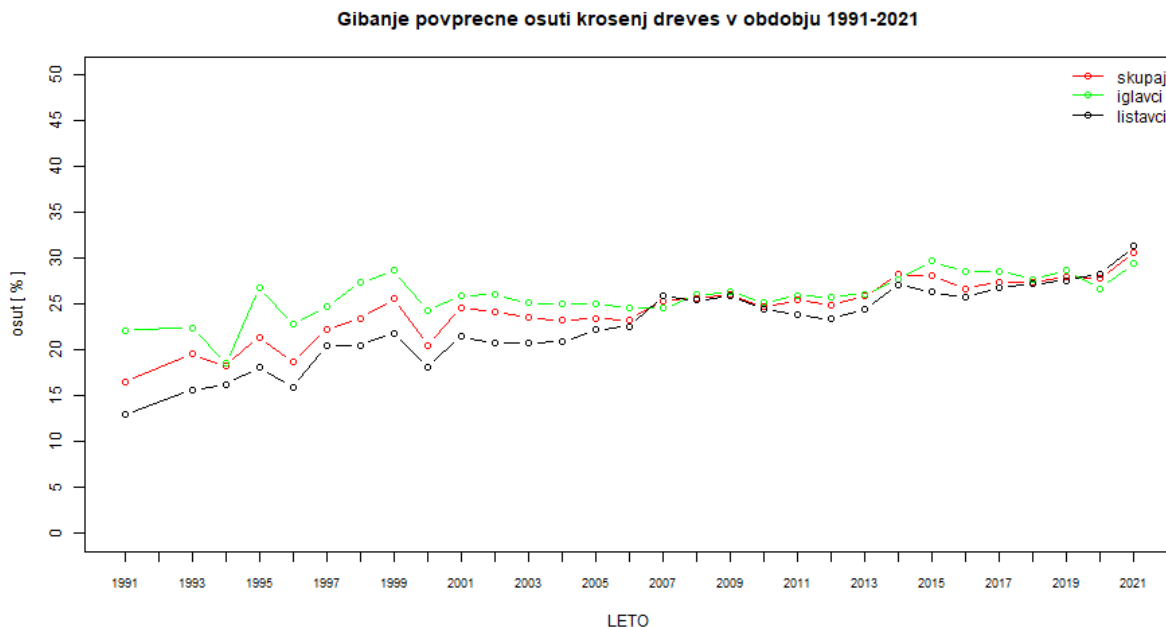
V preteklih letih je bilo mogoče opaziti, da se povprečna osutost listavcev zmanjšuje, medtem ko je bila povprečna osutost iglavcev v istem velikostnem razredu (Slika 6). Od leta 2000 do 2021 se je povečala tako osutost iglavcev kot listavcev. V letu 2014 in kasneje je na poslabšano stanje gozdov vplival predvsem žled, ki je močno poškodoval gozdove v posameznih območjih Slovenije. Drevesni vrsti z najvišjim povprečnim deležem osutosti sta dob (*Quercus robur*) in domači kostanj (*Castanea sativa*). Med manj poškodovane drevesne vrste se uvrščajo bela jelka (*Abies alba*), beli gaber (*Carpinus betulus*) in gorski javor (*Acer pseudoplatanus*).



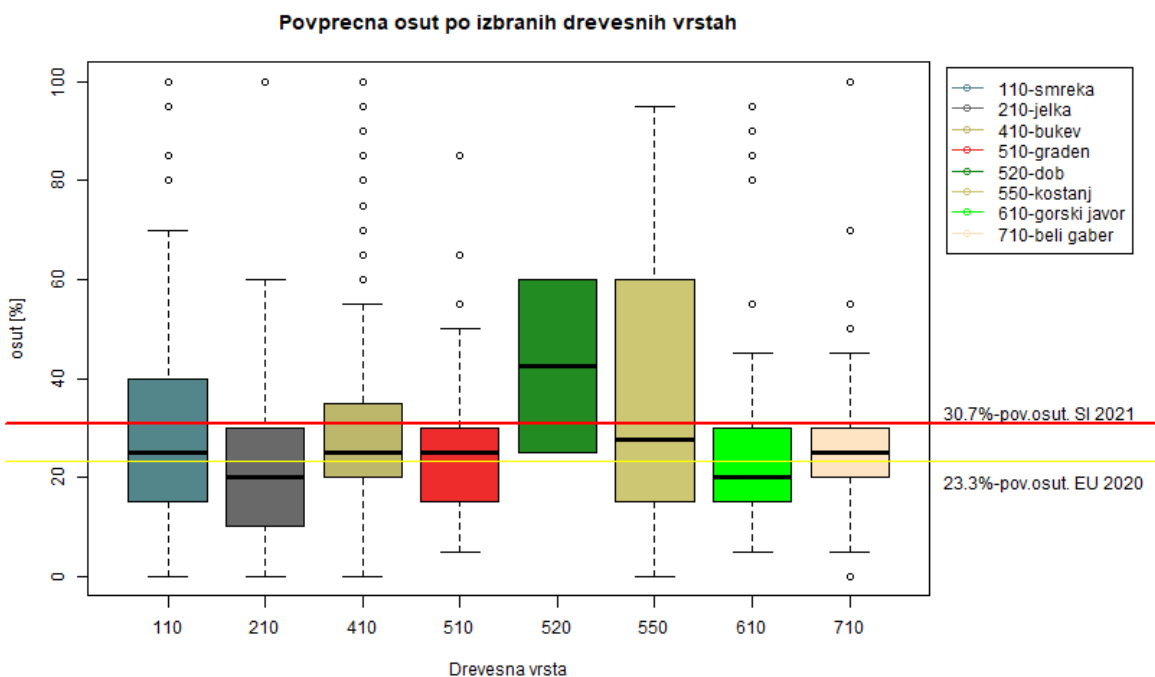
Do leta 2020 je stanje kazalo na nadaljevanje oz. stagnacijo počasne obnove (tako pri iglavcih kot pri listavcih). Stanje pri iglavcih je bilo nejasno zaradi gradacij podlubnikov, ki so posledica podrtega drevja in lesne biomase iglavcev v gozdovih. Stanje pri listavcih je bilo tudi nestabilno, saj se je tudi začetna moč obnove krošenj (adventivni poganjki) ustavila. V letu 2021 pa je bilo zaznано poslabšanje stanja tako pri iglavcih kot pri listavcih. To bi lahko pripisali vplivom podnebnih sprememb, gradacijam podlubnikov in predvsem pri listavcih vplivu sekundarnih poškodb po žledu 2014.

Preglednica 1: Stanje krošenj med leti 1991 do 2021.

leto	povprečna osut	pov. osut iglavci	pov. osut listavci	indeks poskodovanosti	indeks posk. iglavci	indeks posk. listavci
1 1991	16.56	22.14	12.95	15.57	26.4	9.35
2 1993	19.59	22.46	15.68	18.87	25.28	12.45
3 1994	18.29	18.53	16.3	15.69	16.35	13
4 1995	21.42	26.86	18.07	24.71	37.75	17.63
5 1996	18.69	22.8	15.95	18.94	27.52	12.62
6 1997	22.21	24.69	20.49	27.03	31.06	20.34
7 1998	23.49	27.37	20.49	28.81	38.87	21.72
8 1999	25.62	28.65	21.87	30.62	41.97	22.77
9 2000	20.56	24.32	18.15	22.28	30.32	16.86
10 2001	24.62	25.9	21.46	30.41	36.11	24.53
11 2002	24.16	26.11	20.78	30.85	41.49	24.36
12 2003	23.56	25.13	20.75	29.27	36.73	23.76
13 2004	23.27	24.98	20.93	29.27	40.51	23.67
14 2005	23.47	24.99	22.21	30.59	35.08	28.49
15 2006	23.3	24.6	22.6	29.4	32.2	27.8
16 2007	25.37	24.56	25.87	35.7	36.6	35.7
17 2008	25.65	26.02	25.42	36.9	40.74	34.56
18 2009	26.05	26.36	25.86	35.42	39.07	32.78
19 2010	24.71	25.13	24.48	31.72	42.79	23.23
20 2011	25.45	25.95	23.81	31.4	37.87	27.62
21 2012	24.91	25.78	23.36	29.04	37.03	23.01
22 2013	25.87	26.14	24.46	30.87	34.31	28.47
23 2014	28.21	27.72	27.14	38.29	39.95	34.9
24 2015	28.08	29.69	26.3	37.81	44.33	32.75
25 2016	26.7	28.52	25.71	33.81	41.89	31.31
26 2017	27.46	28.6	26.86	37.03	40.6	35.12
27 2018	27.38	27.73	27.2	36.08	40.33	33.86
28 2019	27.97	28.68	27.61	37.69	42.7	35.14
29 2020	27.82	26.73	28.35	38.07	41.11	36.61
30 2021	30.69	29.41	31.31	42.23	44.09	41.33



Slika 6: Povprečna osutost krošenj dreves na mreži 16 × 16 km za obdobje od leta 1991 do 2021



Slika 7: Prikaz porazdelitve ocen osutosti za izbrane drevesne vrste v letu 2021

Od leta 2008 do 2012 se je delež dreves, ki imajo osutost večjo od 25 %, zniževal. Predvsem na račun žleda v letu 2014 se je število poškodovanih dreves močno povečalo.

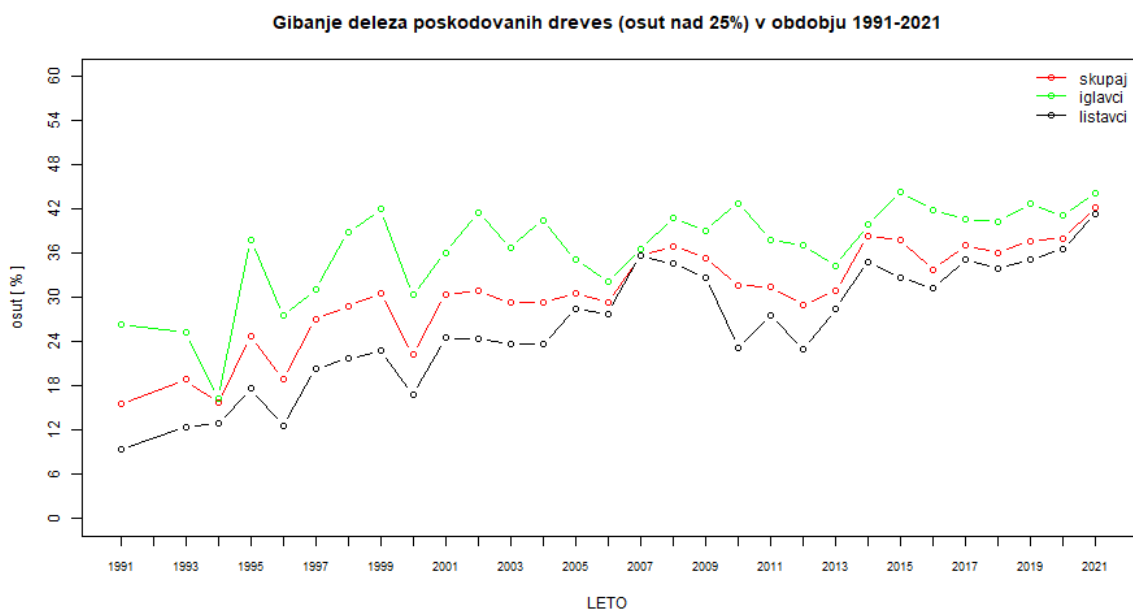
V letu 2010 je bilo več kot 25 % osutih 31 % dreves, v letu 2021 jih je že 42 %.



V letu 2021 je skupni indeks poškodovanosti znašal 42 %, in delež poškodovanih dreves iglavcev je leta 2021 še vedno visok (nad 40 %). Vzrok so predvsem močne gradacije podlubnikov. Tudi v letu 2021 listavci ostajajo v primerjavi z iglavci manj poškodovani.

V letu 2021 je povprečna osutosti za slovenske gozdove (30,7 %) še vedno močno nad povprečjem držav članic EU, ki je v letu 2019 znašala 23,3 % (Slika 7).

Vir: *Forest Condition in Europe. 2021. Technical Report.* <http://icp-forests.net/page/icp-forests-technical-report>



Slika 8: Delež poškodovanih dreves na mreži 16 × 16 km za obdobje od leta 1991 do 2021

Popisovalci poškodovanosti drevesnih vrst po Sloveniji smo v letih 2017, 2019 in 2021 sodelovali v foto kalibracijskem seminarju, ki ga za namene usklajenosti ocen v in med državami organizira ICP Forests (Meining in sod., 2016). Foto kalibracijski seminar je nakazal, da sta slovenski skupini popisovalcev ustrezno usposobljeni za izvedbo nadaljnjih popisov osutosti.



Slika 9: Padlo odmrlo drevo. Pri metodi 6 dreves se vsako drevo nadomesti (Foto: Š. Planinšek).



Preglednica 2: Iglavci - poročilo o osutosti glavnih drevesnih vrst.

Razvrstitev		Delež osutih dreves														Nedoloč. starosti	Skupaj
		drevesa stara do 60 let							drevesa stara 60 let in starejša								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	9+16
Drevesna vrsta		smreka	jelka	bori	macesni		ostala	skupaj	smreka	jelka	bori	macesni		ostala	skupaj		
Število vzorčnih dreves		139	30	26	6			201	104	10	22	10		0	146		347
razred	% osutosti																
0	0 - 10	23,74	30,00	7,69				21,89	25,96	30,00	9,09				21,92		21,90
1	11 - 25	30,94	43,33	19,23				30,35	36,54	40,00	45,46	50,00			39,04		34,01
2	26 - 60	35,97	20,00	61,54	66,67			37,81	32,69	30,00	36,36	40,00			33,56		36,02
3	61 - 99	6,48		11,54	16,67			6,47	2,88		9,09	10,00			4,11		5,48
4	sušice	2,88	6,67		16,67			3,48	1,92						1,37		2,59
		100,0	100,0	100,0	100,0			100,0	100,0	100,0	100,0	100,0			100,0		100,0



Preglednica 3: Listavci - poročilo o osutosti glavnih drevesnih vrst.

Razvrstitev		Delež osutih dreves														Nedoloč. starosti	Skupaj
		drevesa stara do 60 let							drevesa stara 60 let in starejša								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	9+16
Drevesna vrsta		bukev	hrast	pl. list.	d. tr. list.	m. list.	ost.	skupaj	bukev	hrast	pl. list.	d. tr. list.	m. list.	ostala	skupaj		
Število vzorčnih dreves		226	6	55	126	24		437	166	41	26	34	5		272		709
razred	% osutosti																
0	0 - 10	14,6		29,09	11,11	25		15,79	6,63	9,76	7,69	5,88			6,99		12,41
1	11 - 25	39,38	33,33	45,46	46,03	41,67		42,11	54,82	60,98	30,77	44,12	100		52,94		46,26
2	26 - 60	32,74	50,00	9,09	26,98	16,67		27,46	31,93	26,83	61,54	44,12			34,93		30,32
3	61 - 99	13,27	16,67	14,54	13,49	8,33		13,27	5,42	2,44		5,88			4,41		9,87
4	sušice			1,82	2,38	8,33		1,37	1,2						0,74		1,13
		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0		100,0		100,0

Okrajšave:

pl. list. - plemeniti listavci

d. tr. list. - drugi trdi listavci

m. list. - mehki listavci



Preglednica 4: Deleži poškodovanih dreves po razredih osutosti - vse drevesne vrste.

Število		delež dreves v posameznem razredu (%)						
Vzorčnih traktov	Vzorčnih dreves	razred 0	razred 1	razred 2	razred 3	razred 4	razred 2 do 4	razred 1 do 4
		(niso osuta)	(rahlo osuta)	(zmerno osuta)	(močno osuta)	(sušica)		
44	1056	15,53	42,23	32,20	8,43	1,61	42,24	84,47

Preglednica 5: Porazdelitev dreves po stopnjah osutosti.

	število vzorčnih dreves	delež dreves (%)									
		0 - 10	11 - 20	21 - 30	31 - 40	41 - 50	51 - 60	61 - 70	71 - 80	81 - 90	91 - 100
vse drevesne vrste	1056	15,53	29,45	23,96	11,27	5,87	3,88	2,56	1,61	1,89	3,98
iglavci	343	21,90	23,05	23,05	12,39	6,92	4,61	2,59	0,86	0,86	3,75
listavci	713	12,41	32,58	24,40	10,72	5,36	3,53	2,54	1,97	2,40	4,09

Viri

MEINING, S., MORGENSTERN, Y., WELLBROCK, N., DANESCU, A. (2020): Results of the European Photo International Cross-comparison Course 2019 (Photo-ICC 2019). Interner Report, 41 pp

MICHEL, Alexa & Prescher, Anne-Katrin & Schwärzel, Kai. (2021). Forest Condition in Europe: 2021 Technical Report of ICP Forests. Report under the UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (Air Convention). https://www.icp-forests.org/pdf/ICPForests_TR2021.pdf

SKUDNIK, M., GRAH, A., PINTAR, A. M., PLANINŠEK, Š. Digitalni zajem podatkov o stanju krošenj in poškodovanosti gozdov za namene poročanja ICP Forests = Digital capture of tree crown condition and damage cause assesments for the purpose of ICP forests reporting. Gozdarski vestnik: slovenska strokovna revija za gozdarstvo. [Tiskana izd.]. 2020, letn. 78, št. 4, str. 185-194, ilustr. ISSN 0017-2723. <http://dirros.openscience.si/lzpisGradiva.php?id=12070>



2.3 Poročilo o popisu povzročiteljev poškodb drevja

Avtor poročila: dr. Nikica Ogris

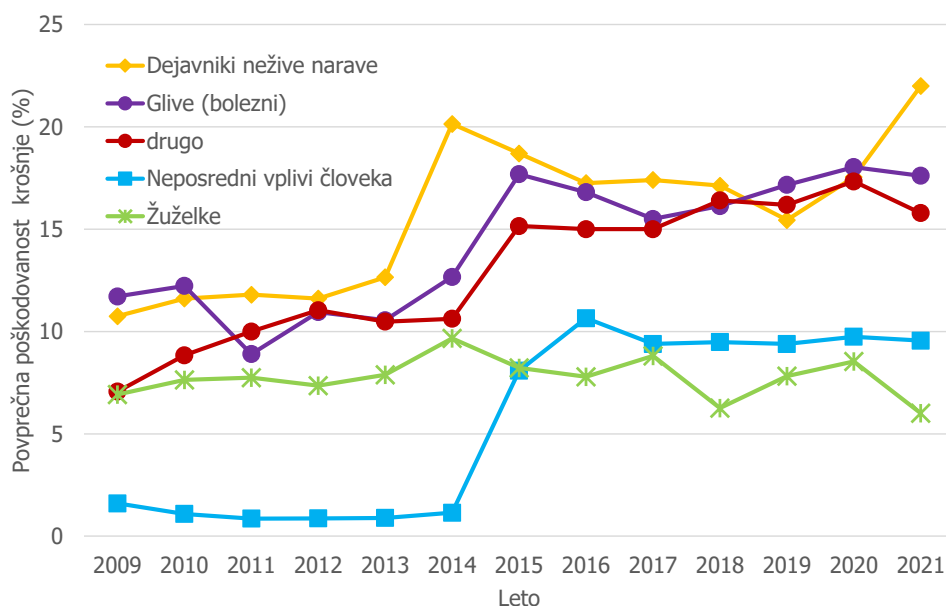
Terenski popis: mag. Špela Planinšek, dr. Mitja Skudnik, Jure Žlogar, Anže Martin Pintar

Priprava podatkov: Andrej Grah

2.3.1 Rezultati popisa poškodb – splošno

V letu 2021 se je ocenjevalo poškodovanost 1056 dreves na 44 ploskvah. Poškodbe smo zabeležili na 735 drevesih. Ker ima lahko vsako drevo več različnih povzročiteljev poškodovanosti, je v zbirki več zapisov kot število dreves, to je 1131 zapisov. Povzročitelja poškodovanosti se ni določilo v 443 primerih. Zabeleženo je bilo 11 posekanih dreves, 17 sušic in 12 novih dreves, ki so nadomestila izpadla drevesa.

Pri vseh kategorijah povzročiteljev poškodb drevja smo zaznali zmanjšano povprečno poškodovanost krošnje glede na prejšnje leto razen pri dejavnikih nežive narave, ki so v 2021 prevzele vodstvo (Slika 10). Zaradi dejavnikov nežive narave se je povprečna poškodovanost krošnje povečala za 4,4 % na 22 % predvsem zaradi fizikalnih dejavnikov kot so valjanje in padanja kamenja, starih poškodb po žledolomu 2014 in mrazu. Bolezni so bile drugi najpomembnejši povzročitelj poškodovanosti krošnje (17,6 %). Drugi dejavniki (npr. tekmovanje) so povzročili 15,8 % povprečno poškodovanost krošnje. Poškodbe dreves zaradi neposrednega vpliva človeka so v 2021 ostale na približno enaki ravni kot v prejšnjih štirih letih (na 9,6 %). Žuželke so pogost povzročitelj poškodb krošnje, vendar v primerjavi z drugimi kategorijami povzročiteljev poškodb krošnje so v 2021 povzročile najmanjši delež povprečne poškodovanosti krošnje (6,0 %). Povprečna poškodovanost krošnje zaradi žuželk je upadla in sicer za 2,5 % v primerjavi z letom 2020.



Slika 10: Povprečna poškodovanost krošnje za glavne kategorije povzročiteljev 2009–2021.

Najpogosteje zabeležen razlog za poškodovanost krošnje so bili navedeni fizikalni dejavniki, kot so valjanje in padanje kamenja, žled in mraz (12,7 % dreves, 9,6 % v letu 2020). Povprečna osutost krošnje teh dreves je bila 51,9 %, kar je več kot v prejšnjem letu, tj. 43,4 % v 2020. Fizikalni



dejavniki so pojasnili 47,1 % osutosti (44,2 % v 2020). Zaradi fizikalnih dejavnikov sta bili najpogosteje poškodovana bukev in smreka, ki sta najpogostejši drevesni vrsti.

Na drugem mestu po pogostosti je bila navedena konkurenca (11,1 % dreves, 11,5 % dreves v 2020). Povprečna osutost krošnje teh dreves je bila 38,6 %. Fizikalni dejavniki so pojasnili 47,4 % osutosti krošnje (52,9 % v 2020). Zaradi konkurence sta bili najpogosteje poškodovani smreka (53 dreves) in bukev (34 dreves).

Na tretjem mestu po pogostosti so bile za vzrok osutosti krošnje navedene bolezni in sicer na 6,1 % dreves (4,9 % v letu 2020). Povprečna osutost teh dreves je bila 39,0 % (38,3 % v letu 2020). Glive so pojasnile manjši delež osutosti kot v prejšnjem letu, tj. 39,5% (v letu 2020 povprečno 42,1 % osutosti). Ta kategorija je bila največkrat zabeležena na črnem boru, potem na bukvi, gradnu, črnem gabru, smreki idr. Glive so najpogosteje poškodovale veje, poganjke in brste, kakor je bilo tudi v prejšnjih letih.



Slika 11 Kostanjev rak (*Cryphonectria parasitica*) in njegovi simptomi: trosišča glive in nekroza (Foto: N. Ogris).

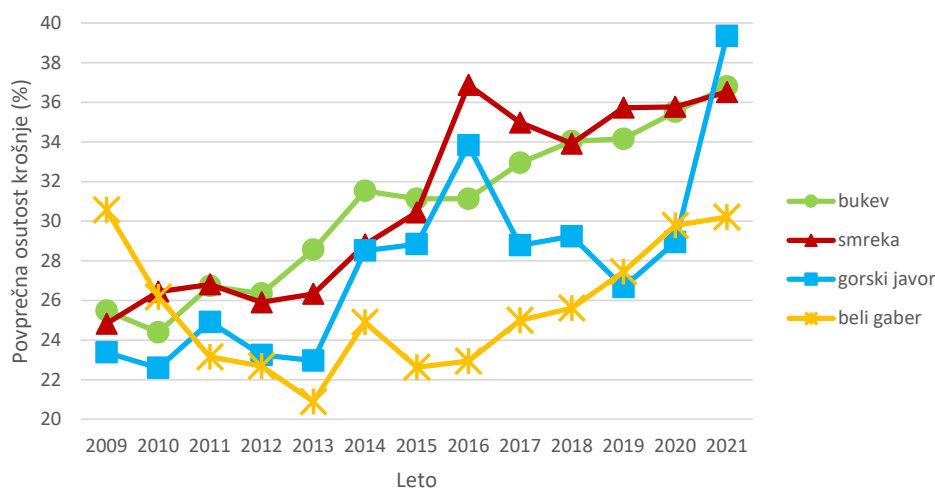
Vsi ostali povzročitelji so se pojavljali na manj kot 6 % dreves. Škodljivi dejavniki, ki so bili zabeleženi vsaj 10 krat so: gojitveni ukrepi in gospodarjenje z gozdom, žuželke, valjanje in padanje kamenja, minerji iglic, raki, sečnja, kostanjev rak (Slika 11), škodljivci vejic, vej in debla, trohnobe debel in odmiranje korenin, mehanske poškodbe zaradi vozil, žled, mraz. Popisovalci so določili skupaj 41 povzročiteljev poškodb drevja.



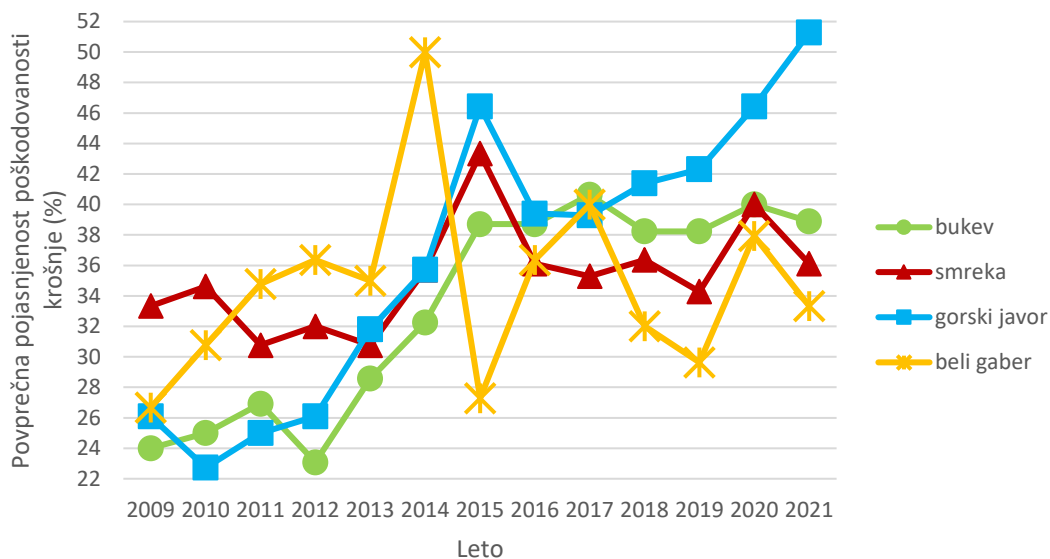
2.3.2 Rezultati popisa poškodb po drevesnih vrstah (za drevesne vrste, ki imajo vsaj 50 enot v vzorcu)

Med vsemi drevesnimi vrstami, ki imajo vsaj 50 enot v vzorcu, je bila najbolj osuta bukev (36,8 %), smreka (36,5 %), beli gaber (30,2 %).

Med najpogostejšimi drevesnimi vrstami je povprečna osutost krošnje narasla pri gorskem javorju (za 10,4 %) in bukvi (za 1,3 %) (Slika 12). Povprečna osutost bukve ima trend naraščanja že od leta 2010 naprej in je v tem času narasla za 12,4 % (iz 24,4 % na 36,8 %). To je postalo zaskrbljujoče, saj je bukev naša najpogostejša drevesna vrsta. Povprečna osutost krošnje smreke se je povečala za 0,7 % na 36,5. Tudi pri smreki je opazen trend naraščanja povprečne osutosti krošnje – v zadnjih enajstih letih se je povprečna osutost povečala za 10,1 %. Belemu gabru se povprečna osutost krošnje povečuje od 2015 naprej in v zadnjem popisu poškodovanosti mu je povprečna osutost krošnje narasla za 0,4 %. Vse najpogostejše drevesne vrste imajo povprečno osutost nad 25 %, ki velja za prag pomembne stopnje poškodovanosti krošnje. Povprečna pojasnjenost poškodovanosti krošnje se je pri vseh najpogostejših drevesnih vrstah zmanjšala razen pri gorskem javorju, ki se je povečala za 4,9 %. Povprečna pojasnjenost poškodovanosti krošnje se je belemu gabru zmanjšala za 4,6 % na 33,3 %, smreki za 3,9 % na 36,1 % in bukvi za 1,1 % na 39,9 % (Slika 13).



Slika 12: Povprečna osutost krošnje glavnih drevesnih vrst 2009–2021.



Slika 13: Povprečna pojasnjenost poškodovanosti krošnje glavnih drevesnih vrst 2009–2021.

Povprečna osutost krošnje bukke je znašala 36,8 % (35,5 % v letu 2020). 38,9 % njene osutosti je bilo pojasnjeno z različnimi povzročitelji (40,0 % v 2020). Osutost bukke je bila najbolj pojasnjena z naslednjimi dejavniki, ki so imeli v vzorcu vsaj 20 enot: fizikalni dejavniki (43,6 %), konkurenca (39,4 %), gojitveni ukrepi in gospodarjenje z gozdom (30,6 %), žuželke (25,0 %), minerji listov (17,9 %). Na bukvi so se še pogosto pojavljale poškodbe zaradi valjanja in padanja kamenja (3,6 % dreves bukke), sečnje (3,3 % dreves bukke), bolezni (2,8 % dreves bukke), žleda (2,8 % dreves bukke). Drugi vzroki poškodovanosti bukke so bili: mraz, defolijatorji, raki, trohnobe debel in odmiranje korenin, dejavniki nežive narave, gradnja cest, konkurenca na splošno (gostota), mehanske poškodbe zaradi vozil, glive iz rodu *Nectria* (Slika 14), sneg, žled in drugi škodljivci.

Povprečna osutost smreke je bila 36,5 % (35,8 % v letu 2020), povzročitelji so pojasnili 36,1 % osutosti smreke (40,0 % v letu 2020). Najpogostejši škodljivi dejavniki na smreki so bili: konkurenca (53,5 % pojasnenih poškodb krošnje), fizikalni dejavniki (40,9 % pojasnenih poškodb krošnje), škodljivci vejic, vej in debla (26,7 % pojasnenih poškodb krošnje). Poleg teh smo na smreki zabeležili poškodbe še zaradi naslednjih škodljivih dejavnikov (najmanj dva zabeležena primera): gojitveni ukrepi in gospodarjenje z gozdom, bolezni, mehanske poškodbe zaradi vozil, trohnobe debel in odmiranje korenin, valjanje in padanje kamenja, sečnja, rdeča trohnoba (Slika 15), gradnja cest, dejavniki nežive narave, žuželke.



Slika 14: Rdeča sušica listavcev, ki jo povzroča gliva *Nectria cinnabarina* (Foto: N. Ogris).



Slika 15: Trosnjaki *Heterobasidion parviporum* na dnišču navadne smreke (Foto: N. Ogris).

Povprečna osutost belega gabra je bila 30,2 % (29,8 % v letu 2020). Popisani škodljivi dejavniki so pojasnili 33,3 % njegove osutosti (37,9 % v 2020). Krošnjo belega gabra je najpogosteje poškodovala konkurenca sosednjih dreves in fizikalni dejavniki. Ostali zabeleženi škodljivi dejavniki na belem gabru v 2021 so bili: bolezni, žuželke, gojitveni ukrepi in gospodarjenje z gozdom, drugi abiotski dejavniki, mehanske poškodbe, valjanje in padanje kamenja.

Povprečna osutost gorskega javorja se je značilno dvignila v primerjavi z letom 2020, tj. povečala se je za 10,4 % na 39,3 %. Pojasnjenost poškodb osutosti se je povečala in zabeleženi škodljivi dejavniki so pojasnili 51,3 % osutosti, kar je največ med najpogostejšimi drevesnimi vrstami, ki imajo v vzorcu vsaj 50 enot. Popis poškodb je zabeležil devet škodljivih dejavnikov, katerih frekvenca pojavljanja je bila 12 dreves ali manj: fizikalni dejavniki, gojitveni ukrepi in gospodarjenje z gozdom, bolezni, konkurenca, mehanske poškodbe, sečnja, trohnohe debel in odmiranje korenin, žuželke, drugo.



3 SPREMLJANJE STANJA GOZDOV V L. 2021, RAVEN II

Avtorja poročila: Anže Martin Pintar, dr. Mitja Skudnik

Terenski popis: dr. Mitja Skudnik, mag. Špela Planinšek, Jure Žlogar, Anže Martin Pintar

Priprava podatkov: Andrej Grah, dr. Mitja Skudnik

3.1 Splošni podatki o izvajanju Popisa spremljanja stanja gozdov na ploskvah intenzivnega monitoringa gozdnih ekosistemov (IMGE)

Ustanova	Gozdarski inštitut Slovenije
Število vzorčnih ploskev	10
Število vzorčnih dreves	1127
Obdobje vzorčenja	14. julij – 16. september 2021
Zagotavljanje kvalitete in kontrola kakovosti	<ul style="list-style-type: none"> • Organiziran je bil kalibracijski seminar za popisovalce spremljanja stanja gozdov in dendrometrijske izmere dreves. Seminar je potekal dne 14. 7. 2021 na IM ploskvi Borovec in na M6 ploskvi v bližini Kočevja. Seminarja so se udeležili štirje zaposleni na GIS-u (<i>Jure Žlogar, Anže Martin Pintar, Špela Planinšek in Mitja Skudnik</i>), ki so potem sodelovali tudi pri terenskem popisu in obdelavi podatkov; • Popisovalci so sodelovali na vseevropskem foto kalibracijskem seminarju za terenske sodelavce ICP Forests; • Neodvisne terenske kontrole ni bilo, ker je ekipa zadolžena za izvajanje monitoringa in poročanje, snemanje izvedla sama. Po vnosu so bile opravljene vse potrebne logične kontrole podatkov.
Način obdelave podatkov	<ul style="list-style-type: none"> • Statistične metode – izračun povprečij za ploskev in drevesne vrste.

Večina ploskev intenzivnega monitoringa gozdnih ekosistemov (IMGE) je bila vzpostavljena v letu 2003. Ploskve so del evropske mreže raziskovalnih ploskev ICP Forests (Level II oz. Raven II). Velikost posamezne ploskve je 50 × 50 metrov. Ob vzpostavitvi ploskve so bila na tej površini izmerjena vsa drevesa, katerih obseg je znašal najmanj 16 cm. Vsa drevesa na ploskvi so oštevilčena in označena z barvo. Drevesa so bila lokacijsko opredeljena (azimut in razdalja od središča ploskve), določena je bila drevesna vrsta, socialni položaj in prsni obseg.

Ploskve so bile obnovljene zgodaj spomladi leta 2010 in ponovno spomladi 2015. Takrat se je vsem drevesom ponovno izmeril prsni obseg, višina in višina debla do krošnje. Ponovno se jim je ocenil tudi socialni položaj. Nova meritev je bila opravljena konec leta 2019 in v začetku 2020.

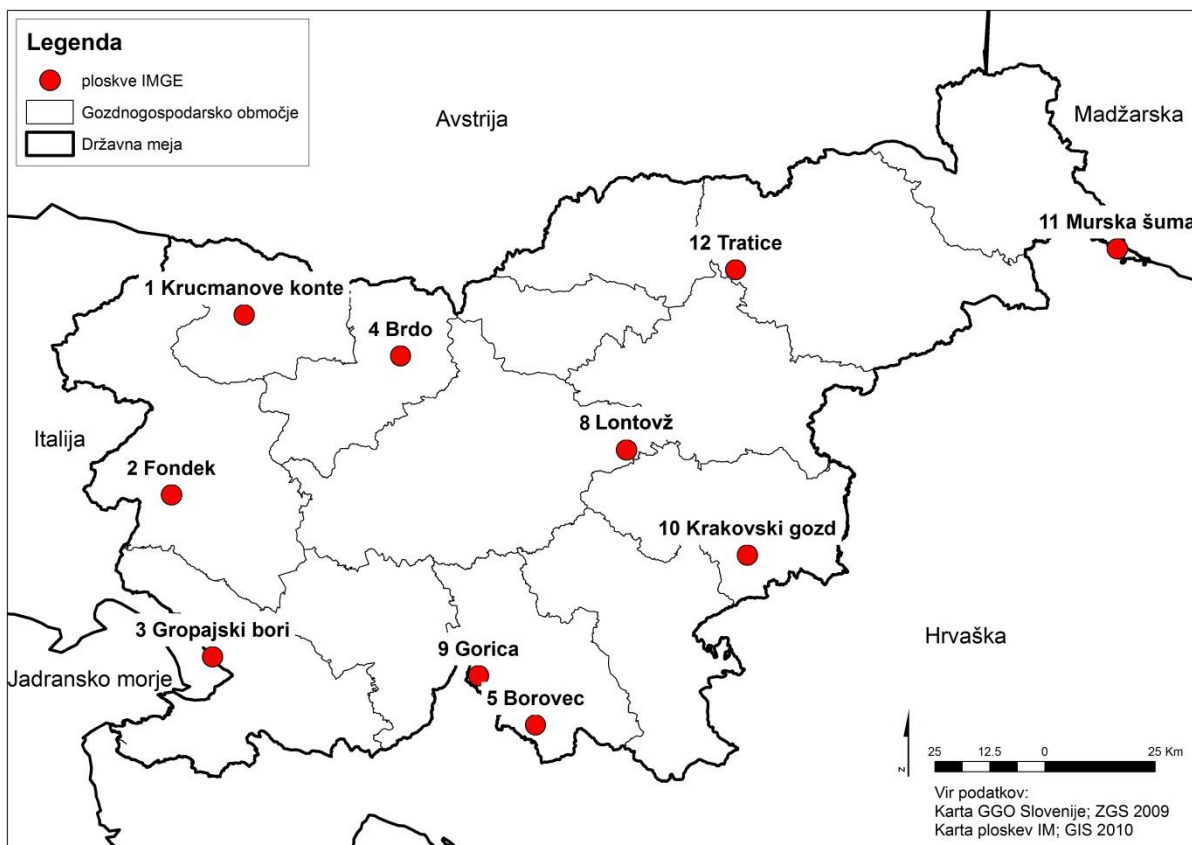
V preglednico 6 so vključena drevesa prvega, drugega, tretjega, četrtega in petega socialnega položaja. Število dreves na ploskvi se spreminja zaradi mortalitete dreves in vrasti.



Preglednica 6: Število vseh dreves na ploskvah IMGE od leta 2003 do 2021.

Leto popisa	Zaporedna številka ploskve IMGE											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2003	90	108	227	92	114	119			156	93	167	
2004	90	108	221	92	114	118	95	207	155	91	162	
2005	90	108	221	92	114	118	95	200	155	91	162	
2006	90	108	219	92	114	118	91	199	155	90	160	
2007	90	108	218	92	114	118	91	199	155	90	160	
2008	87	108	217	92	114	118	91	198	155	90	160	
2009	87	108	214	92	114	118		198	155	90	159	107
2010	87	111	220	98	114			198	157	89	158	107
2011	87	110	208	97	112			192	152	83	145	106
2012	87	108	207	96	112			186	152	80	141	106
2013	87	108	206	95	112			184	152	79	141	104
2014	87	108	193	77	103			178	130	70	140	101
2015	85	108	186	68	105			178	105	70	135	102
2016	85	109	181	73	104			176	107	69	132	102
2017	85	109	178	73	105			175	106	68	131	102
2018	83	108	177	73	105			169	104	68	131	100
2019	83	108	171	73	105			167	102	68	130	100
2020	83	108	178	94	105			167	102	68	131	100
2021	83	108	178	94	103			161	102	67	131	100

Prvi popis stanja krošenj na IMGE ploskvah je bil izveden v poletju leta 2003 (Simončič P. in sod., 2004). V tem letu so bili na devetih ploskvah ocenjeni znaki osutost, mortaliteta, socialni položaj drevesa, zasenčenost krošnje, vidnost krošnje, porumenelost asimilacijskih organov ter prisotnost znakov cvetenja in plojenja. Vsi znaki so natančneje predstavljeni v priložniškem »Okularno ocenjevanje stanja krošenj za nivo II« (Planinšek Š. in sod., 2009), ki je za slovenske razmere prirejen po priložniškem ICP Forests (Eichhorn J. in sod., 2010).



Slika 16: Pregledna karta razporeditev ploskev intenzivnega monitoringa gozdnih ekosistemov v letu 2021.

Po letu 2003 je bil popis stanja krošenj v času vegetacijske dobe izveden vsako leto in na vseh IMGE ploskvah. Stanje krošenj je bilo ocenjeno vsem drevesom prvega, drugega in tretjega socialnega položaja oz. nadvladujočim, vladajočim in so-vladajočim drevesom.

Število IMGE ploskev se je v času spreminjalo. Na devetih ploskvah je bilo v obdobju od 2003 do 2021 stanje krošenj ocenjeno vsako leto – te ploskve so: Krucmanove konte (IMGE 1), Fonddek (IMGE 2), Gropajski bori (IMGE 3), Brdo (IMGE 4), Borovec (IMGE 5), Lontovž (IMGE 8), Gorica (IMGE 9), Krakovski gozd (IMGE 10) in Murska šuma (IMGE 11). Na ploskvi Vinska gora (IMGE 7) in Lontovž (IMGE 8) je bilo stanje krošenj prvič popisano v letu 2004. Ploskev Vinska gora je bila leta 2009 opuščena. Ploskev Kladje (IMGE 6) na Pohorju pa je bila leta 2009 nadomeščena s ploskvijo Tratice (IMGE 12) (Slika 16).



3.1.1 Ocena stanja krošenj na ploskvah IMGE

3.1.1.1 Izračuni za vsa drevesa skupaj za ploskve IMGE

Število dreves na ploskvi, ki jim je bila ocenjena osutost, se je iz leta v leto spreminjalo. Razlogi so mortaliteta dreves, posek ali pa prehod drevesa iz četrtega v tretji socialni položaj.

Preglednica 7: Povprečna osutost in indeks osutosti v letih 2020 in 2021

št. ploskve	ime ploskve	2020				2021			
		povpr. osutost	N> 25%	N	indeks osutosti	povpr. osutost	N> 25%	N	indeks osutosti
1	Krucmanove konte	23,80	28	83	33,73	23,92	22	83	26,51
2	Fondek	39,64	79	98	80,61	40,15	83	97	85,57
3	Gropajski bori	33,95	53	100	53,00	35,90	56	100	56,00
4	Brdo	20,00	14	56	25,00	21,79	14	56	25,00
5	Borovec	26,30	36	81	44,44	23,80	27	79	34,18
8	Lontovž	25,47	49	150	32,76	23,33	29	148	19,59
9	Gorica	31,59	35	66	53,03	30,49	37	61	60,66
10	Krakovski g.	27,13	22	54	40,74	25,00	13	53	24,53
11	Murska šuma	22,18	24	80	30,00	21,36	24	79	30,38
12	Tratice	22,58	25	89	28,09	20,45	19	89	21,35

N - število dreves na ploskvi, vse drevesne vrste

N>25% - število dreves na ploskvi, katerih osutost je večja od 25 %

Z rdečo so obarvane ploskve, na katerih je stanje najslabše.

3.1.1.2 Izračuni za iglavce in listavce za ploskve IMGE

Preglednica 8: Povprečna osutost za iglavce in listavce v letih 2019-2021

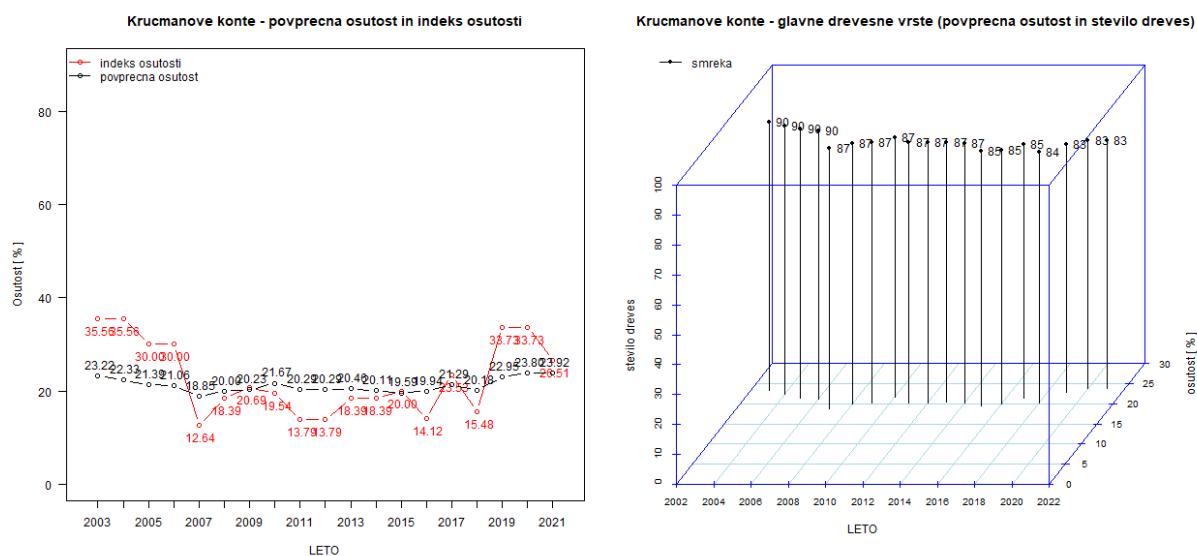
št. plo skve	ime ploskve	iglavci			listavci		
		2019	2020	2021	2019	2020	2021
1	Krucmanove konte	22,95	23,80	23,92	-	-	
2	Fondek	-	-		37,65	39,64	40,15
3	Gropajski bori	37,53	34,93	37,15	36,03	31,43	32,68
4	Brdo	18,61	19,91	21,2	15,00	22,50	37,50
5	Borovec				25,19	26,30	23,8
8	Lontovž	24,62	25,00	26,15	25,55	25,37	22,93
9	Gorica	30,83	26,67	33,75	34,83	32,08	30,26
10	Krakovski gozd	-	-		25,83	27,13	25,00
11	Murska šuma	-	-		22,31	22,13	21,33
12	Tratice	25,17	23,97	23,97	19,50	21,92	18,75

-: na ploskvi ni listavcev oz. iglavcev, ki bi bili primerni za vključitev v izračun



3.1.1.3 Izračuni osutosti in indeksa osutosti po posameznih IMGE ploskvah

Ploskev **Krucmanove konte** (IMGE 1) je vzpostavljena v enodobnem debeljaku smreke (*Picea abies*) na Pokljuki. Od leta 2003 do 2021 se je število dreves zmanjšalo z 90 na 83 (Slika 17). Povprečna osutost smreke je med leti dokaj stabilna. Od leta 2003 do vključno leta 2018 se je povprečna osutost smreke na ploskvi zmanjšala s 23,20 % na 20,18 %, a od 2019 do leta 2021 spet narašča – 23,92 % v 2021. Večja nihanja je mogoče opaziti pri indeksu osutosti, ki je bil najvišji v letu 2003 in najnižji v letu 2007. Po letu 2012 se je indeks osutosti precej nepravilno gibal in v letih 2019 in 2020 dosegel visokih 33,73 %. V letu 2021 se je nato zmanjšal na 26,51 %. Poškodovanost (osutost) dreves na ploskvi je stabilna, drevesa pa ogroža smrekova rdeča trohnoba (paša živali v gozdu).



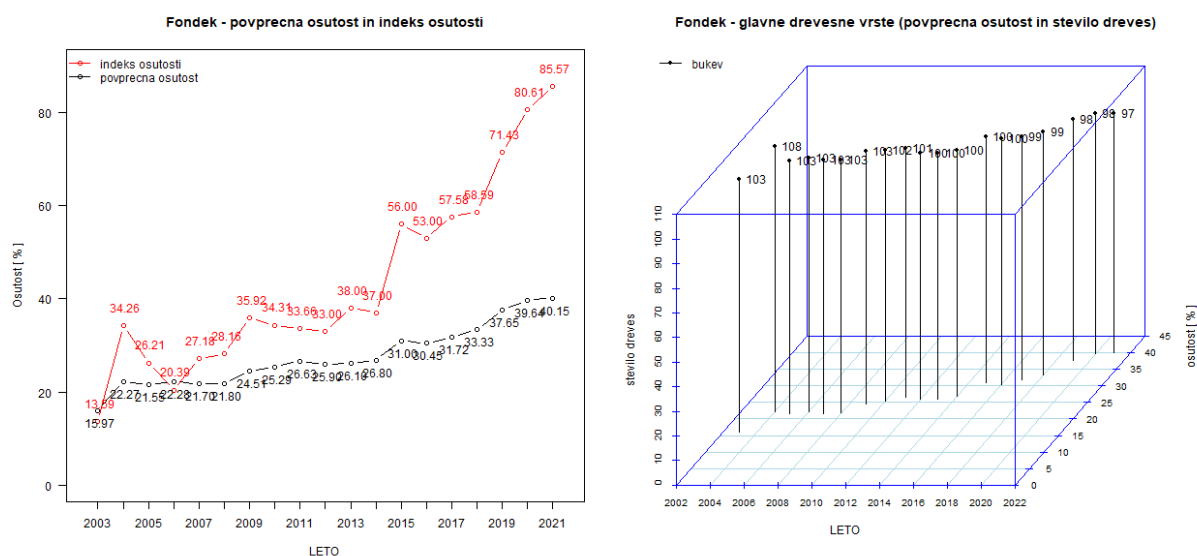
Slika 17: Povprečna osutost, indeks osutosti in število dreves na IMGE ploskvi Krucmanove konte.

Levo sta prikazana znaka: povprečna osutost (črna črta) in indeks osutosti (rdeča črta) vseh dreves na ploskvi. Desno je na osi Z prikazana povprečna osutost za smreko, ki je prevladujoča drevesna vrsta na ploskvi. Na osi Y je prikazano spreminjanje števila dreves, ki jim je bila ocenjena osutost med leti 2003 in 2021.

Ploskev **Fondek** (IMGE 2) v Trnovskem gozdu nad Novo Gorico se nahaja v starejšem debeljaku bukve (*Fagus sylvatica*). Ob vzpostavitvi ploskve je bilo popisanih 108 dreves, od tega jih je bilo 103 v prvem, drugem ali tretjem socialnem položaju. Število dreves se je od leta 2004 (108) znižalo na 97 dreves v letu 2021 (Slika 18). Povprečna osutost na ploskvi se vse od leta 2003 zvišuje. V letih 2015-2021 se je bistveno zvišal tudi indeks osutosti in sicer preko meje 70 %, v letih 2020 in 2021 že tudi preko meje 80 %. To pomeni, da je bilo v letu 2021 na ploskvi več kot 80 % dreves osutih več kot 25 % in s tem vključenih v kategorijo poškodovanih dreves. Ocenjujemo, da sta za tako slabo stanje kriva predvsem daljinski transport onesnaženega zraka iz Padske nižine in slabi rastiščni pogoji (visoka skalovitost rastišča in plitva tla). Natančen vzrok slabšanja stanja krošenj na tej ploskvi še ni v celoti raziskan, a Poročilo o endofitskih glivah in črnilovki na območju Cola pojasnjuje del poškodb ([Ogris in sod., 2019](#)). V preteklih poročilih (poglavje o depozitih) so bili izpostavljeni relativno visoki vnosi dušikovih spojin, katerih vir bi



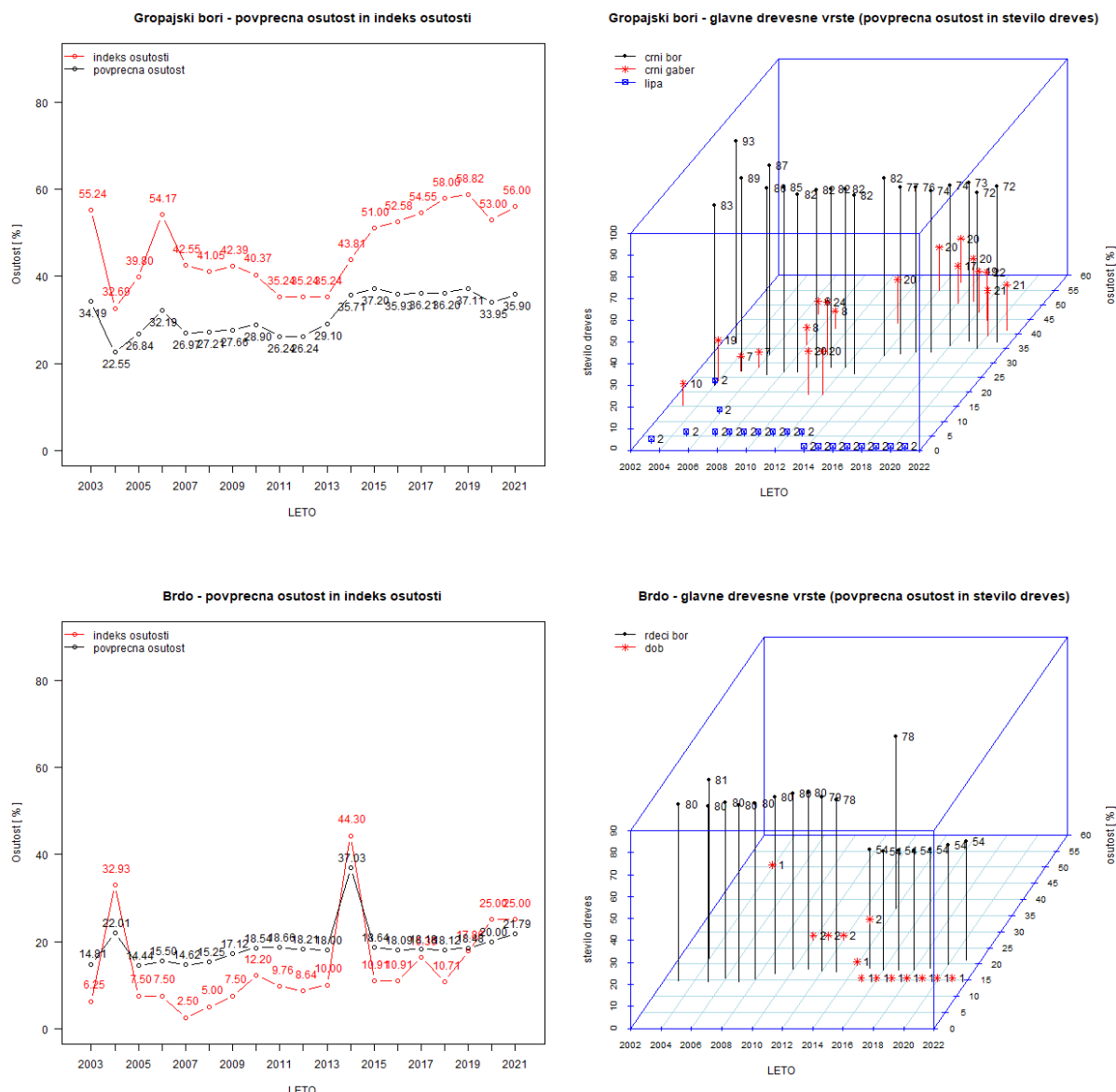
lahko bila Padska nižina v Italiji (Žlindra in sod., 2011). Povezavo med povišanimi koncentracijami N in osutostjo krošenj so namreč dokazali (Veresoglou in sod., 2013).



Slika 18: Povprečna osutost, indeks osutosti in število dreves za IMGE ploskev Fondek.

Na ploskvi IMGE 3 (**Gropajski bori**), ki se nahaja pri Sežani, je glavna drevesna vrsta črni bor (*Pinus nigra*), veliko je tudi črnega gabra (*Ostrya carpinifolia*), katerega število se je v prvem, drugem in tretjem socialnem položaju od leta 2003 do leta 2021 povečalo (Slika 19 - zgoraj). Na ploskvi se posamično pojavlja še lipa (*Tilia sp.*). V letu 2021 je bila povprečna osutost dreves na ploskvi 35,90 % in indeks osutosti 56,00 %. Povprečna osutost in indeks osutosti sta se od leta 2020 do 2021 zvišala. V obdobju spremljanja stanja krošenj se je na ploskvi število dreves črnega bora zmanjšalo s 93 na 72. Zvišuje se predvsem število dreves polnilnega sloja, ki počasi spreminjajo sliko ploskve. Črni bor je bil v tem delu Slovenije umetno nasajen in vse pogosteje ga napadajo različni škodljivci in glive (Glej pogl. 3.2). V zadnjih letih je različnim defolijatorjem zelo podvržen tudi črni gaber. Stanje te drevesne vrste je postalo celo slabše od črnega bora in sicer je bila povprečna osutost v letu 2021 večja kot 40,00 %. Posledično sta se v zadnjih letih povprečna osutost in indeks osutosti na tej ploskvi povečala. Od leta 2019 do 2020 je pa opazno nekoliko izboljšanje stanja, od leta 2020 do 2021 pa zopet poslabšanje.

Rdeči bor (*Pinus sylvestris*) na IMGE ploskvi številka 4 (**Brdo**), ki se nahaja v gozdnem delu protokolarnega objekta Brdo, ima v primerjavi s črnim borom na ploskvi Gropajski bori nižji indeks osutosti. Na ploskvi se pojavlja še dob (*Quercus robur*). Do leta 2013 so se na ploskvi posušila tri drevesa in eno v letu 2014. V letu 2014 sta se zaradi žleda tako povprečna osutost, kot tudi indeks osutosti rdečega bora dramatično poslabšali (Slika 19 - spodaj). Leta 2015 je bilo zaradi žleda 24 poškodovanih dreves odstranjenih s ploskve. Tako se je stanje krošenj vrnilo na raven pred letom 2014. Povprečna osutosti od leta 2018 nekoliko raste (z 18,12 na 21,79 %), močno se ja pa od leta 2018 do 2021 povečal indeks osutosti (z 10,71 na 25,00 %).



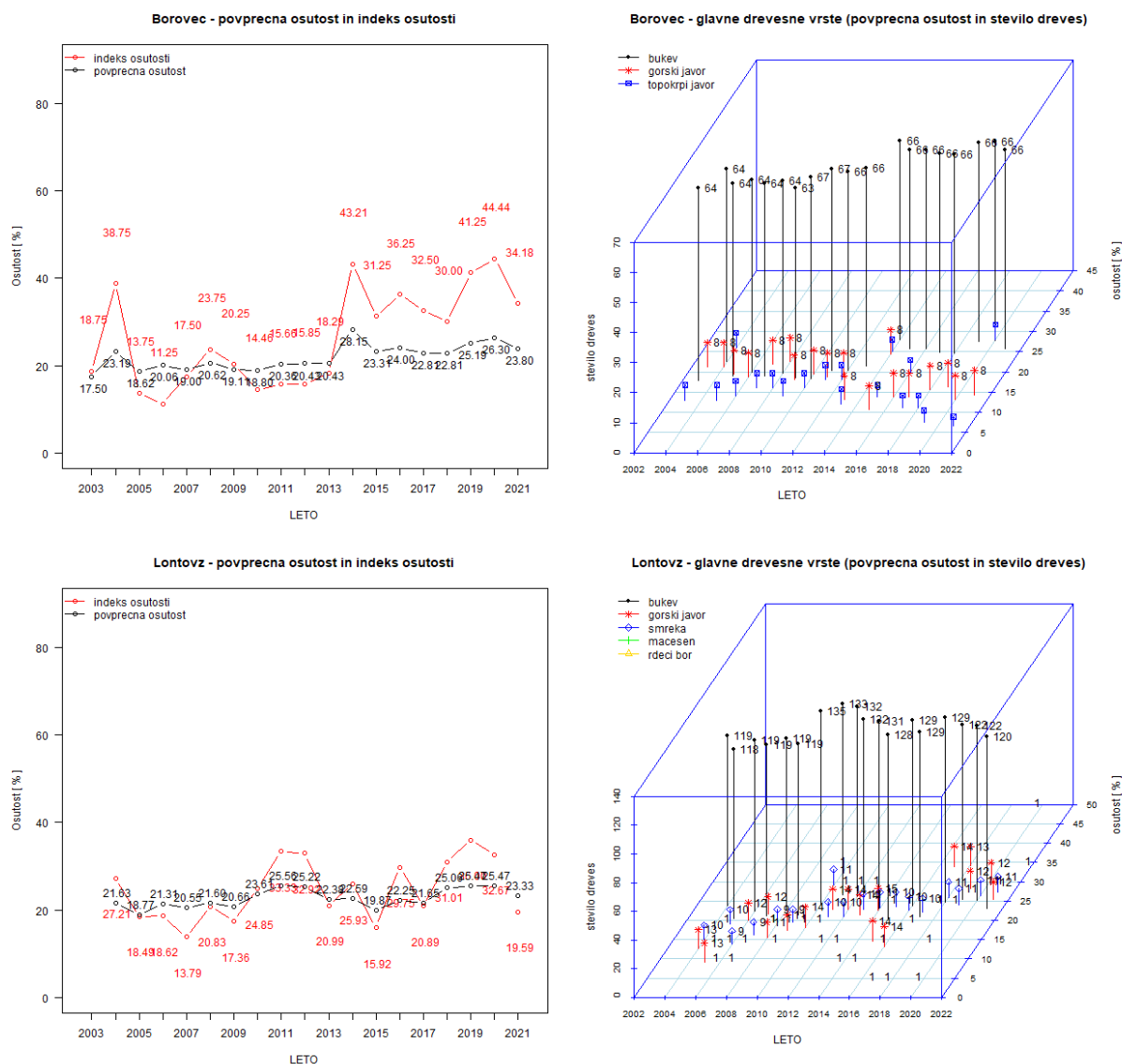
Slika 19: Povprečna osutost, indeks osutosti in število dreves za IMGE ploskev Gropajski bori (zgoraj) in Brdo (spodaj).

Na ploskvi **Borovec** (IMGE 5) pri Kočevski Reki prevladuje bukev, katere povprečna osutost je bila najslabša v letu 2014, ko je znašala 28,20 % (Slika 20- zgoraj). Na splošno je bukev na ploskvi Borovec bistveno manj osuta kot na ploskvi Fondek. Ploskev je tudi vrstno bolj pestra, saj se poleg bukve na ploskvi pojavlja tudi gorski javor. Od leta 2018 do leta 2020 se je povprečna osutost nekoliko povečevala (z 22,81 na 26,30 %), močneje pa se je povečal indeks osutosti (s 30,00 na 44,44 %). Od leta 2020 do leta 2021 sta se nato povprečna osutost in indeks osutosti zmanjšala na 23,80 oz. 34,18 %.

IMGE ploskev **Lontovž** (IMGE 8) se nahaja na območju Zasavja (Kum). Na ploskvi prevladuje bukev in v letu 2021 je bila osutost ocenjena 120 drevesom bukve (Slika 20 - spodaj). Izmed vseh IMGE ploskev dosega ploskev Lontovž najvišjo gostoto dreves. Indeks osutosti je od leta 2017 do leta 2019 rasel in nato do leta 2020 nekoliko padel. Večje zmanjšanje indeksa osutosti je bilo zaznано od leta 2020 do leta 2021 in sicer iz 32,76 na 19,59 %. Povprečna osutost je v



bila v obdobju 2018-2020 dokaj stabilna (od 25,06 do 25,47 %) do leta 2021 pa se je nekoliko zmanjšala (23,33 %). Ocenjujemo, da je mortaliteta na tej ploskvi predvsem posledica velike gostote dreves in s tem povečane konkurence med drevesi za svetlobo. Skozi celotno obdobje se opazi relativno stabilno stanje glavnega sloja dreves bukve, medtem ko se osutost ostalih drevesnih vrst nekoliko povečuje.

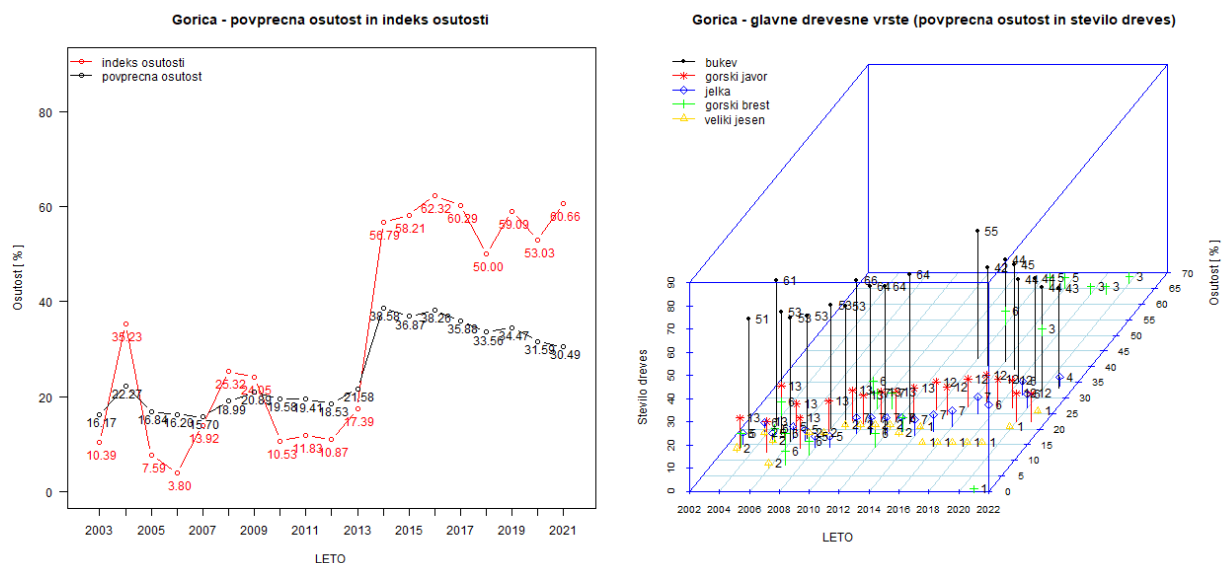


Slika 20: Povprečna osutost, indeks osutosti in število dreves za IMGE ploskvi Borovec (zgoraj) in Lontovž (spodaj).

Ploskev **Gorica** oz. IMGE 9 se nahaja v Loški dolini. Glavna drevesna vrsta je bukev, pojavljajo se še gorski javor, jelka, gorski brest (*Ulmus glabra*) in veliki jesen (*Fraxinus excelsior*) (Slika 21). Indeks osutosti na ploskvi je zelo variabilen, medtem ko je bila povprečna osutost do leta 2014, ko je ploskev prizadel žled, konstantna. Leta 2014 je bilo posekanih osem dreves in indeks osutosti se je povečal s 17,4 % na 55,8 %. Tako je bila v letu 2014 ploskev Gorica najbolj poškodovana ploskev od vseh IMGE ploskev. Zaradi žleda so bila poškodovana predvsem drevesa bresta in bukve. Najmanjše spremembe pa so bile opazne pri jelki.



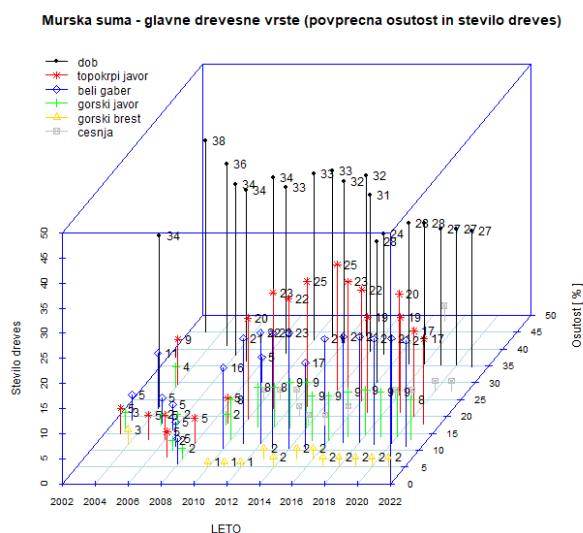
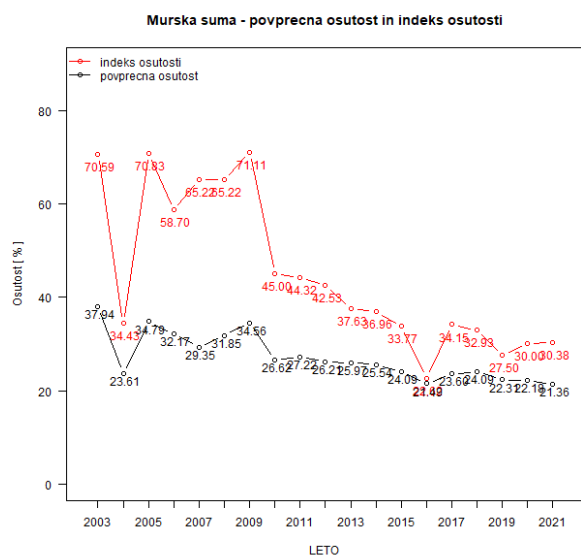
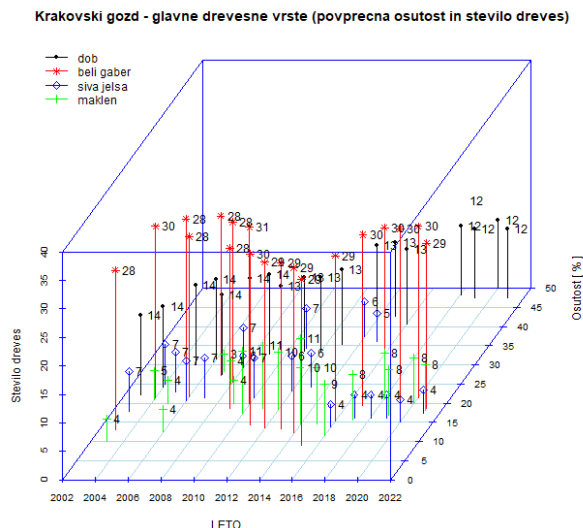
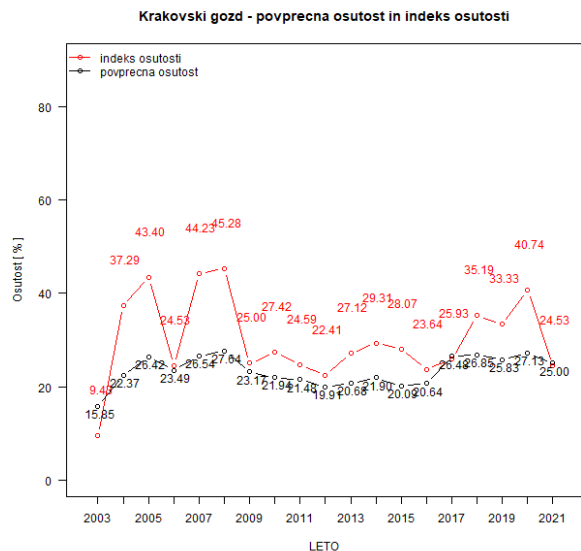
V letih 2015-2021 si drevesa na ploskvi še vedno niso povsem opomogla. Stanje na ploskvi se je sicer od leta 2019 do 2020 nekoliko izboljšalo, vendar indeks osutosti in povprečna osutost še vedno ostajata zelo visoka in sicer 60,66 % in 30,49 %.



Slika 21: Povprečna osutost, indeks osutosti in število dreves za IMGE ploskev Gorica.

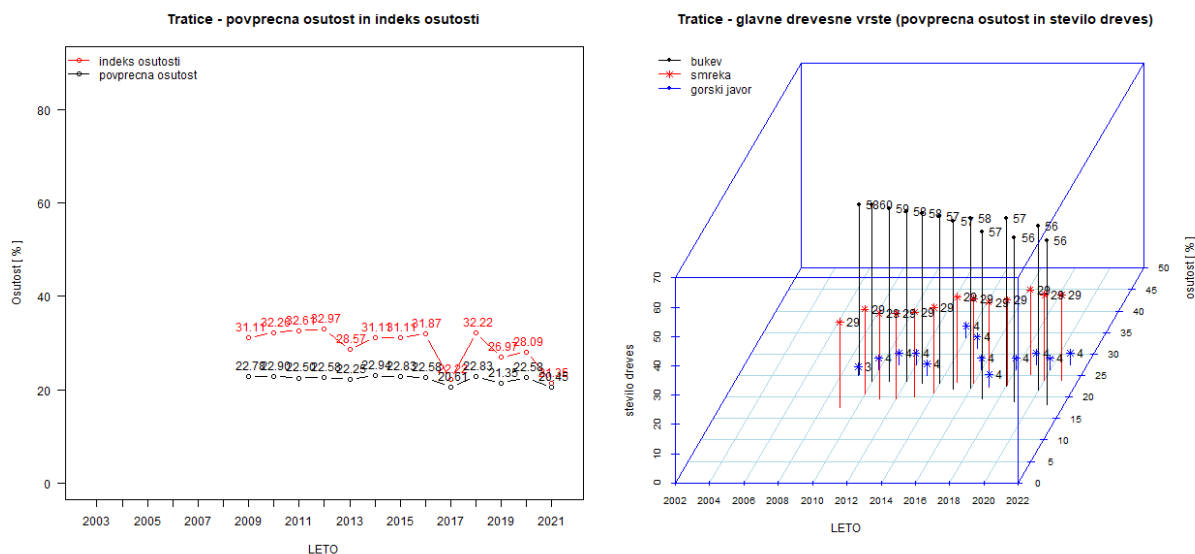
V bližini Kostanjevice na Krki se nahaja ploskev **Krakovski gozd** (IMGE 10). Streho sestaja na ploskvi tvori dob, vendar pa je, če upoštevamo vse socialne položaje, najštevilčnejši beli gaber (*Carpinus betulus*). Na ploskvi rastejo še posamezna drevesa sive jelše (*Alnus incana*) in maklena (*Acer campestre*) (Slika 22 - zgoraj). Glede osutosti je v najslabšem stanju dob, ki ima že od leta 2014 dalje osutost višjo od 40 % (Slika 22 – zgoraj desno). Najmanj osuti drevesni vrsti v zadnjih treh letih sta beli gaber in maklen. Povprečna osutost vseh dreves na ploskvi je v zadnjih letih stabilna oz. se je od leta 2020 do 2021 nekoliko zmanjšala z 27,13 na 25,00 %. V zadnjem letu se je zmanjšal tudi indeks osutosti z 40,74 na 24,53 % (Slika 22 - zgoraj).

IMGE ploskev **Murska šuma** (IMGE 11) se nahaja na severovzhodu Slovenije. Tudi tukaj prevladuje drevesna vrsta dob, a v polnilnem sloju se pojavljajo še topokrpi javor (*Acer obtusatum*), beli gaber, gorski javor, gorski brest in češnja (*Prunus avium*). Dobi na ploskvi postopno propadajo in od leta 2003, ko jih je bilo v prvih treh socialnih položajih 38, jih je v letu 2021 le še 27. Povprečna osutost doba se je v letu 2016 prvič zmanjšala pod 35 % (Slika 22 – spodaj desno) in ostaja taka tudi v 2021. V zadnjih letih je opazen trend zmanjševanja indeksa osutosti na ploskvi (od 2019 do 2021 se je malenkost povečal), vendar predvsem na račun drugih drevesnih vrst, ki nadomeščajo dobe. Od vseh prisotnih dreves ima najnižjo osutost gorski brest.



Slika 22: Povprečna osutost, indeks osutosti in število dreves za IMGE ploskev Krakovski gozd (zgoraj) in Murska šuma (spodaj).

Ploskev **Tratice** (IMGE 12) na Pohorju (pri Osankarici) je bila vzpostavljena v letu 2009 in je nadomestila ploskev Kladje (IMGE 6). Prevladujoče drevesne vrste so bukev, smreka in gorski javor (Slika 23). V letu 2019 sta povprečna osutost, kot tudi indeks osutosti, nekoliko padla in nato do leta 2020 malenkost narasla. Od 2020 do leta 2021 je potem ponovno prišlo do zmanjšanja povprečne osutosti in indeksa osutosti z 22,58 na 20,45 % oz. z 28,09 na 21,35 %.



Slika 23: Povprečna osutost, indeks osutosti in število dreves za IMGE ploskev Tratice.

3.1.1.4 Stanje osutosti dreves na ploskvah IMGE - zaključki

Če primerjamo podatke o povprečni osutosti iglavcev in listavcev na ploskvah IMGE v letu 2021 opazimo, da so najbolj osute krošnje dreves na ploskvah Fondek (40,15 %), Gropajski bori (35,90 %) in Gorica (30,49 %). Na prvih dveh ploskvah se je povprečna osutost od leta 2020 do 2021 zvišala, medtem ko se je na zadnji znižala.

Ploskev Gropajski bori je v nekakšnem prehodnem obdobju, kjer umetno nasajeno drevesno vrsto (črni bor) počasi nadomeščajo avtohtoni listavci. V zadnjih letih pa se opazi zelo slabo stanje črnega gabra. Očitno so to presuha rastišča za to drevesno vrsto in predvidevamo, da se bo s časom na ploskvi ponovno vzpostavila drevesna sestava prilagojena na te razmere (npr. črni gaber, mali jesen (*Fraxinus ornus*) in puhasti hrast (*Quercus pubescens*)).

Zelo slabo stanje bukovih dreves na ploskvi Fondek v Trnovskem gozdu se še slabša. Ocenjujemo, da je stanje slabše zaradi daljinskega transporta onesnaženosti zraka iz Padske nižine, slabih rastiščnih razmer (plitva tla) in napadov endofitskih gliv.

Ploskev Gorica je bila najmočneje prizadeta v žledenju 2014, kar je verjetno tudi glavni vzrok slabemu stanju dreves na ploskvi. Temu pripisujemo velik skok povprečne osutosti in indeksa osutosti, ki se sedaj počasi izboljšujeta.

Glede na drevesne vrste so še vedno med bolj poškodovanimi predvsem črni gaber in črni bor na ploskvi Gropajski bori ter dob na ploskvah Krakovski gozd in Murska šuma.

Povprečna osutost se na več kot polovici ploskev od leta 2014 postopno slabša, vendar je bilo v zadnjem letu zaznано zmerno izboljšanje stanja na 6 ploskvah. Predvsem na ploskvah, kjer stari sestoj nadomeščajo nova drevesa. Stanje listavcev se po žledenju počasi izboljšuje.



Slika 24: Usklajevalni terenski seminarji in predstavitve nove opreme so nujen del priprave na popise (foto: Š. Planinšek).

Viri

- Eichhorn J., Roskams P., Ferretti M., Mues V., Szepesi A., Durrant D. 2010. Visual Assessment of Crown Condition and Damaging Agents - Part IV. Hamburg, vTI - Institute for World Forestry: 49 str
- Kutnar L., Kobler A. 2011. Prediction of forest vegetation shift due to different climate-change scenarios in Slovenia. Šumarski list 135, 3-4: 113-126
- Veresoglou S.D., Penuelas J., Fischer R., Rautio P., Sardans J., Merila P., Tabakovic-Tosic M., Rillig M.C. 2013. Exploring continental-scale stand health – N:P ratio relationships for European forests.



3.2 Poročilo o popisu povzročiteljev poškodb drevja

Avtor poročila: dr. Nikica Ogris

Terenski popis: mag. Špela Planinšek, dr. Mitja Skudnik, Jure Žlogar, Anže Martin Pintar

Priprava podatkov: Andrej Grah

3.2.1 Rezultati popisa poškodb – splošno za raven II

V letu 2021 smo povzročitelje poškodb popisali na 10. IMGE ploskvah (Raven II) na 845 drevesih prvega, drugega in tretjega socialnega položaja. Poškodbe so bile zabeležene na 552 drevesih (560 v letu 2020). Zbirka s povzročitelji poškodb drevja je imela 792 zapisov (806 zapisov v letu 2020). V 404 primerih se povzročitelja poškodovanosti ni določilo (425 primerov v letu 2020).

Najpogostejši vzrok poškodovanosti dreves je bila sušica najmlajših borovih poganjkov, ki jo povzroča gliva *Diplodia pinea* (54 dreves, Slika 25). Sušica najmlajših borovih poganjkov se je pojavljala na črnem boru v Gropajskih borih. Povprečna osutost črnih borov, na katerih je bila zabeležena *Diplodia pinea*, je bila 44,4 % (42,0 % v letu 2020). Bolezen je pojasnila 56,7 % osutosti krošenj črnih borov (53,3 % v letu 2020).

Na drugem mestu po pogostosti so bili fizikalni dejavniki (45 primerov, Preglednica 9). Povprečna osutost dreves, na katerih so bile zabeležene poškodbe zaradi fizikalnih dejavnikov, je bila 32,4 % (35,5 % v letu 2020). Fizikalni dejavniki so v povprečju pojasnili 26,0 % osutosti teh dreves. Poškodbe zaradi fizikalnih dejavnikov so se pojavljale na sedmih ploskvah.

Rdeča trohnoba, ki jo povzročajo glive iz rodu *Heterobasidion* spp., je bila zabeležena na 45 drevesih. Rdeča trohnoba se je pojavljala samo na smreki. Povprečna osutost krošnje dreves, ki so bila obolela z rdečo trohno, je bila 24,3 % (24,0 % v 2020). Rdeča trohnoba je pojasnila 48,9 % osutosti krošnje. Rdeča trohnoba se je pojavljala v Krucmanovih kontah in Traticah.



Slika 25: Sušenje poganjkov črnega bora, ki ga povzroča gliva *Diplodia pinea* (Foto: N. Ogris).

Med pogostejše povzročitelje poškodb dreves so se v letu 2021 uvrstile tudi bolezni, ki smo jih zabeležili na 37 drevesih. Bolezni kot splošna kategorija so se pojavljale na vseh predelih dreves, najpogosteje na deblu in koreninskem vratu ter na listih in iglicah, na desetih drevesnih vrstah, najpogosteje na bukvi, dobu, smreki in rdečem boru ter so se večinoma izražale kot različne deformacije, spremembe barve listja in odmirajoči predeli dreves. Bolezni so poškodovale



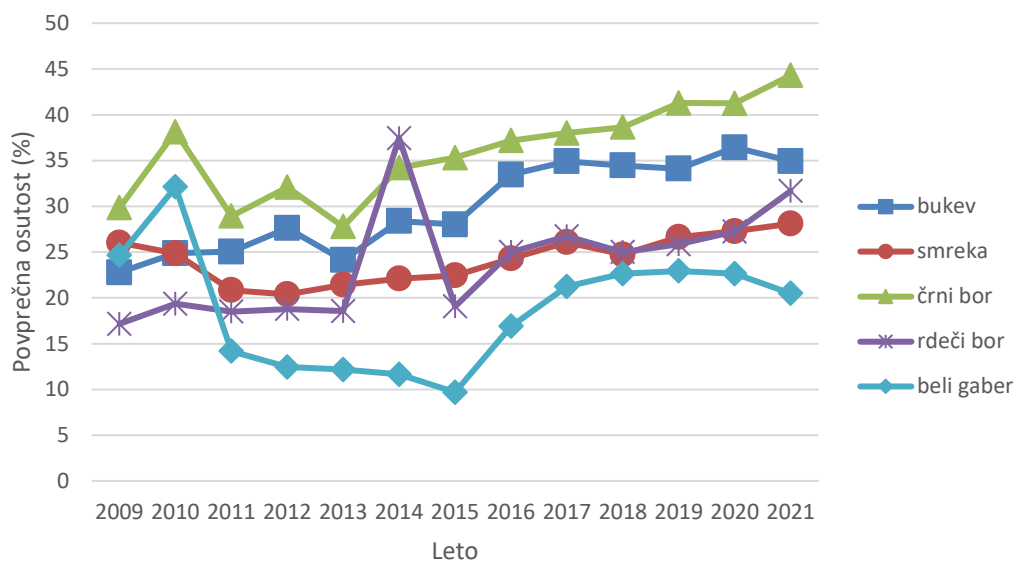
drevesa na devetih ploskvah, na katerih je bila zabeležena 40,9 % povprečna osutost krošnje, boleznimi pa so pojasnile 34,3 % osutosti krošnje.

Preglednica 9: Najpogostejši povzročitelji poškodovanosti dreves na ploskvah Nivo II v letu 2021 (s frekvenco nad 10).

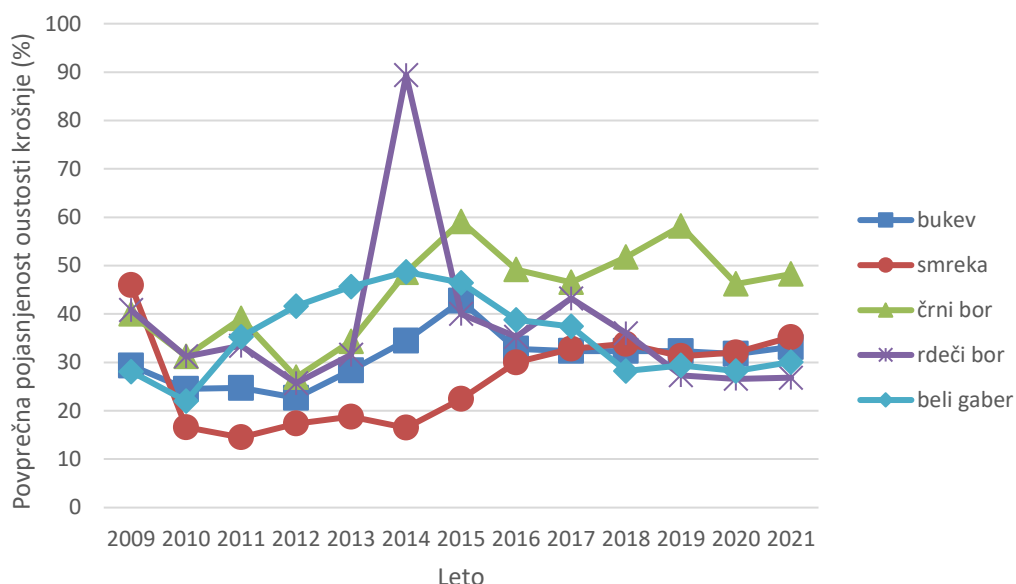
Povzročitelj	Št. dreves	Povp. osutost (%)	Povp. pošk. krošnje (%)
sušica najmlajših borovih poganjkov	54	44,4	25,2
fizikalni dejavniki	45	32,4	8,4
rdeča trohnoba	45	24,3	11,9
bolezni	37	40,9	14,1
raki	23	47,8	17,8
trohnobe debel in odmiranje korenin	22	26,8	13,0
žled	19	32,6	7,9
konkurenca	18	29,7	11,1
sečnja	17	26,2	5,0
sušenje črnega gabra	12	43,3	29,6

3.2.2 Rezultati popisa poškodovanosti po drevesnih vrstah za raven II

Če upoštevamo drevesne vrste, ki so imele v vzorcu vsaj 50 enot, je bil v letu 2021 v povprečju najbolj osut črni bor (44,3 %), potem bukev (34,9 %) in rdeči bor (31,7 %) (Slika 26). Povzročitelji poškodb drevja so najboljše pojasnili osutost krošnje pri črnem boru (povprečno 48,3 %), smreki (povprečno 35,2 %) in bukvi (povprečno 33,2 %, Slika 27). Pri rdečem boru, črnem boru in smreki se je povprečna osutost krošnje povečala, pri bukvi in belem gabru pa za malenkost zmanjšala, v primerjavi s prejšnjim letom (Slika 26). Pojasnjenost poškodovanosti krošnje je pri rdečem boru ostala na približno enaki ravni kot v prejšnjem letu, pri smreki, črnem boru, belem gabru in bukvi pa se je za malenkost povečala (Slika 27). Pri vseh najpogostejših drevesnih vrstah zaznavamo trend naraščanja povprečne osutosti krošnje; pri belem gabru od leta 2015 naprej. V zadnjem letu se je tudi za malenkost povečala pojasnjenost poškodovanosti pri vseh najpogostejših drevesnih vrstah.



Slika 26: Povprečna osutost krošnje najpogostejših drevesnih vrst na ravni II v 2009–2021.



Slika 27: Povprečna pojasnjenost osutosti krošnje najpogostejših drevesnih vrst na ravni II v 2009–2021.

Najpogostejši povzročitelj poškodb na bukvi so bili fizikalni dejavniki. Če vzamemo povzročitelje poškodb, ki so imeli v vzorcu vsaj deset enot, so osutost krošnje bukve v povprečju najboljše pojasnjevale konkurenca (povp. 36,7 %), potem bolezní (povp. 35,8 %) in fizikalni dejavniki (povp. 25,7 %). Poleg prej navedenih povzročiteljev poškodb so bili vzroki poškodovanosti bukve naslednji (vsaj dva zabeležena primera): raki, sečnja, trohnobe debel in odmiranje korenin, mraz – zimska izsušitev, glive iz rodu *Nectria* (Slika 28), mehanske poškodbe, gojitveni ukrepi in gospodarjenje z gozdom, dejavniki nežive narave.



Slika 28: Trosišča cinobraste bradavičke (*Nectria cinnabarina*) na bukovi skorji (Foto: N. Ogris).

Na smreki je bil najpogostejši vzrok poškodb rdeča trohnoba (45 primerov) ter druge trohnobe debel in odmiranje korenin (16 primerov). Rdeča trohnoba je dobro pojasnila poškodovanost krošnje (48,9 %). Smreko so pogosto poškodovale sečnja in z njo povezano spravilo (7 primerov), vendar je bila povprečna poškodovanost krošnje zaradi tega nizka (7,1 %). Na smreki smo zabeležili še naslednje škodljive dejavnike (vsaj dva zabeležena primera): mraz, bolezni, gojitveni ukrepi in gospodarjenje z gozdom, dejavniki nežive narave.

Seznam pomembnejših povzročiteljev poškodb na ostalih drevesnih vrstah, ki so imele vsaj 50 enot v vzorcu in vsaj 3 zabeležene primere poškodb:

- črni bor: sušica najmlajših borovih poganjkov (54 primerov), druge bolezni, bršljan;
- rdeči bor: bolezni, veliki borov strženar;
- beli gaber: konkurenca.



Slika 29: Poškodba na vejici zaradi velikega borovega strženarja (*Tomicus piniperda*) (Foto: G. Csoka, Hungary Forest Research Institute, Bugwood.org).



3.2.3 Analiza po prizadetem delu drevesa in starosti poškodb za raven II

V popisu poškodovanosti dreves na ploskvah Nivo II v letu 2021 so bili najpogosteje poškodovane veje, poganjki in brsti (58,1 % zapisov, Preglednica 10). Na drugem mestu poškodovanosti so bili deblo in koreninski vrat (26,1 % primerov). Listi/iglice so bili na tretjem mestu pogostosti (15,8 %). Najpogosteje prizadet del krošnje je bil zgornji del in celotna krošnja (Preglednica 11). Malokrat je bil prizadet spodnji del krošnje ali nepravilno v zaplatah, kakor je bilo tudi v prejšnjih letih. Posamične poškodbe na deblu so bile zabeležene na bukvi, smreki, dobu, kostanju, sivi jelši in gorskem javorju (Preglednica 12). Poškodbe po starosti so bile pri vseh naštetih drevesnih vrstah mešane, tj. sveže in stare, razen pri gorskem javorju, na katerem so bile zabeležene samo stare poškodbe (Preglednica 12).

Preglednica 10: Pogostost poškodb delov drevesa (N = 792).

Prizadeti del drevesa	Prizadeti del - podroben	Delež primerov (%)
Listi/Iglice	Letošnje iglice	1,1
	Starejše iglice	1,3
	Iglice vseh starosti	4,7
	Listi (vključno zimzelene vrste)	8,7
Veje, poganjki in brsti	poganjki tekočega leta	3,8
	vejice (premer manj kot 2 cm)	27,7
	veje (premer 2 do 10 cm)	7,2
	veje, premer nad 10 cm	0,6
	veje vseh velikosti	15,0
	vršni poganjek	3,8
Deblo in koreninski vrat	deblo v krošnji	0,8
	deblo: del med krošnjo in koreničnikom	7,7
	korenine (površinske) in koreničnik (≤ 25 cm višine)	15,3
	celotno deblo	2,4

Preglednica 11: Pogostost poškodb delov krošnje (N = 585).

Lokacija poškodbe v krošnji	Delež ocen (%)
Zgornji del krošnje	38,6
Spodnji del krošnje	7,0
Nepravilno v zaplatah	17,3
Vsa krošnja	37,1

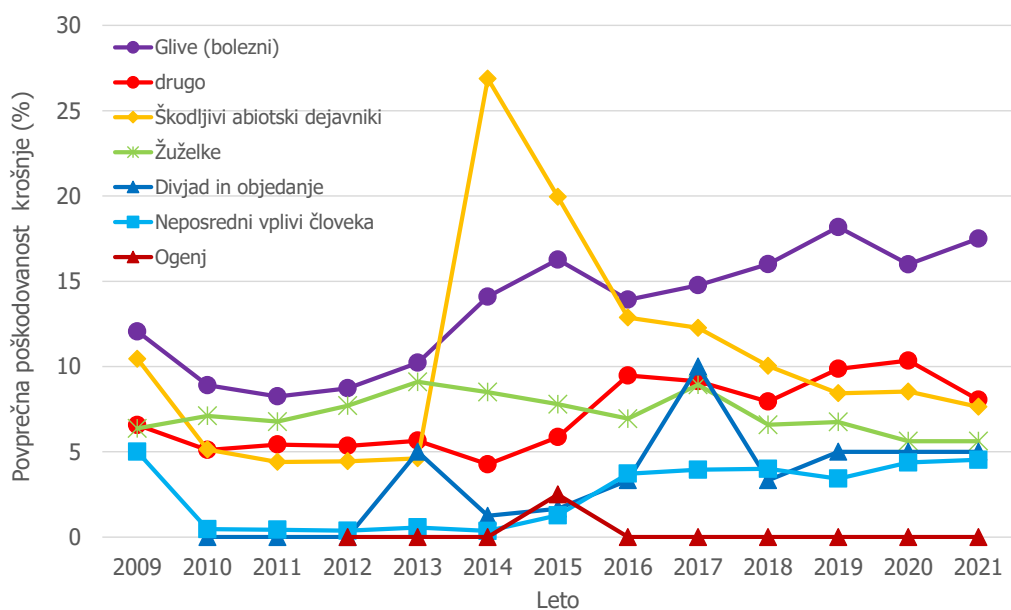
Preglednica 12: Obseg poškodovanosti debla po drevesnih vrstah (N = 6).

Drevesna vrsta	Število zapisov	Mediana obsega poškodovanosti debla	Mediana starosti poškodbe
bukev	5	od 5-20 dm ²	Sveže in staro
smreka	1	nad 20 dm ²	Sveže in staro
dob	1	od 5-20 dm ²	Sveže in staro
kostanj	1	od 5-20 dm ²	Sveže in staro
gorski javor	1	od 1-5 dm ²	Staro
siva jelša	1	od 5-20 dm ²	Sveže in staro



3.3.4 Trendi poškodovanosti krošnje po kategorijah povzročiteljev

Povprečna poškodovanost krošnje zaradi bolezní je naraščala od 2011 do 2015, v letu 2016 se je poškodovanost krošnje zaradi gliv nekoliko zmanjšala (iz 16,3 % na 13,9 %), v letih 2017–2019 pa spet nekoliko narastla (na 18,2 %), v letu 2020 je ponovno upadla in sicer na 16,0 %, v letu 2021 ponovno za malenkost narastla na 17,5 %. Glive so bile najpomembnejši povzročitelj poškodb drevja na ploskvah Raven II od 2016 naprej (Slika 30). Na drugem mestu povprečne poškodovanosti krošnje (8,0 %) je bila kategorija povzročiteljev "drugo", kjer je bila izpostavljena konkurenca kot povzročitelj osutosti in poškodb krošnje. Poškodovanost dreves zaradi škodljivih abiotičnih dejavnikov upada od leta 2014. Poškodbe dreves na ploskvah Raven II zaradi žuželk so vsa leta na približno enaki ravni (5,6–9,1 %), v treh letih 2014–2016 je povprečna poškodovanost krošnje zaradi njih nekoliko upadla (iz 9,1 na 6,9 %), v letu 2017 nekoliko povečala na 8,9 %, v 2018 pa spet nekoliko upadla na 6,6 % in v 2019 se je rahlo povečala na 6,8 %, v 2020 pa ponovno upadla in sicer na 5,6 % ter v 2021 ostala na enaki ravni. V 2017 smo zaznali močno povečanje poškodb po divjadi – povprečna poškodovanost krošnje zaradi divjadi se je dvignila iz 3,3 % v letu 2016 na 10 % v 2017, vendar je že v 2018 padla na 3,3 %, v 2019 pa spet malenkostno narastla na 5,0 % in na tej ravni ostala tudi v 2021 (Slika 30). Ostale kategorije povzročiteljev poškodb drevja doprinesejo k povprečni poškodovanosti krošnje na ploskvah Raven II manj kot 5 %, to so neposredni vplivi človeka in požari. Pri vseh kategorijah povzročiteljev poškodb drevja smo zaznali pozitiven trend razen pri žuželkah. Trend najhitreje narašča v kategorijah bolezní, divjad in drugo.



Slika 30: Povprečna poškodovanost krošnje za glavne kategorije povzročiteljev 2009–2021.



3.3 Pritalna vegetacija – raven II skupaj z ravnjo I

Avtorja poročila: doc. dr. Lado Kutnar in dr. Janez Kermavnar

Terenski popis: doc. dr. Lado Kutnar in dr. Janez Kermavnar

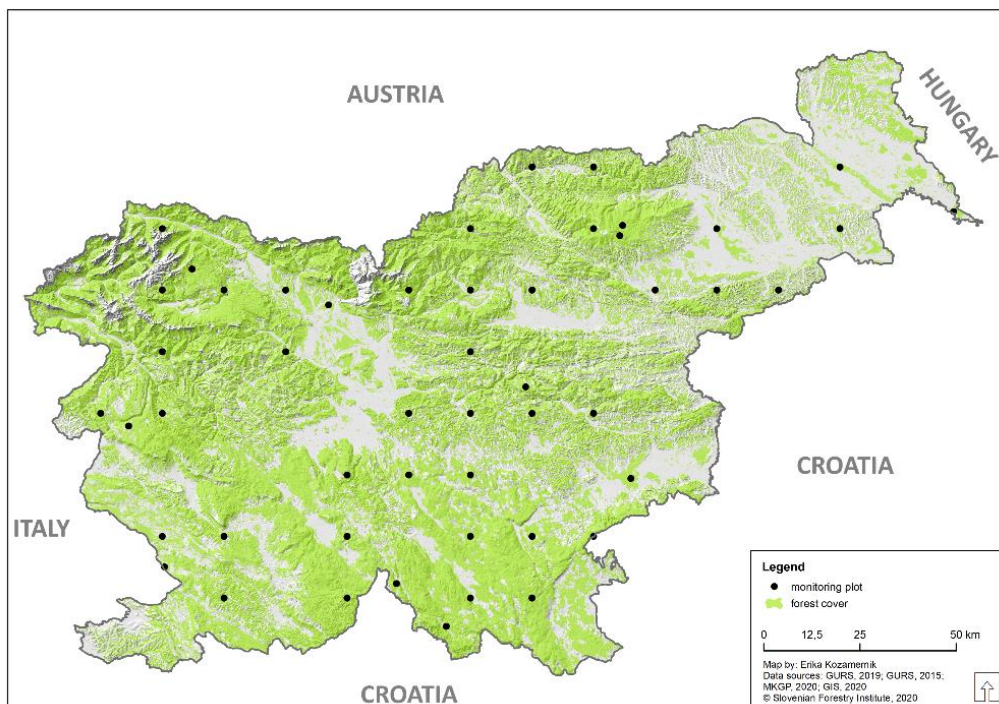
Priprava podatkov: doc. dr. Lado Kutnar in dr. Janez Kermavnar

3.3.1 Uvod

V letu 2021 smo analizirali pritalno vegetacijo na ploskvah za spremljanje stanja gozdov na ravni I in ravni II. Rezultate analiz vegetacijskih podatkov na ploskvah za spremljanje stanja gozdov v Sloveniji smo predstavili v dveh izvirnih znanstvenih člankih (Kermavnar in sod., 2021; Kermavnar in sod., 2022), ki jih povzemamo v nadaljevanju.

3.3.2 Študijsko območje in metode

V raziskavi so bili vključeni vegetacijski popisi pritalne vegetacije na 39 ploskvah za spremljanje stanja gozdov na ravni I (sistematična mreža 16 × 16 km) in na 11 ploskvah za intenzivno spremljanje stanja gozdnih ekosistemov na ravni II (Slika 31), ki se pojavljajo v zelo različnih gozdnih tipih po Sloveniji (Slika 32). Cilj raziskave je bila ugotovitev povezav med širokim naborom ekoloških dejavnikov (tla, klima, topografija, sestojne značilnosti) ter vrstno pestrostjo in sestavo pritalne gozdne vegetacije. Poleg taksonomskega (vrstnega) aspekta smo v študiji vključili tudi funkcionalni pristop, pri katerem smo uporabili analize na nivoju rastlinskih funkcionalnih znakov.



Slika 31: Prostorska razporeditev 50 ploskev za spremljanje stanja gozdov v Sloveniji (raven I in raven II), na katerih je bila popisana gozdna vegetacija in so bili pridobljeni podatki o rastiščnih razmerah, s poudarkom na vzorčenju gozdnih tal.



Slika 32: Prikaz dela proučenih ploskev za spremljanje stanje gozdov na ravni I in II v Sloveniji, ki predstavljajo širok gradient rastiščnih in sestojnih razmer. V raziskavi smo med drugim zajeli različne smrekove in jelove gozdove, bukove in mešane gozdove na različnih geoloških podlagah, gozdove rdečega in črnega bora ter nižinske hrastovo-belogabrove gozdove.

3.3.3 Rezultati študije

Vrstna pestrost in sestava pritalne vegetacije je močno odvisna od okoljskih (rastiščnih) razmer. Glavne rezultate lahko strnemo v naslednje ugotovitve:

- za število vaskularnih (višjih) rastlin v zeliščni plasti so bile najpomembnejše značilnosti grmovne in drevesne plasti, ki določajo razpoložljivost svetlobe, ter pH gozdnih tal, ki je povezan predvsem z geološko matično podlago in drugimi dejavniki, kot so npr. drevesna sestava, kakovost listnega opada in podnebni vplivi;



- vrstna sestava (pritalne) vegetacije je pokazala značilno odvisnost od podnebnih parametrov, kot sta npr. povprečna letna temperatura in letna količina padavin;
- relativni pomen pojasnjevalnih ekoloških dejavnikov se je pri različnih funkcionalnih znakih rastlin (npr. lastnosti listov, podzemnih organov, semen, fenološki znaki) razlikoval.

Ugotovili smo, da uporaba kombinacije različnih aspektov (taksonomski in funkcionalni nivo) v analizah pripomore k celovitejšemu razumevanju odnosov med pritalno vegetacijo in rastiščnimi razmerami.

3.3.4 Druge aktivnosti

V letu 2021 so bile dodatne aktivnosti usmerjene tudi v urejanje in pripravo vegetacijskih podatkov na ploskvah za intenzivno spremljanje stanja gozdov (raven II). Na 11 različnih lokacijah razpolagamo že s štirimi ponovitvami popisov, kar omogoča ovrednotenje časovne dinamike gozdne vegetacije (Kutnar in sod., 2019) in njene odzive na spremembe okolja na različnih prostorskih ravneh (podnebne spremembe, povečevanje intenzivnosti velikopovršinskih motenj v gozdovih, evtrofikacija rastišč zaradi zračnih depozitov dušika in drugih oblik onesnaženj, ipd.).

Do sedaj zbrane podatke o (pritalni) vegetaciji in rastiščnih razmerah na ploskvah za intenzivno spremljanje stanja gozdov smo ustrezno pripravili ter jih v večji meri posredovali v evropsko podatkovno bazo ICP-Forests. Dokončno oddajo razpoložljivih podatkov bomo zaključili v prihodnjem letu. V okviru Ekspertne skupine za biotsko raznovrstnost in pritalno vegetacijo (Expert Panel on Biodiversity and Ground Vegetation) pri ICP-Forests smo nadaljevali tudi s sodelovanjem z raziskovalci iz drugih evropskih držav, ki so vključene v ta program, kar omogoča primerjave in sintezne ugotovitve na evropskem nivoju.

Poleg vaskularnih rastlin smo v sodelovanju s tujimi strokovnjaki (prof. dr. Marko S. Sabovljević, Univerza v Beogradu) zbrali in uredili tudi podatke o pojavljanju mahovnih vrst na ploskvah za spremljanje stanja gozdov, katerih vzorci so bili zbrani že pred leti. V prihodnje načrtujemo analizo pestrosti mahovnih vrst in sestave mahovnih združb kot indikatorjev okoljskih sprememb v gozdovih Slovenije.

Reference

- Kermavnar, J., Kutnar, L., Marinšek, A., 2021. Disentangling the ecological determinants of species and functional trait diversity in herb-layer plant communities in European temperate forests. *Forests*, 12 (5): 552. <https://doi.org/10.3390/f12050552>.
- Kermavnar, J., Kutnar, L., Marinšek, A., 2022. Variation in floristic and trait composition along environmental gradients in the herb layer of temperate forests in the transition zone between Central and SE Europe. *Plant ecology*, 223: 229–242. <https://doi.org/10.1007/s11258-021-01203-8>.
- Kutnar, L., Nagel, T. A., Kermavnar, J., 2019. Effects of disturbance on understory vegetation across Slovenian forest ecosystems. *Forests*, 10: 1048, <https://doi.org/10.3390/f10111048>.



3.4 Fenološka opazovanja

Avtorica poročila: dr. Urša Vilhar

Terenska opazovanja: skrbniki ploskev

Priprava podatkov: David Štefanič, dr. Urša Vilhar

Fenološki popisi so se v letu 2021 izvajali na 8 ploskvah.

Preglednica 13: Ploskve, na katerih so potekala fenološka opazovanja v letu 2021.

1	Krucmanove Konte - Pokljuka
3	Gropajski Bori (Sežana)
4	Brdo pri Kranju
5	Borovec (Kočevska Reka)
6	Lontovž (Kum)
7	Travljanska gora - Gorica - Draga
9	Murska šuma
10	Tratice - Pohorje

Skrbniki ploskev so izvajali okularna fenološka opazovanja v skladu z navodili:

VILHAR, U. 2010. Priročnik za fenološka opazovanja v okviru Intenzivnega spremljanja stanja gozdnih ekosistemov (Raven II). Dopolnitve in prilagoditev za Slovenijo. Ljubljana, International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests. Expert Panel on Meteorology and Phenology. Gozdarski inštitut Slovenije. s. 17.

Fenološka opazovanja so skrbniki ploskev opravljali enkrat tedensko v času olistanja ter jesenskega rumenenja in odpadanja listja. Izven kritičnih faz so fenološka opazovanja potekala enkrat na 14 dni. Na popisnih obrazcih so označevali metodo opazovanja, ki je trenutno na vseh ploskvah okularno opazovanje izbranih dreves. Obrazce o fenoloških popisih so redno pošiljali.

V letu 2021 smo vnesli v podatkovno bazo fenološke popise v letih od 2014 do vključno 2021.



3.5 Popis vidnih poškodb vegetacije po ozonu

Avtor poročila: Matej Rupel

Ob gozdnih robovih, kjer so ploskve intenzivnega spremljanja stanja gozdnih ekosistemov z meteorološkimi postajami, smo od konca junija do konca septembra spremljali vidne poškodbe vegetacije zaradi ozona. Poškodbe smo popisovali na devetih ploskvah: Pokljuka - Krucmanove konte, Fondék – Trnovski gozd, Brdo pri Kranju, Borovec pri Kočevski Reki, Lontovž pod Kumom, Travljska gora – Gorica – Draga, Tratice na Pohorju ter na ploskvi GIS – vrt, pod Rožnikom v Ljubljani.

Ocene vidnih poškodb vegetacije zaradi ozona ob gozdnem robu smo izvajali na LESS (Less Exposed Sampling Site), dimenzij 2 x 1 m. Število LESS ploskvic na posamezni lokaciji je odvisno od dolžine osvetljenega gozdnega roba (dolžine so od 74 m do 246 m). Število LESS ploskvic, kjer smo ocenjevali vidne poškodbe, je prilagojeno 10 % napaki. V urbanem in peri-urbanem gozdu smo metodo delno prilagodili razmeram na terenu.

Preglednica 14: Vidne poškodbe vegetacije zaradi ozona ob gozdnem robu leta 2021.

Ploskev	šifra ploskve	dolžina gozdnega roba (m)	število LESS	število ocenjenih LESS (10% napaka)	vidne poškodbe	datumi popisov
Krucmanove konte - Pokljuka	01	152	76	33	0	18. 6., 10. 8. in 15. 9. 2021
Fondék	02	146	73	33	1	28. 7., 11. 8., 25. 8., 2. 9., 8. 9. in 23. 9. 2021
Brdo pri Kranju	04	100	50	32	0	28. 7., 12. 8., in 26. 8. in 14. 9. 2021
Borovec	05	246	123	33	1	5.7., 27.8. in 24.9.2021
Lontovž (Kum)	08	96	48	31	1	10. 9. 2021
Travljska gora – Gorica – Draga	09	74	37	28	1	5. 7., 27. 8. in 24. 9. 2021
Murska šuma	11	94	47	31	0	1. 9. 2021
Tratice – Pohorje	12	90	45	31	0	29. 7., 26. 8. in 23. 9. 2021
GIS Rožnik – LJ	99	180	90	33	0	26. 7., 11. 8., 26. 8. in 22. 9. 2021

Pojasnilo: Poškodbe delov rastlin (listja, iglic) zaradi ozona
 Kode simptomov 0 ni znakov poškodb zaradi ozona
 1 simptomi zaradi ozona



Na ploskvi Fondek – Trnovski gozd smo poškodbe opazili na listih bukve, leske, rumenega dreva in breze.

Na ploskvi Borovec pri Kočevski Reki so bili poškodovani listi gorskega javorja, leske in bukve.

Na ploskvi Lontovž pod Kumom smo opazili poškodbe zaradi ozona na grmih črnega bezga in na malem jesenu ter na dobroviti.

Na ploskvi Travljska gora smo opazili poškodbe po ozonu na listih bukve.

Preglednica 15: Število vidno poškodovanih drevesnih oz. grmovnih vrst na ploskvah v letu 2021.

<i>Ploskev</i>	<i>šifra ploskve</i>	<i>dolžina gozdnega roba (m)</i>	<i>število LESS</i>	<i>število ocenjenih LESS (10% napaka)</i>	<i>vidne poškodbe na številu LESS</i>	<i>število poškodovanih drevesnih oz. grmovnih vrst</i>
Fondek	02	146	73	33	11	4
Borovec	05	246	123	33	6	3
Lontovž (Kum)	08	96	48	31	5	3
Travljska gora – Gorica – Draga	09	74	37	28	3	1



Slika 33: Poškodbe lista bukve (*Fagus sylvatica* L.) in leske (*Corylus avellana*) zaradi O₃- Fondek – Trnovska planota, 25. 8. 2021 (Foto: M. Rupel).



Slika 34: Poškodovana lista topokrpega javorja (*Acer obtusatum* L.) zaradi ozona - Borovec pri Kočevski Reki, 21. 9. 2021 (Foto: M. Rupel).

Kot vsako neparno leto, so se leta 2021 vzorčila tudi tkiva listja in iglic za foliarne analize. Ob tem smo izvedli tudi popise vidnih poškodb listja in iglic zaradi ozona v gozdnih sestojih. Vzorčenja listavcev smo izvedli na ploskvah:

MURSKA ŠUMA - hrast	01. 09. 2021	poškodb O ₃ ni opaziti
TRATICE – POHORJE - bukev	01. 09. 2021	poškodb O ₃ ni opaziti
FONDEK - bukev	02. 09. 2021	poškodbe O ₃ na 991, 993, 994
TRAVLJANSKA GORA - bukev	09. 09. 2021	poškodbe O ₃ na 901
BOROVEC - bukev	09. 09. 2021	poškodb O ₃ ni opaziti
LONTOVŽ – KUM - bukev	10. 09. 2021	poškodbe O ₃ na 994
KRAKOVSKI GOZD - hrast	10. 09. 2021	poškodb O ₃ ni opaziti, listje zelo »slabo« - biotski vzroki

*(991 – 995: označba dreves za foliarno vzorčenje na ploskvah)

Prvič od leta 2005, ko izvajamo ta monitoring, so bile opažene poškodbe listja dreves v sestoju leta 2017, na ploskvi Fondek – Trnovska planota in na ploskvi Travljska gora, skupaj na treh vzorčnih drevesih. Leta 2019 so bila drevesa oziroma veje z listi, z vidnimi znaki poškodb po ozonu, opažena na štirih ploskvah in skupno število vidno poškodovanih dreves je bilo 9. Leta 2021 pa so se poškodbe listja na drevesih v sestoju pojavile na treh ploskvah, skupaj na petih drevesih.



Vzorčenja iglavcev smo izvedli na ploskvah:

POHORJE - smreka	11. 11. 2021	poškodb O ₃ ni opaziti
BRDO - rdeči bor	17. 12. 2021	poškodb O ₃ ni opaziti
GROPAJSKI BORI - črni bor	22. 12. 2021	poškodb O ₃ ni opaziti
TRAVLJANKA GORA - jelka	22. 12. 2021	poškodb O ₃ ni opaziti
POKLJUKA - smreka	10. 05. 2022	poškodb O ₃ ni opaziti

Ploskev Krucmanove konte na Pokljuki, je bilo zaradi zgodaj zapadlega snega in novega varovalnega režima TNP (mirne cone divjega petelina v času paritve) ter neprevoznosti cest, možno vzorčiti šele pomladi 2022. Vzorčenje se je izvedlo pred začetkom vegetacije, preden so drevesa zacvetela oz. odgnala nove poganjke, torej še v stanju, ko je vegetacija mirovala.

Poškodovanih iglic zaradi vpliva ozona nismo zasledili.

3.5.1 Dodatne aktivnosti, ki so bile izvedene v letu 2021

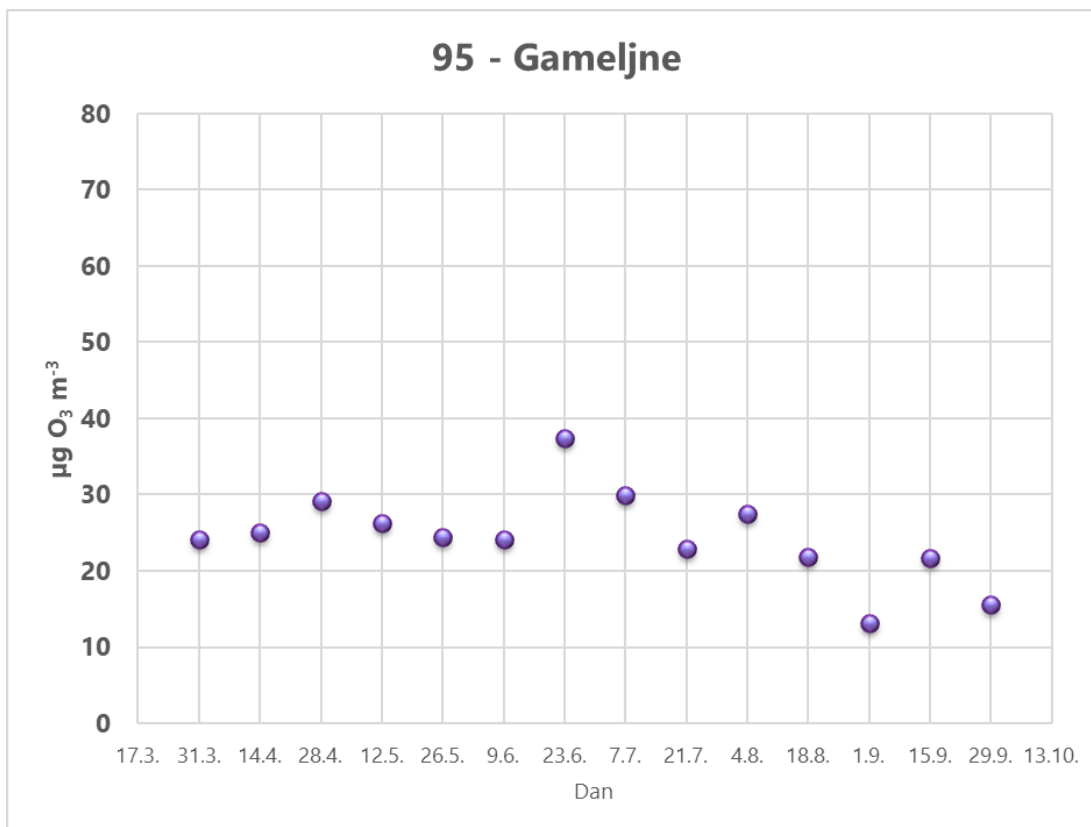
Že od leta 2017 sodelujemo pri evropskem projektu VibEuroNet - Viburnum lantana observation Network in Europe. Na ploskvi Gameljne (ob Savi pri Sp. Gameljnah pod Šmarno goro) smo skladno z navodili in ustreznih metodah projekta izvedli popise poškodovanosti dobrovite (*Viburnum lantana*).

Opazovanja in spremljanja poškodb dobrovite zaradi ozona so potekala od sredine julija do konca septembra 2021. Opazovanih in popisanih je bilo 30 rastlin. Stanje osebkov je bilo odlično, saj na grmih dobrovite poškodb zaradi ozona nismo opazili.

Povprečna koncentracija ozona od 24. 3. – 16. 10. 2021 je znašala 24,5 ug/m³ v 14-dnevnih periodah Najvišja koncentracija pa je bila v obdobju med 16. 06. in 30. 06. 2021 ter je dosegla 37,4 ug O₃/m³.



Slika 35: Dobrovita (*Viburnum lantana*) brez poškodb zaradi ozona - Ploskev Gameljne pod Šmarno goro, 7.07.2021 (Foto: M. Rupel).



Slika 36: Koncentracije ozona na ploskvi Gameljne (ob Savi pri Sp. Gameljnah pod Šmarno goro) v letu 2021 (Graf in izračun: D. Žlindra).



3.6 Foliarni popis

Avtorja poročila: Matej Rupel in Daniel Žlindra

Terensko delo: Matej Rupel

Laboratorijsko delo: Magda Špenko in Daniel Žlindra

Priprava podatkov: Daniel Žlindra

Foliarni popis oz. analiza listja in iglic drevja se na vsaki dve leti izvaja na vseh ploskvah II. ravni (intenzivno spremljanje stanja gozdov) v skladu z navodili ICP Forests (Rautio P et al., 2020: Part XII: Sampling and Analysis of Needles and Leaves. Version 2020-3. In: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 16 p. + Annex [<http://www.icp-forests.org/Manual.htm>]).

(<https://storage.ning.com/topology/rest/1.0/file/get/10048130901?profile=original>).

Vzorčenja so do sedaj potekala v letih 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021. V letih za temi so sledile analize vzorcev in določitev vsebnosti mineralnih hranil (2006, 2008, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018, 2020, 2022). Spremljanje prehranjenosti drevja je projektno (opcijsko) na I. ravni spremljanja gozdov, v Sloveniji smo izvedli zadnji foliarni popis na ravni I (mreža 16 km × 16 km) v l. 1994.

3.6.1 Spremembe na drevesih za foliarno vzorčenje do leta 2021

Od vzpostavitve ploskve (nekatero od leta 2003, nekatere od leta 2009) so drevesa neprestano pod vplivom biotskih in abiotskih dejavnikov, ki so včasih tudi patološki. Od hudega napada bolezní do žledoloma in vetroloma. V spodnji preglednici (Preglednica 16) je kratek povzetek sprememb v času od vzpostavitve ploskev do leta 2021. Sicer od leta 2018 motenj ni bilo, tako da v zadnjih treh letih sprememb ni.

Preglednica 16: Spremembe na ploskvah vzorčenih dreves.

Leto	Ploskev	Padlo/odmrlo drevo	Nadomestno drevo	Številka nadomestnega drevesa v bazi
2014	4	993	996	996
2014	11	994	996	996
2014	12	901	911	996
2016	3	992	996	996
2018	9	984	986	986

Na ostalih vzorčnih ploskvah v letih spremljanja ni bilo posebnosti.

3.6.2 Vzorčenje za foliarne analize v letu 2021

V letu 2021 je foliarno vzorčenje potekalo kot običajno, t. j. v jesenskih oz. zimskih mesecih (Preglednica 17, Preglednica 18). Edina izjema je bilo vzorčenje smrek na ploskvi 1-Pokljuka, saj nas je presenetil sneg, zato smo morali vzorčenje preložiti na pomlad 2022, pred začetkom rastle sezone. Priprava vzorcev je bila izvedena takoj po prihodu vzorcev v laboratorij. Prav tako je bilo določitev mase iglic/listov opravljena nekaj dni po sprejemu v laboratorij. Preostale analize bodo potekale v 1. polovici leta 2022.



Ob vzorčenju je bil opravljen tudi popis vidnih poškodb vegetacije zaradi ozona (Več o tem v poglavju 3.5).

Na ploskvah, kjer poteka intenzivno spremljanje stanja gozdov, smo s petih že vnaprej določenih dreves na ploskvi odvzeli (odrezali oz. odžagali) vzorce vej. Z listavcev, ki prevladujejo na ploskvi (najbolj idealno tik preden začne listje na vejah rumeneti) se vzorci odvzamejo z zgornje tretjine krošnje. S prevladujočih iglavcev se odžagajo veje s sedmega vretena pod vrhom drevesa.

Sledilo je delo na GIS - v Laboratoriju za gozdno ekologijo. Liste smo postrigli z vej in vzorce posušili. Vzorce vej z iglicami pa smo razrezali po letnikih. Posebej smo ločili iglice zadnjega leta (2021) in predzadnjega leta (2020). Ko so se narezane vejice posušile, smo jih ločili od iglic, da so ostale le še te, ločene po posameznih letnikih.

Izmerili smo še mase 100 listov oziroma mase 1000 iglic. Tako so bili posamezni vzorci tkiv pripravljene za mletje in nadaljnje analize.

Preglednica 17: Vzorčenje listavcev.

<i>datum</i>	<i>šifra</i>	<i>ploskev</i>	<i>drevesna vrsta</i>	<i>število dreves</i>
2. 9. 2021	02	Fondek	bukev	5
9. 9. 2021	05	Borovec	bukev	5
10. 9. 2021	08	Lontovž	bukev	5
9. 9. 2021	09	Draga – Travljska gora	bukev	5
10. 9. 2021	10	Krakovski gozd	hrast	5
1. 9. 2021	11	Murska Šuma	hrast	5
1. 9. 2021	12	Tratice	bukev	5

Preglednica 18: Vzorčenje iglavcev.

<i>datum</i>	<i>šifra</i>	<i>ploskev</i>	<i>drevesna vrsta</i>	<i>število dreves</i>
10. 5. 2022	01	Pokljuka	smreka	5
22. 12. 2021	03	Gropajski bori	črni bor	5
17. 12. 2021	04	Brdo	rdeči bor	5
22. 12. 2021	09	Draga – Travljska gora	jelka	5
11. 11. 2021	12	Tratice	smreka	5

Običajno so iglice preteklega letnika večje in težje od iglic tekočega letnika. Včasih je to opazno že s prostim očesom.



3.6.3 Analizne metode

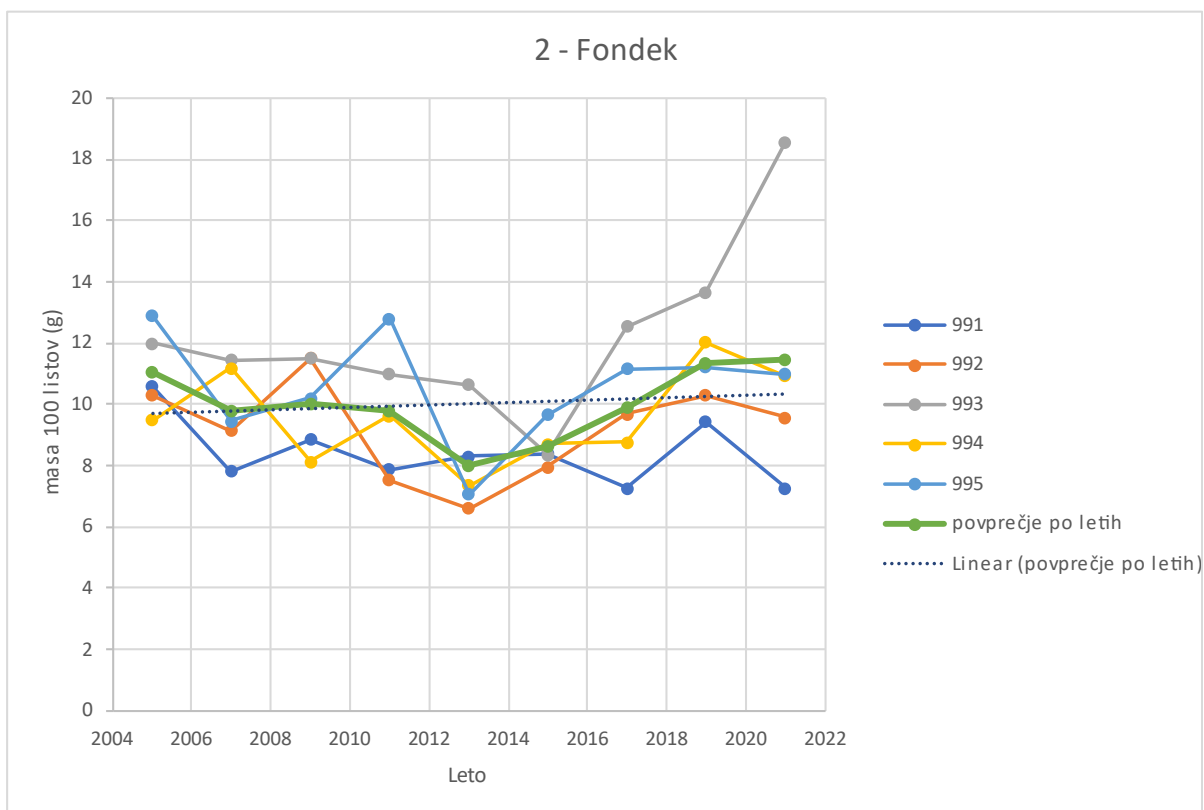
Priprava vzorcev - iglice smo ločili po letnikih, liste smo ločili od vej. Vzorce smo nato sušili na zraku 14 dni. Preden smo jih zmelili, smo jim določili maso (100 listov ali 1000 iglic). Vzorce smo nato nekaj ur sušili pri 40 °C in zmelili v planetarnem mlinu. Tako so bili vzorci pripravljene na nadaljnjo analizo.

Masa 100 listov/1000 iglic - prešteli smo 100 listov/1000 iglic, izbranih na slepo. Stehtali smo jih z laboratorijsko ali analitsko tehtnico, odvisno, kako težek je bil vzorec. Podvzorcju smo izmerili vsebnost vlage, ki smo jo uporabili za korekcijo rezultata.

Določitev vsebnosti vlage - vsakemu vzorcju smo določili vsebnost vlage. To smo storili z vlagomerom Kern DAB 100-3 s halogensko grelno žarnico in vgrajeno tehtnico ločljivosti 1 mg.

3.6.4 Masa 100 listov

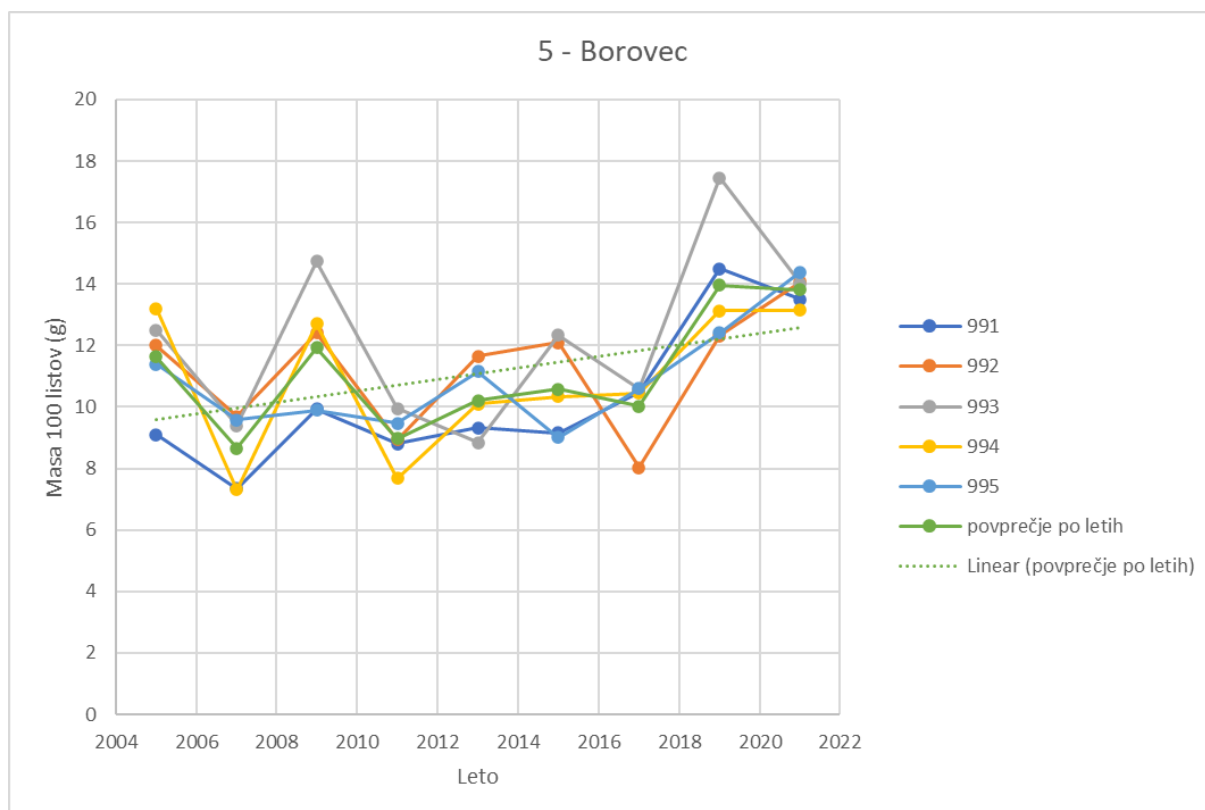
Na ploskvi **2 - Fonddek** (Slika 37) se mase 100 listov v povprečju že četrto vzorčenje povečujejo. V letu 2021 vzorčenih 100 listov je tehtalo v povprečju petih dreves 11,5 g. Ta vrednost je sicer najvišja v šestnajstih letih spremljanja. V resnici gre povečanje predvsem zaradi listov drevesa 993, saj so bile mase listov preostalih dreves nižje kot v letu 2019. Po posameznih drevesih so bile vrednosti od 7,3 do 18,6 g oz. zgolj do 11,0 g, če ne upoštevamo drevesa 993. Če je bilo prejšnja leta situacija rasti bukve na ploskvi Fonddek zelo ugodna, pa ugotavljamo, da se rastni pogoji spreminjajo v negativno smer. Kljub sicer povprečnemu povečanju mase listov, le-ti ne dosežejo mase 12 g / 100 listov. Slabše razviti so le še na Kumu.



Slika 37: Mase 100 listov bukve s ploskve 2 – Fonddek in njihovo povprečje.



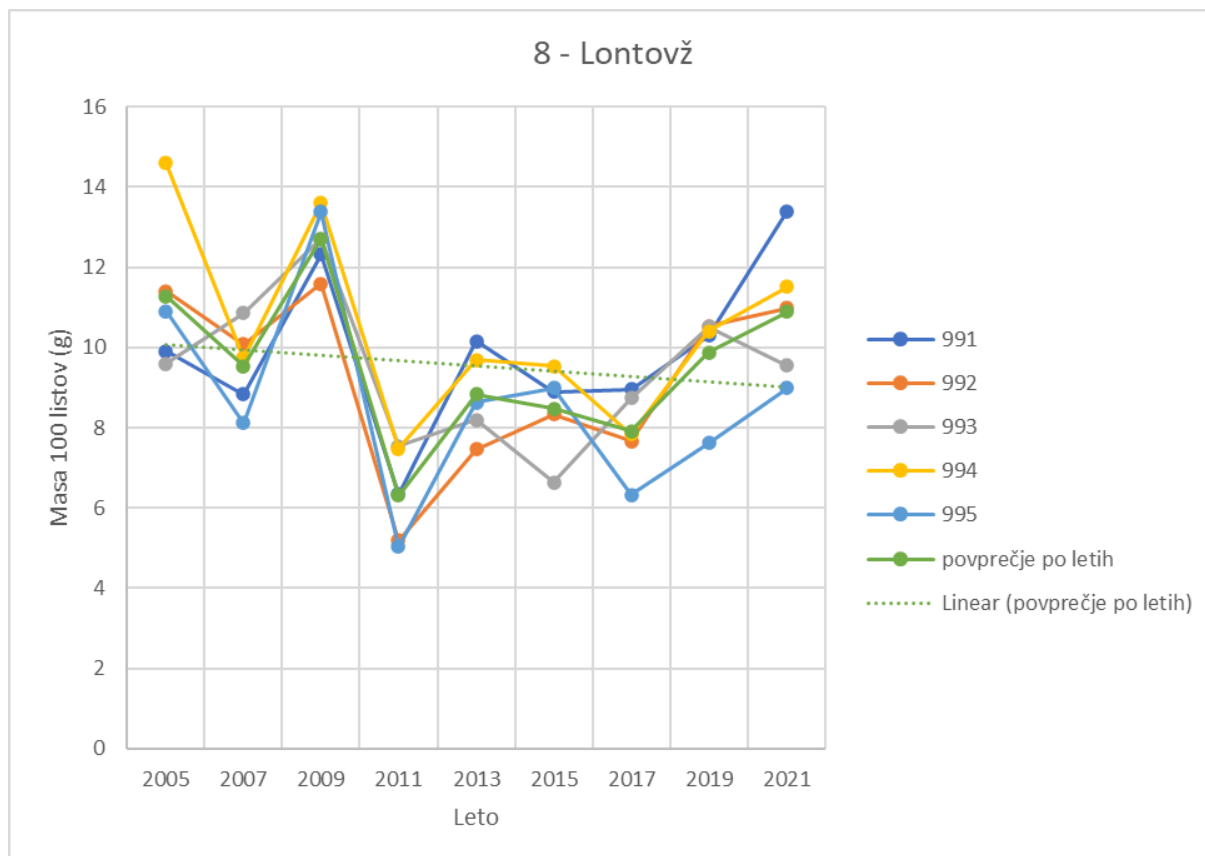
Leto 2021 je bilo za vzorčena drevesa na ploskvi **5 - Borovec** zopet zelo ugodno (Slika 38). Po dolgoletnem gibanju povprečja mas 100 listov petih dreves med 8,7 in 11,9 g in dvigu v letu 2019, je v letu 2021 to povprečje ostalo malo pod 14,0 g / 100 listov. Prav na vseh drevesih smo zabeležili maso 100 listov večjo od 12 g in sicer med 13,1 in 14,4 g /100 listov. Podatki nakazujejo dobro uspevanje bukve na tej ploskvi.



Slika 38: Mase 100 listov bukve s ploskve 5 – Borovec in njihovo povprečje.



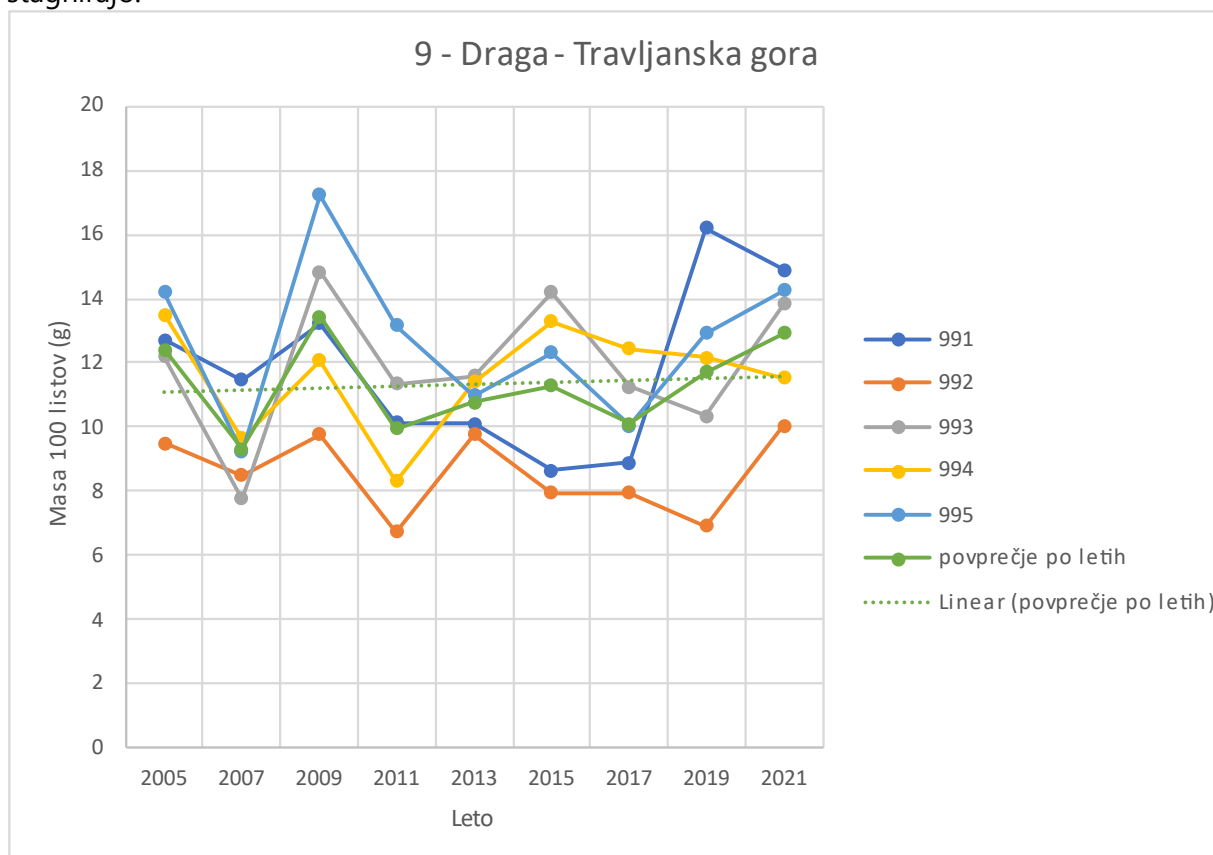
Povprečje petih dreves mase 100 listov se tudi na ploskvi **8 - Lontovž** počasi viša (Slika 39), in je že skoraj doseglo vrednost 11,0 g / 100 listov. V letu 2021 so bili listi dokaj različnih mas, od 9,0 do 13,4 g / 100 listov. Masa listov štirih dreves, razen listov drevesa 993, se večja že drugo vzorčenje zapored..



Slika 39: Mase 100 listov bukve s ploskve 8 – Lontovž in njihovo povprečje.



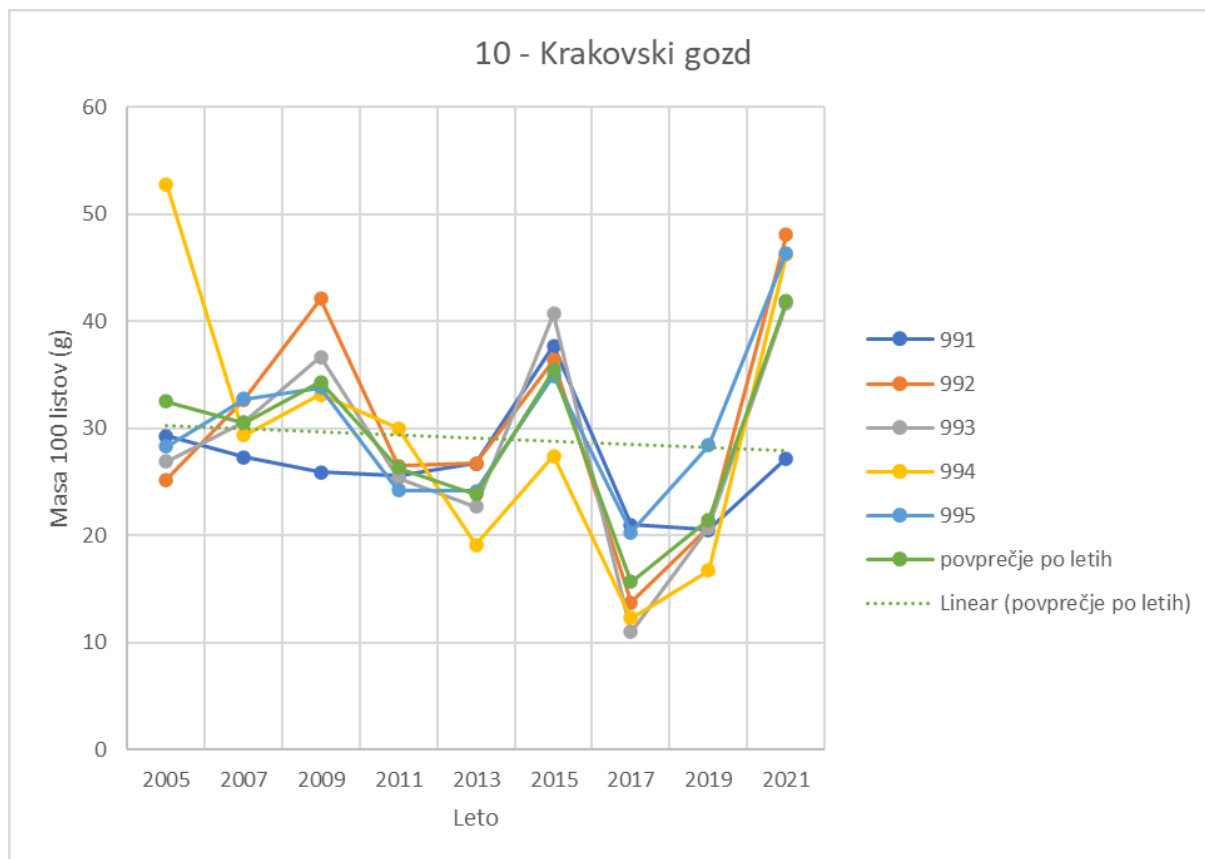
Na ploskvi **9 - Travljanski gori** (Slika 40) so bile vrednosti mase 100 listov podobno razpršene, kot na ploskvi Kum. Gibale so se od 10,0 do 14,9 g za 100 listov. Povprečje mase 100 listov je že skoraj doseglo mejo 13 g (12,9 g). A v časovnem nizu mase listov bukve na tej ploskvi stagnirajo.



Slika 40: Mase 100 listov bukve s ploskve 9 – Draga in njihovo povprečje.



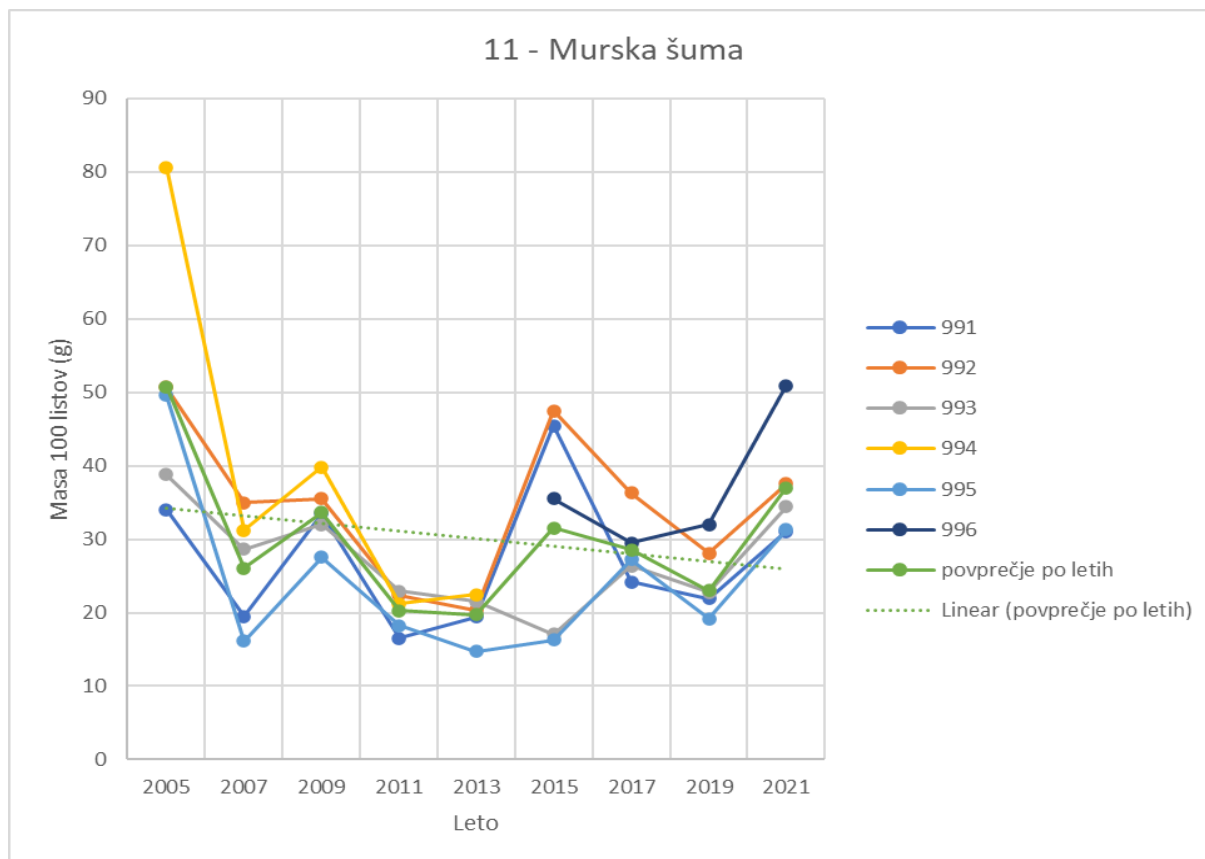
Na ploskvi **10 - Krakovski gozd** je od vzorčenja v letu 2017, ko je bilo stanje dreves zelo slabo, stanje izboljšano. Povprečje mase 100 listov je preseglo mejo 40 g / 100 listov (41,9 g), kar je največ v zgodovini spremljanja mase listov na tej ploskvi. Vsa drevesa dobro uspevajo, razen drevesa 991, kjer mase 100 listov ne dosegajo meje 30 g / 100 listov. (Slika 41).



Slika 41: Mase 100 listov hrasta s ploskve 10 – Krakovski gozd in njihovo povprečje.



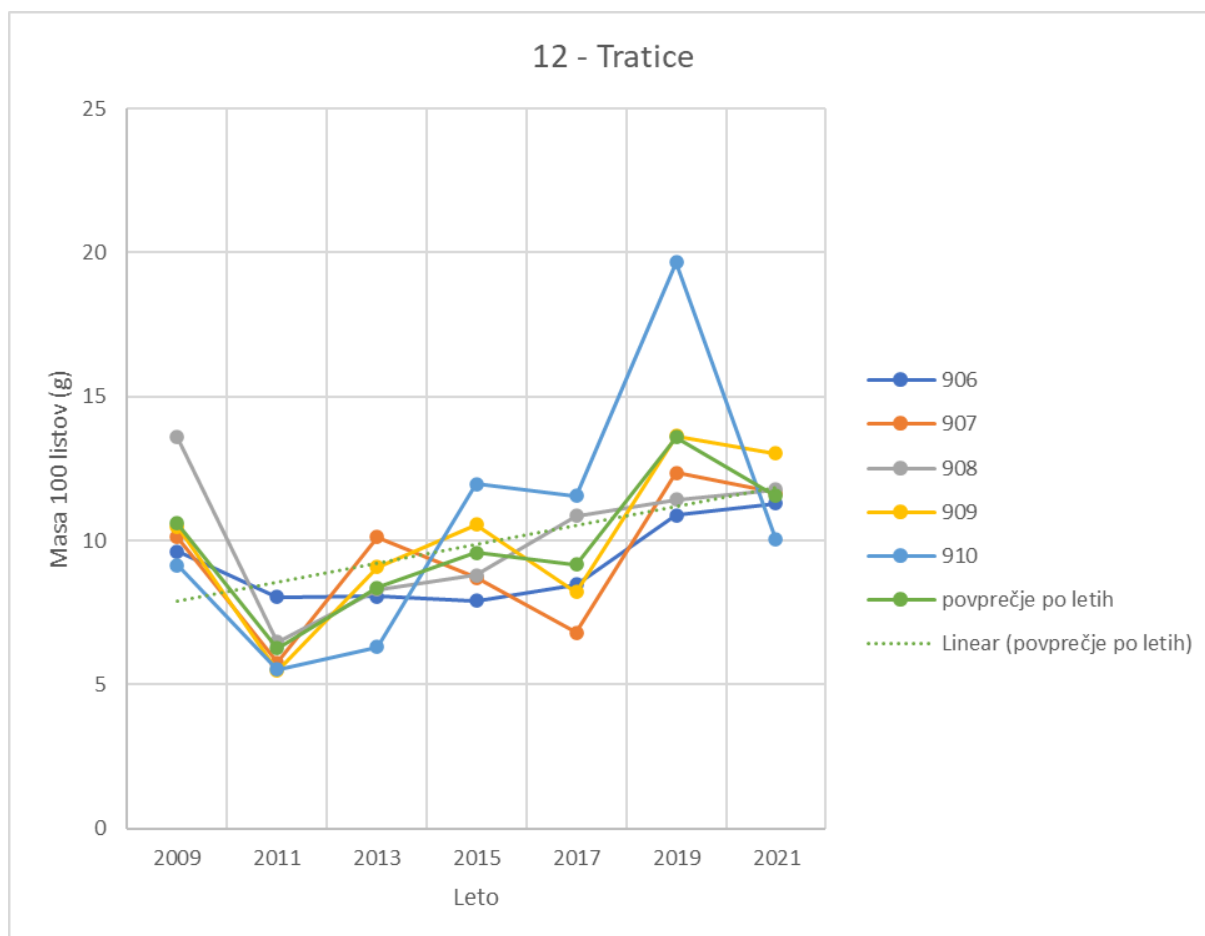
Na ploskvi **11 - Murska šuma** (Slika 42) se stanje po dveh letih zopet izboljšuje. Povprečna masa 100 listov je že skoraj pri 40 g (37,0), drevesa pa razen drevesa 996, rastejo dokaj homogeno, kar nakazujejo mase 100 listov od 31,0 do 37,5 g (51,0 g / 100 listov za drevo št. 996) Lahko ugotovimo, da v splošnem razmere po letu 2005 še niso bile boljše.



Slika 42: Mase 100 listov hrasta s ploskve 11 – Murska šuma in njihovo povprečje.



Na ploskvi **12 - Tratice** (Slika 43) se je stanje v letu 2021 prvič po letu 2011 rahlo poslabšalo. Povprečna masa 100 listov petih dreves je padlo na 11,6 g z razponom med 10,0 in 13,0 g / 100 listov. Vrednosti so zelo podobne vrednostim bukev, ki rastejo na ploskvi Fondek.



Slika 43: Mase 100 listov bukve s ploskve 12 – Tratice in njihovo povprečje.

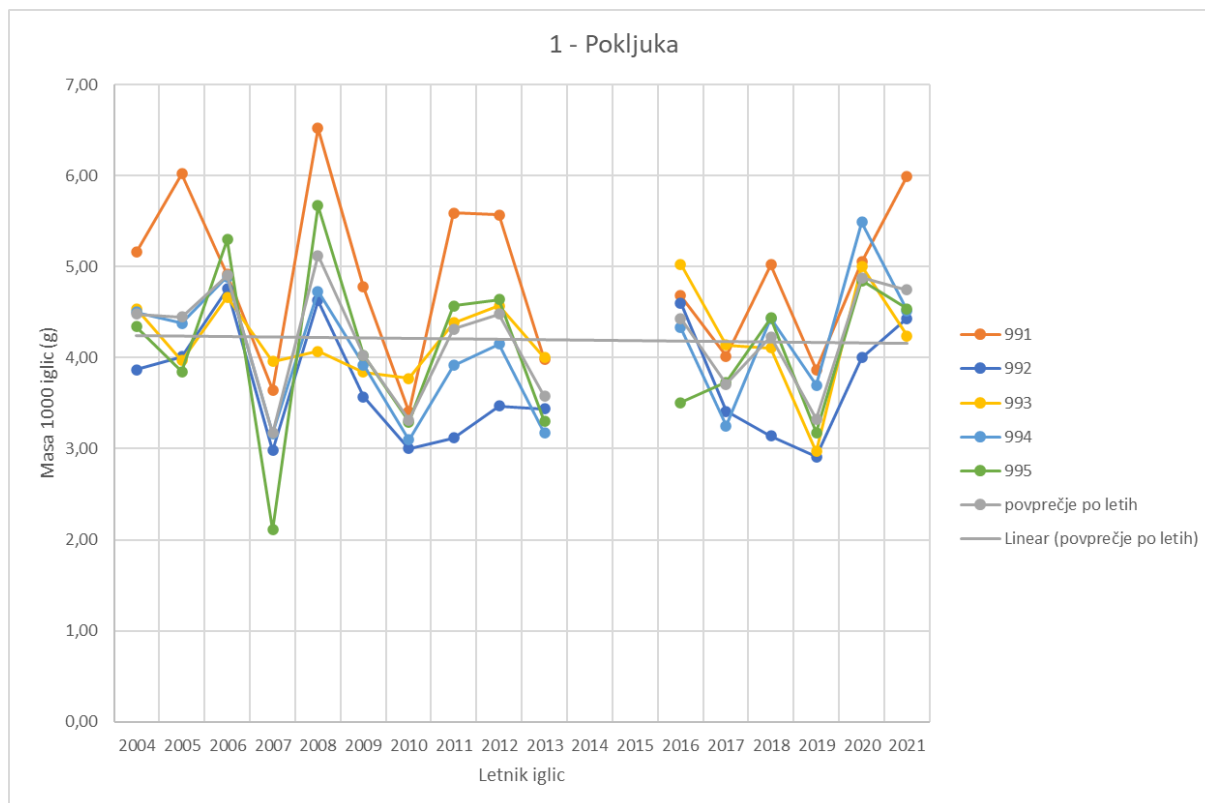
3.6.5 Masa 1000 iglic

Masa 1000 iglic je običajno za iglice tekočega letnika nekoliko nižja od mase iglic preteklega letnika. Tokrat je to veljalo za iglice dreves na vseh ploskvah (1 – Pokljuka, smreka, 3 – Gropajski bori, črni bor, 4 – Brdo, rdeči bor, 9 – Draga – Travljska gora, jelka), razen za smreko na ploskvi Tratice (12). Na tej ploskvi so bile le pri drevesu 996 iglice preteklega letnika težje od iglic tekočega letnika, pri preostalih štirih drevesih so bile iglice tekočega letnika težje od iglic preteklega letnika.

Na treh od petih ploskev je trend mase 1000 iglic v stagnaciji (1 – Pokljuka, 3 – Gropajski Bori in 4 – Brdo), na ploskvi 12 – Tratice so mase 1000 iglic v rahlem upadu ($-1,4 \% \times \text{leto}^{-1}$), medtem ko na ploskvi 9 - Travljska gora beležimo strm upad mase 1000 iglic ($-3,5 \% \times \text{leto}^{-1}$).



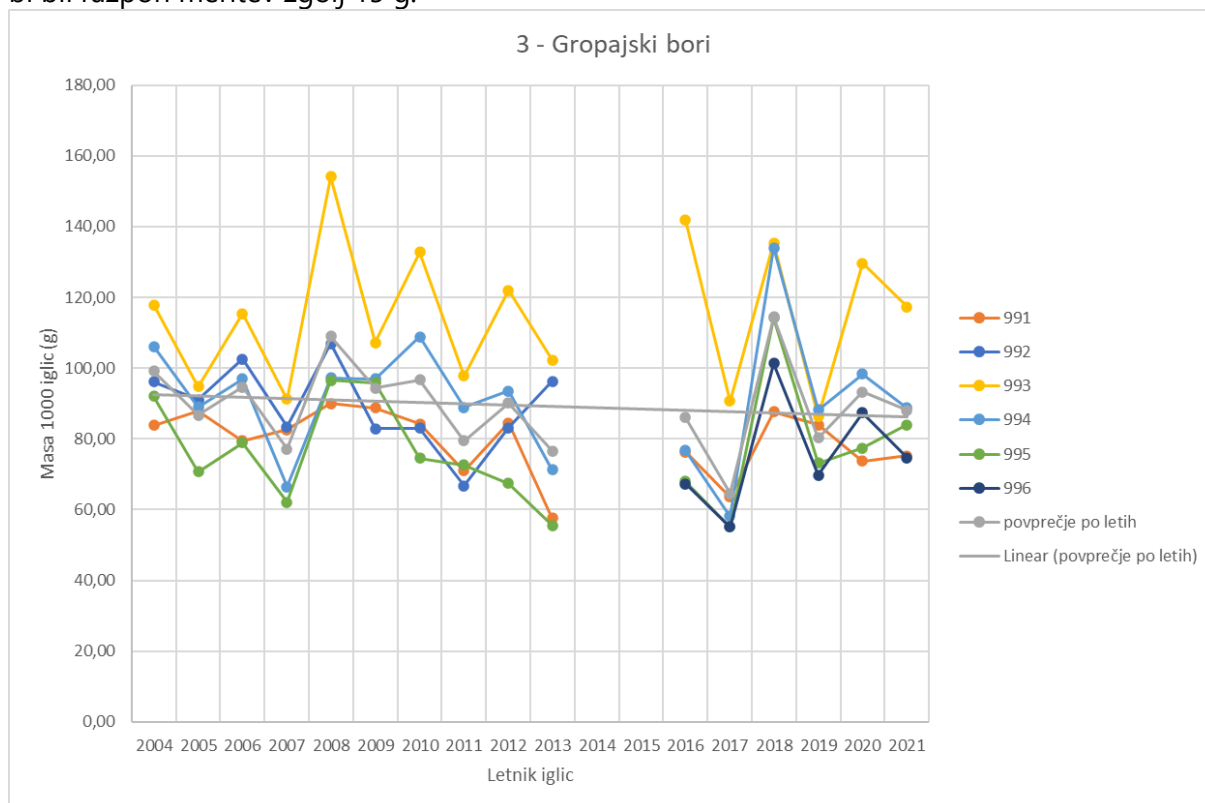
Mase 1000 iglic smreke preteklega in tekočega letnika na ploskvi **1 - Pokljuka** (Slika 44) so bile relativno visoke. Mase preteklega letnika so bile tretje najtežje, mase tekočega letnika pa celo najtežje v zgodovini spremljanja meritev. Mase so bile enakomerno razpršene za iglice obeh letnikov. Gibale so se od 4,0 do 5,5 g / 1000 iglic za iglice preteklega letnika in od 4,2 do 6,0 g / 1000 iglic za iglice tekočega letnika. Dolgoletni trend stagnira, najbolj prehranjene iglice pa ima drevo 991.



Slika 44: Mase 1000 iglic proučevanih smrek na ploskvi 1 – Pokljuka. Soda leta: iglice preteklega letnika, liha leta: iglice tekočega letnika.



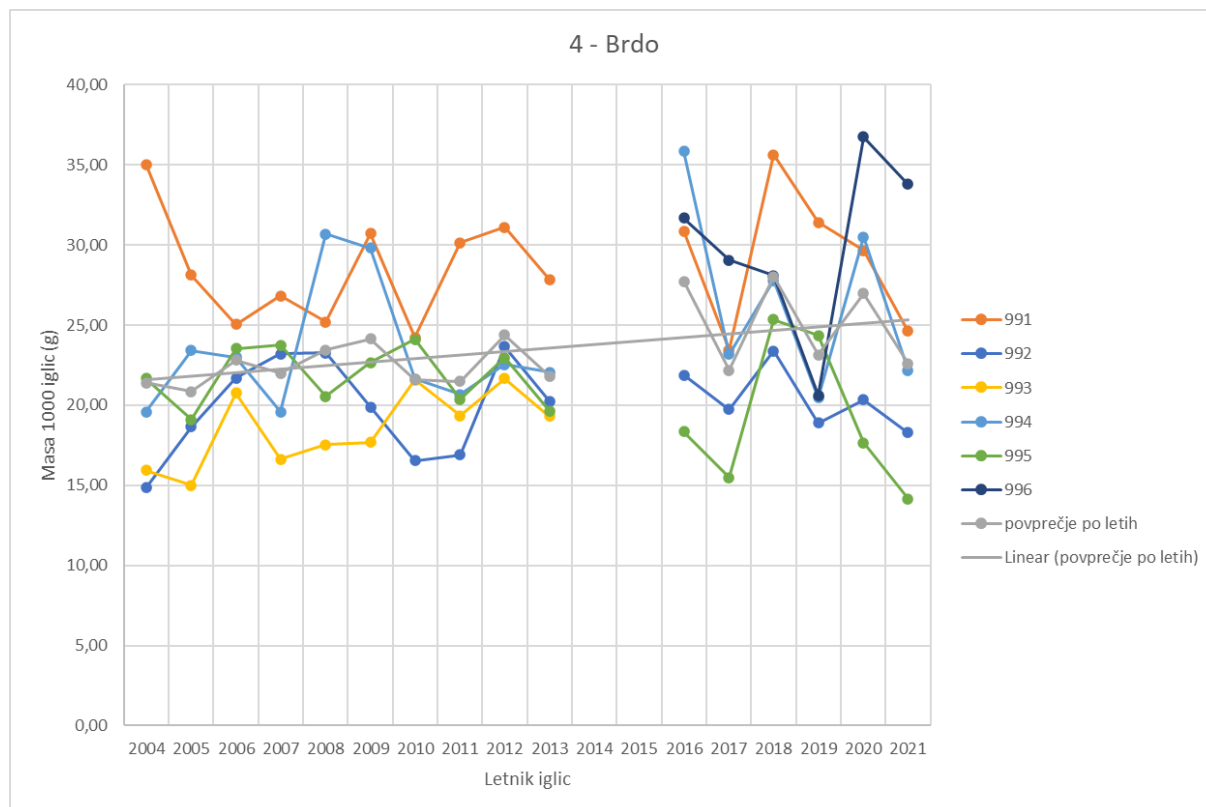
Iglice črnega bora na ploskvi **3 - Gropajski bori** (Slika 45) so povprečno prehranjene v letu 2020 in nadpovprečno prehranjene v letu 2021. Kot že vsa leta spremljanja, so mase iglic drevesa 993 najtežja in precej odstopajo od mase iglic preostalih dreves (129,6 oz. 117,3 g / 1000 iglic proti 73,8 g - 98,3 g oz. 74,7 g - 88,8 g za iglice preteklega in tekočega letnika). Sicer bi bil razpon meritev zgolj 15 g.



Slika 45: Mase 1000 iglic proučevanih črnih borov na ploskvi 3 – Gropajski bori. Soda leta: iglice preteklega letnika, liha leta: iglice tekočega letnika.



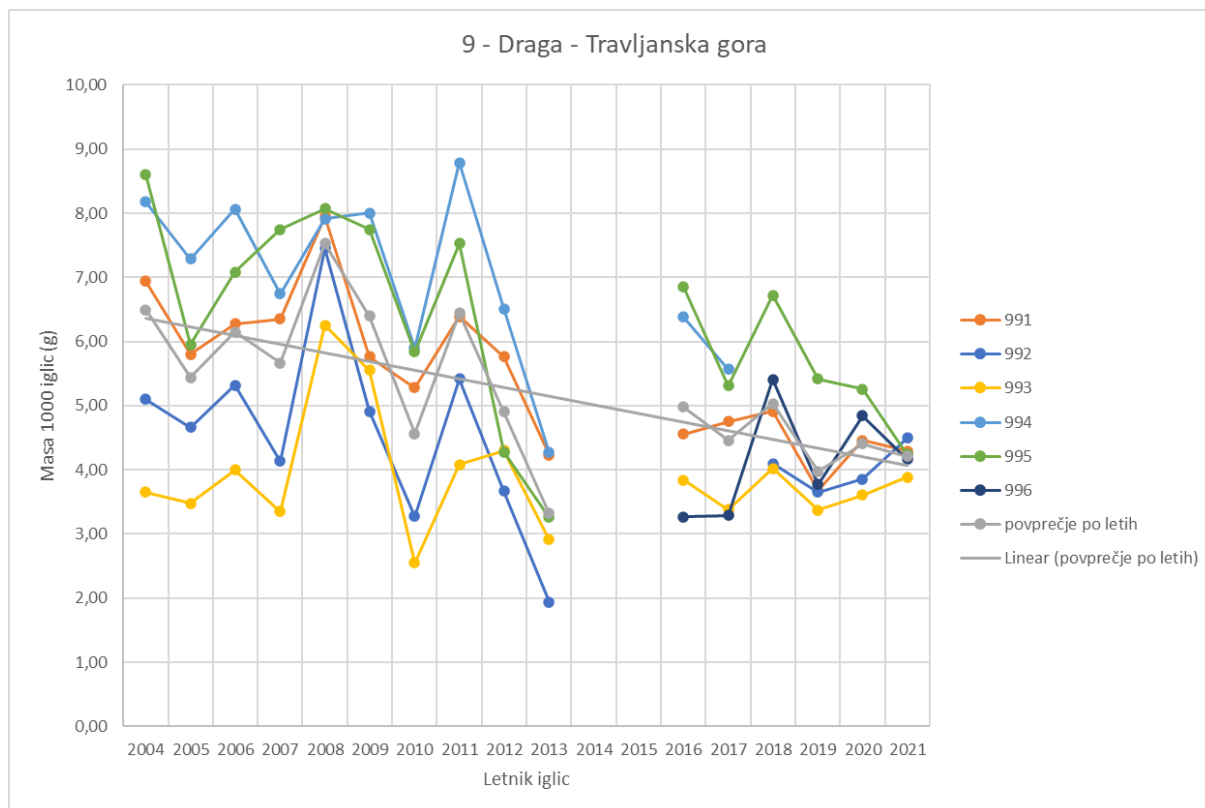
Na ploskvi **4 - Brdo** (Slika 46) imajo drevesa heterogene pogoje za rast. Razpon mas 1000 iglic preteklega letnika je znašal od 17,7 do 34,7 g ter za iglice tekočega letnika od 14,2 do 33,8 g. Tudi sicer je razpršenost mas iglic na ploskvi Brdo največja. Povprečne mase 1000 iglic so v dolgoročnem trendu v rahlem porastu.



Slika 46: Mase 1000 iglic proučevanih rdečih borov na ploskvi 4 – Brdo. Soda leta: iglice preteklega letnika, liha leta: iglice tekočega letnika.



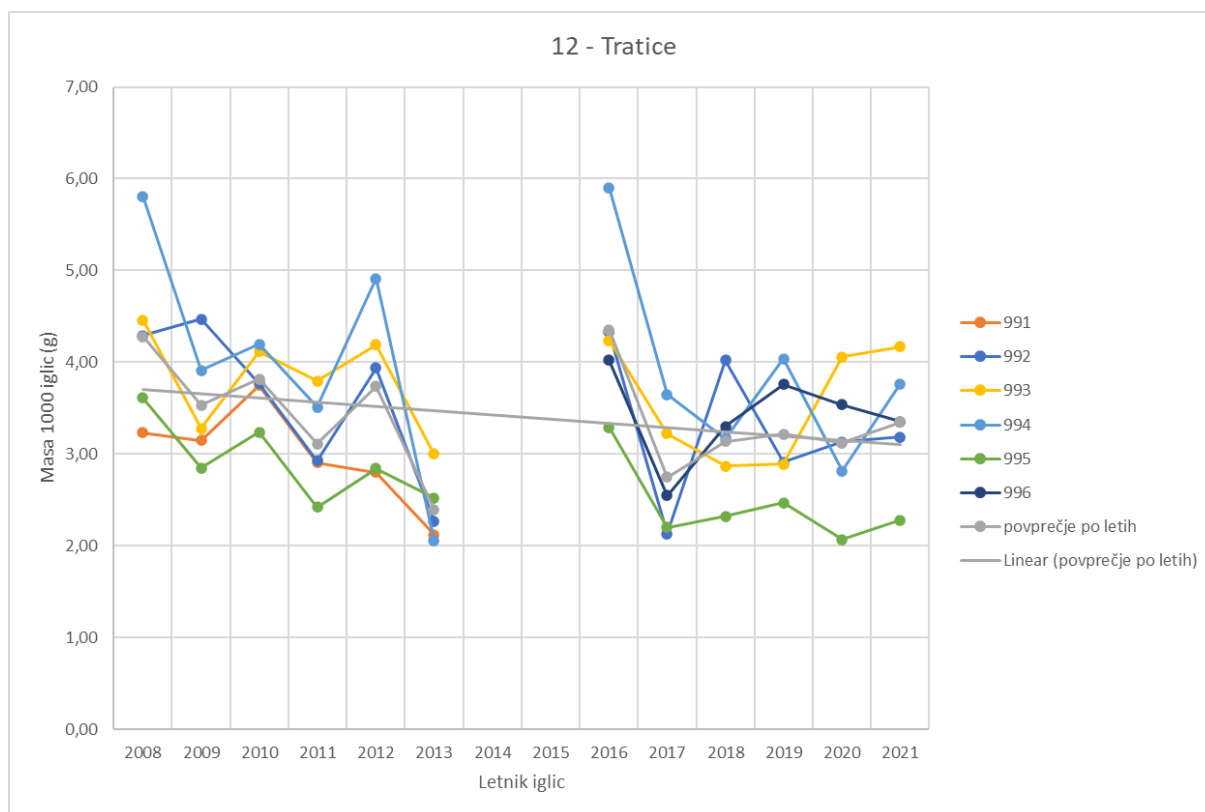
Na **9 - Travljanski gori** (Slika 47) so se očitno rastne razmere poenotile. Na tej ploskvi beležimo najmanjšo razpršenost meritev. Mogoče ne pri iglicah preteklega letnika (od 3,6 do 5,3 g / 1000 iglic) zato pa zagotovo pri iglicah tekočega letnika (od 3,9 do 4,5 g / 1000 iglic). Dolgoletni trend je negativen, čeprav mase iglic vseh proučevanih dreves zavzemajo vrednosti v intervalu od najnižje do najvišje vrednosti v vseh letih, razen v letu 2013, ko so bile vrednosti ekstremno nizke ter v letu 2008, ko so bile vrednosti ekstremno visoke.



Slika 47: Mase 1000 iglic proučevanih jelk na ploskvi 9 – Draga – Travljanska gora. Soda leta: iglice preteklega letnika, liha leta: iglice tekočega letnika.



Na ploskvi **12 - Tratice** (Slika 48) so bile, tako kot pri prejšnjem vzorčenju, mase iglic preteklega letnika (2,1-4,1 g) nižje od mase iglic tekočega letnika (2,3-4,2 g). Dolgoletni trend mase 1000 iglic pada. Posebej drevo 995, ki ob vsakem vzorčenju prispeva najlažje iglice.



Slika 48: Mase 1000 iglic proučevanih smrek na ploskvi 12 – Tratice. Soda leta: iglice preteklega letnika, liha leta: iglice tekočega letnika.



3.7 Meteorološke meritve

Avtor poročila: dr. Mitja Ferlan

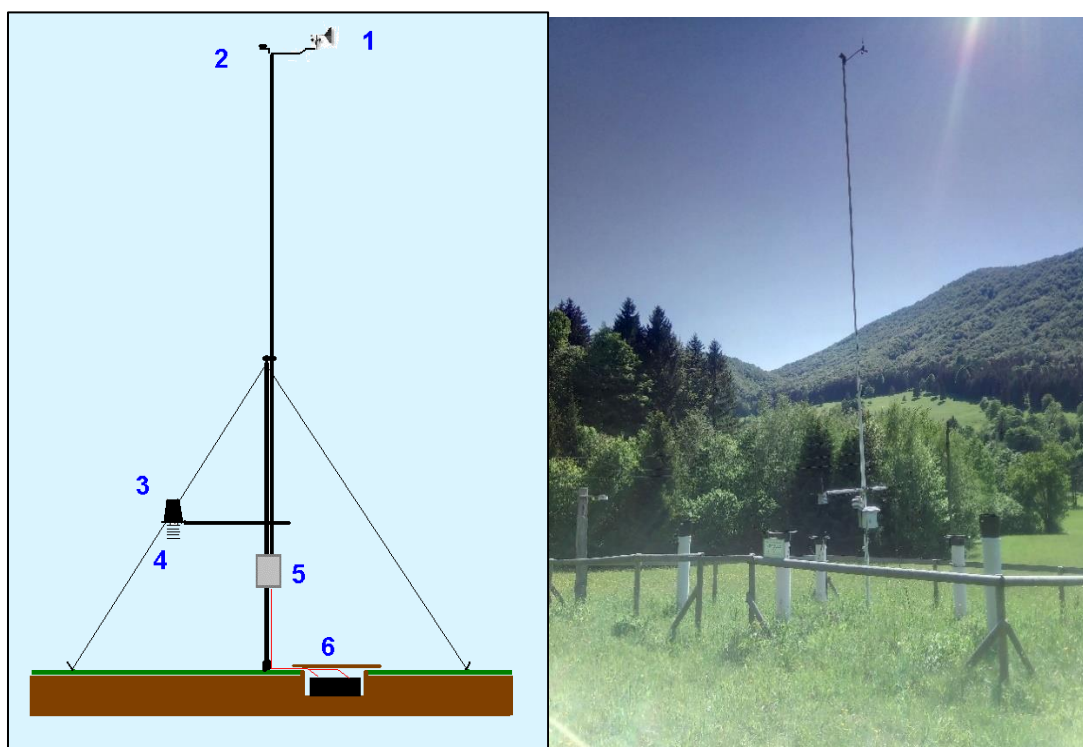
Terensko delo: Boštjan Zupanc

3.7.1 Samodejne meteorološke postaje Gozdarskega inštituta Slovenije v letu 2021

3.7.1.1 Opis meteoroloških postaj

Merilne naprave in drugi osnovni sestavni deli samodejne meteorološke postaje Gozdarskega inštituta Slovenije:

- 1 – Merilnik hitrosti in smeri vetra.
- 2 – Merilnik sončevega sevanja.
- 3 – Merilnik padavin.
- 4 – Merilnik temperature in relativne vlažnosti zraka.
- 5 – Omarica z merilnikom zračnega tlaka in s hranilnikom podatkov.
- 6 – Glavna baterija (samo pri starejših tipih meteoroloških postaj).



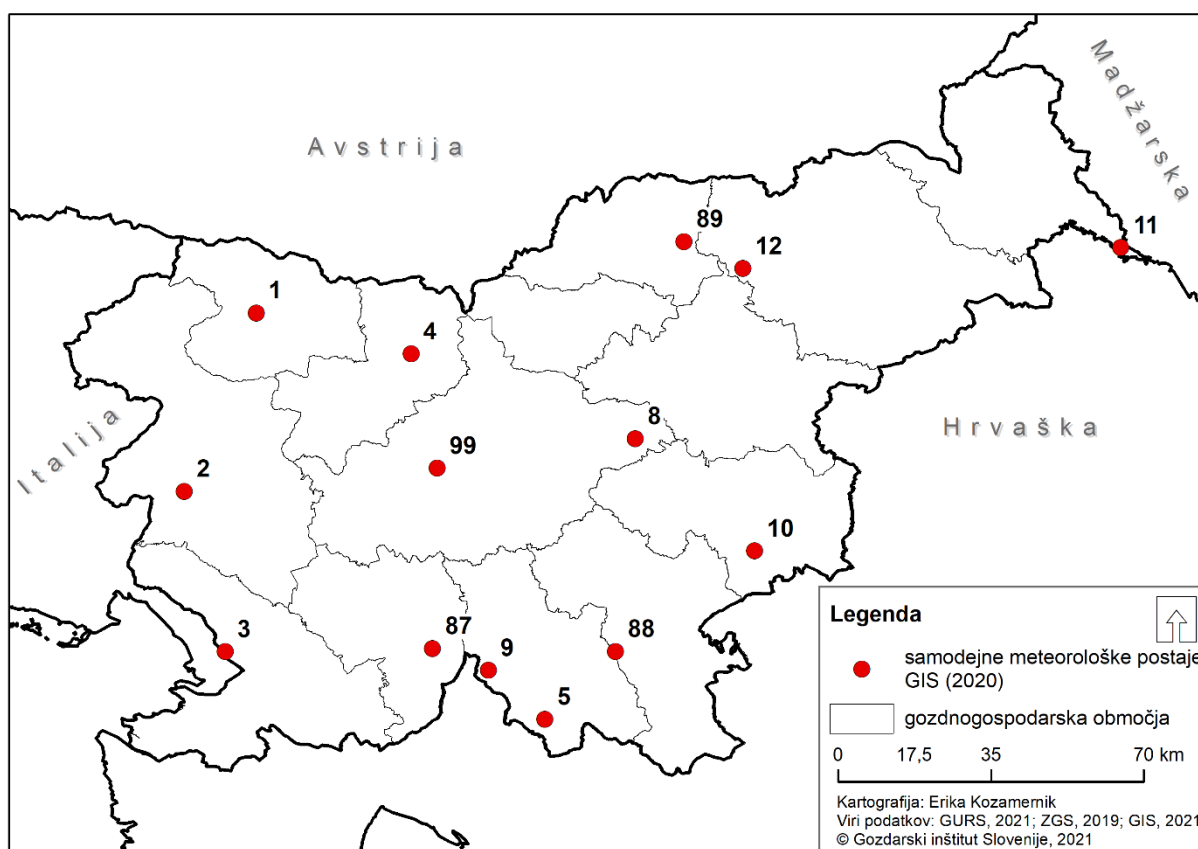
Slika 49: Skica in slika samodejne meteorološke postaje Gozdarskega inštituta Slovenije pri Borovcu na Kočevskem (škica: I. Sinjur, foto: M. Ferlan).



3.7.1.2 Lokacije meteoroloških postaj v letu 2021

Samodejne meteorološke postaje GIS, ki so delovale leta 2021 z nadmorskimi višinami (Slika 50):

- | | | | |
|----|--------------------------------|-----|----------------------------------|
| 1. | Pokljuka (1345 m) | 10. | Krakovski gozd (153 m) |
| 2. | Fondek – Trnovski gozd (800 m) | 11. | Murska šuma (155 m) |
| 3. | Gropajski bori (410 m) | 12. | Tratice – Pohorje (1293 m) |
| 4. | Brdo (471 m) | 87. | Snežnik - Leskova dolina (755 m) |
| 5. | Borovec (680 m) | 88. | Kočevski Rog – Žaga (840 m) |
| 8. | Lontovž (925 m) | 89. | Pahernikova posest (1110 m) |
| 9. | Travljanska gora (880 m) | 99. | GIS – Ljubljana (300 m) |



Slika 50 : Lokacije samodejnih meteoroloških postaj GIS v letu 2021.



3.7.2 Delo z meteorološkimi postajami Gozdarskega inštituta Slovenije

V letu 2021 smo dnevno spremljali delovanje meteoroloških postaj Gozdarskega inštituta Slovenije preko spletnega vmesnika eEMIS. Rednih terenskih obiskov na postajah nismo izvajali.



Slika 51: Primer izpisa merjenih veličin v grafičnem spletnem vmesniku eEMIS za pregledovanje baze podatkov v oblaku, kamor se shranjujejo podatki iz samodejnih meteoroloških postaj (Foto: M. Ferlan).



Slika 52: Omarica s sončno celico, Li-Ion baterijo, anteno, GPRS modemom in hranilnikom podatkov (Foto: I. Sinjur)

3.7.2.1 Podatki meteoroloških postaj

Zbranih meteoroloških podatkov zaradi pomanjkanja namenskih finančnih sredstev v letu 2021 nismo sistematično pregledovali. Na podatkih, ki se prenašajo v podatkovno bazo preko brezžičnega omrežja se izvrši samodejno preverjanje (trde meje, minimumi/maksimumi/povprečja) in združevanje podatkov na standardne terminske vrednosti.



3.7.3 Meritve, podatki in razvoj

Redne obdelave in kontrole kakovosti zbranih podatkov zaradi skromnih finančnih sredstev v letu 2021 nismo izvajali. Posledično javna objava še ni mogoča. Namen avtomatizacije prenosa podatkov iz samodejnih meteoroloških postaj v podatkovno bazo je povečanje zanesljivosti delovanja in zmanjšanje števila terenskih dni.

Najnovejše različice merilnih naprav, s katerimi so opremljene vse meteorološke postaje GIS, vsebujejo komponente Interneta stvari (IoT), ki skrbijo za prenos izmerjenih podatkov v realnem času preko mobilnega operaterja v bazo podatkov. Do podatkov lahko dostopamo preko spletne aplikacije <http://193.2.23.31/eEMISv2>. Geslo za dostop do podatkov je možno dobiti pri skrbniku sistema/avtorju poročila.



3.8 Meritve zračnih usedlin

Avtor poročila: Daniel Žlindra

Terensko delo: Matej Rupel, Magda Špenko, skrbniki ploskev

Laboratorijsko delo: Magda Špenko, Daniel Žlindra

Priprava podatkov: Daniel Žlindra

Spremljanje depozitov z vzorčevalniki sestojnih padavin se je v letu 2021 v Sloveniji izvajalo na štirih ploskvah intenzivnega monitoringa. Vzorčevalniki so nameščeni v zaščitnem pasu ploskve (zunaj 0,25 ha ploskve in znotraj 1 ha ploskve) pod krošnjami drevja. V primeru ploskve z bukovim sestojem (ploskve 2 - Fondek, 5 - Borovec in 12 - Tratice) se spremlja depozit tudi z vzorčevalniki toka vode po deblu. Da pridobimo podatek o celotni bilanci padavin, se vzorčenje padavin opravlja tudi na prostem, v bližini ploskve v gozdu.

Padavine se je spremljajo v sestoju rdečega bora na Brdu, dveh bukovih sestojih na Borovcu in Trnovskem gozdu (Fondek) ter mešani smrekovo-bukovi ploskvi na Traticah na Pohorju.

Na ploskvi sta postavljeni dve liniji žlebičev (A in B). Na vsaki liniji jih je postavljeno po pet in dodatni štirje nastavki za padavine (Slika 53). V teh so poleti nameščeni liji za spremljanje količin dežja (kontrola žlebičev), pozimi pa posode za sneg. V bukovih sestojih je ob eni liniji postavljeno še 5 vzorčevalnikov toka vode po deblu. Vse ploskve, kjer se spremlja zračne usedline, so ograjene. Izjema je ploskev na Pohorju.

V bližini vsake ploskve je postavljena še dodatna ploskev na prostem, kjer je postavljenih 5 nosilcev za vzorčenje padavin. V treh so skozi celo leto liji za vzorčenje padavin v obliki dežja, v dveh pa so le pozimi postavljene posode za sneg. Ploskve na prostem so izbrane tako, da najbližji objekti (drevesa) niso bližje kot je njihova dvakratna višina.



Slika 53: Prikaz vzorčevalnikov za usedline na ploskvah intenzivnega spremljanja gozdnih ekosistemov znotraj sestoja (levo, foto: M. Rupel) in na odprtem (desno, foto: I. Sinjur).

Vzorčenje se izvaja na dva tedna (ob sredah). Za kemijsko analizo se vzorca dveh dvotedenskih vzorčenj združita v eno periodo. Tako je običajno letno 13 period in tudi v letu 2021 jih je bilo toliko.

Vzorci se v času med vzorčenjem in pred dostavo v laboratorij hranijo v hladilnikih. Vzorci se na poti s terena do laboratorija hranijo v hladilnih torbah.

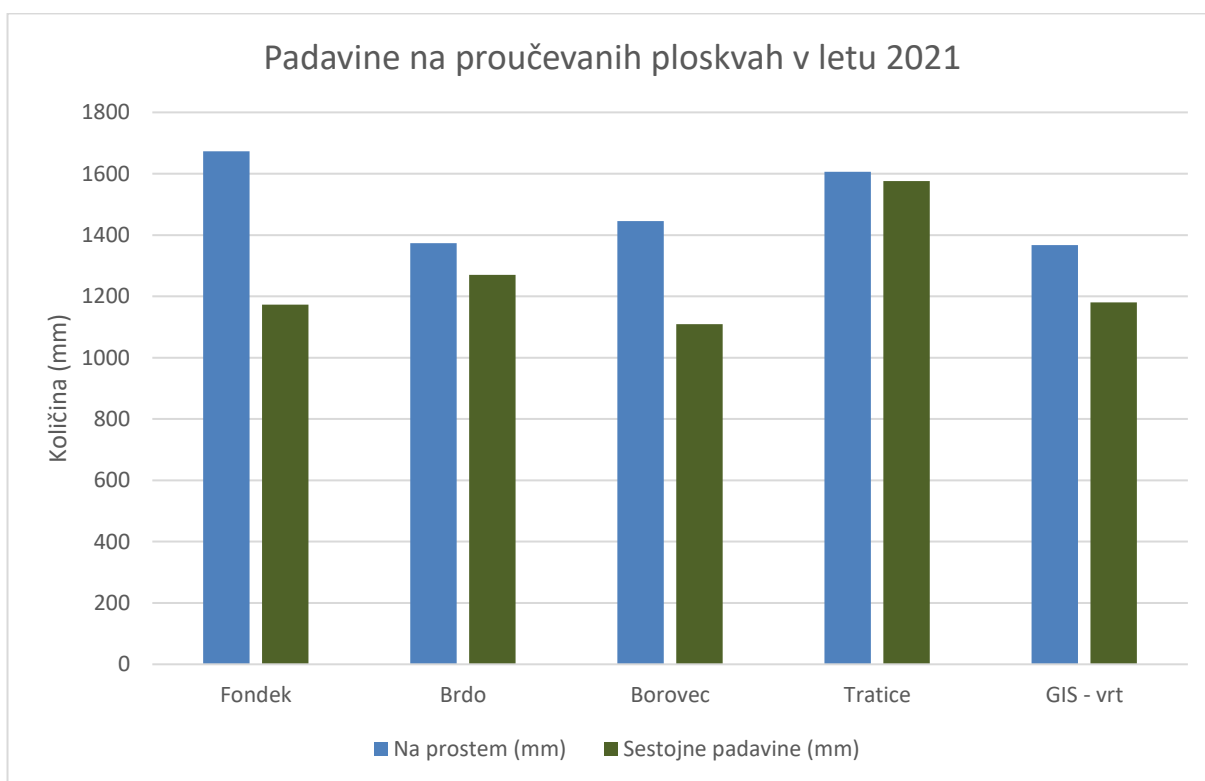


Namen spremljanja zračnih usedlin (depozitov) je:

- Pridobiti ustrezne podatke o količini in kakovosti usedlin za izbrane ploskve;
- Priprava podatkov za pripravo ocen kritičnih obremenitev gozdnih ekosistemov z onesnaževali (žveplove spojine, dušikove spojine, dolgoživa organska onesnaževala), v Sloveniji se ta trenutek izvaja le priprava za oceno vnosa le za nekatera onesnaževala;
- Pridobiti vhodne podatke za izračun vodne in snovne bilance za gozdne ekosisteme.

V letu 2021 so bile izmerjene količine padavin na prostem od 1367 (GIS-vrt) do 1673 mm (Fondek) (Slika 54). Tako je bilo leto 2021 povprečno na ploskvi Brdo in GIS-vrt, podpovprečno za ploskvi Fondek in Borovec ter nadpovprečno za ploskev Tratice.

V sestoji so bile na ploskvah Fondek, Brdo in Borovec količine padavin pod dolgoletnim povprečjem (od 70 do 300 mm), na ploskvah Tratice in GIS-vrt pa so bile malenkostno nad dolgoletnim povprečjem.



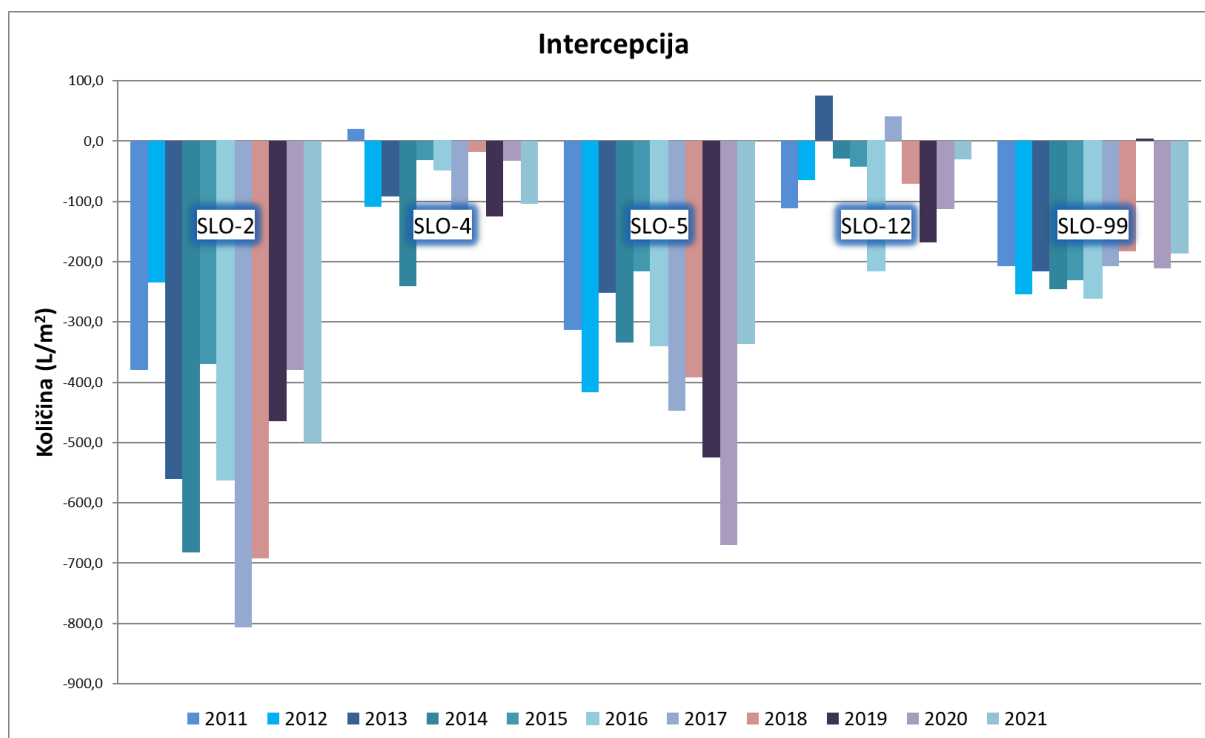
Slika 54: Padavine na prostem in v sestoji na proučevanih ploskvah v letu 2021.

Stopnja intercepcije v letu 2021 je bila od 2 % (Tratice), 8 % (Brdo), 14 % (GIS-vrt), 23 % (Borovec) do 30 % (Fondek) (Slika 55). Na Fondku je to pomenilo $500 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$ manj vode pod krošnjami dreves kot na prostem. (Slika 55). Na Borovcu so krošnje zadržale skupaj $336 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$ padavin. Na GIS-vrt je bila ta vrednost $187 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$, na Brdu 104 in na Traticah $30 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2}$.



Preglednica 19: Količine padavin na prostem, v sestoji in prestrežene količine.

Ploskev	Na prostem (mm)	Sestojne padavine (mm)	Intercepcija (%)	Intercepcija (mm)
Fondek	1673	1173	30	500
Brdo	1374	1270	8	104
Borovec	1446	1110	23	336
Tratice	1606	1576	2	30
GIS - vrt	1367	1180	14	187



Slika 55: Intercepcija padavin na proučevanih ploskvah po posameznih letih.

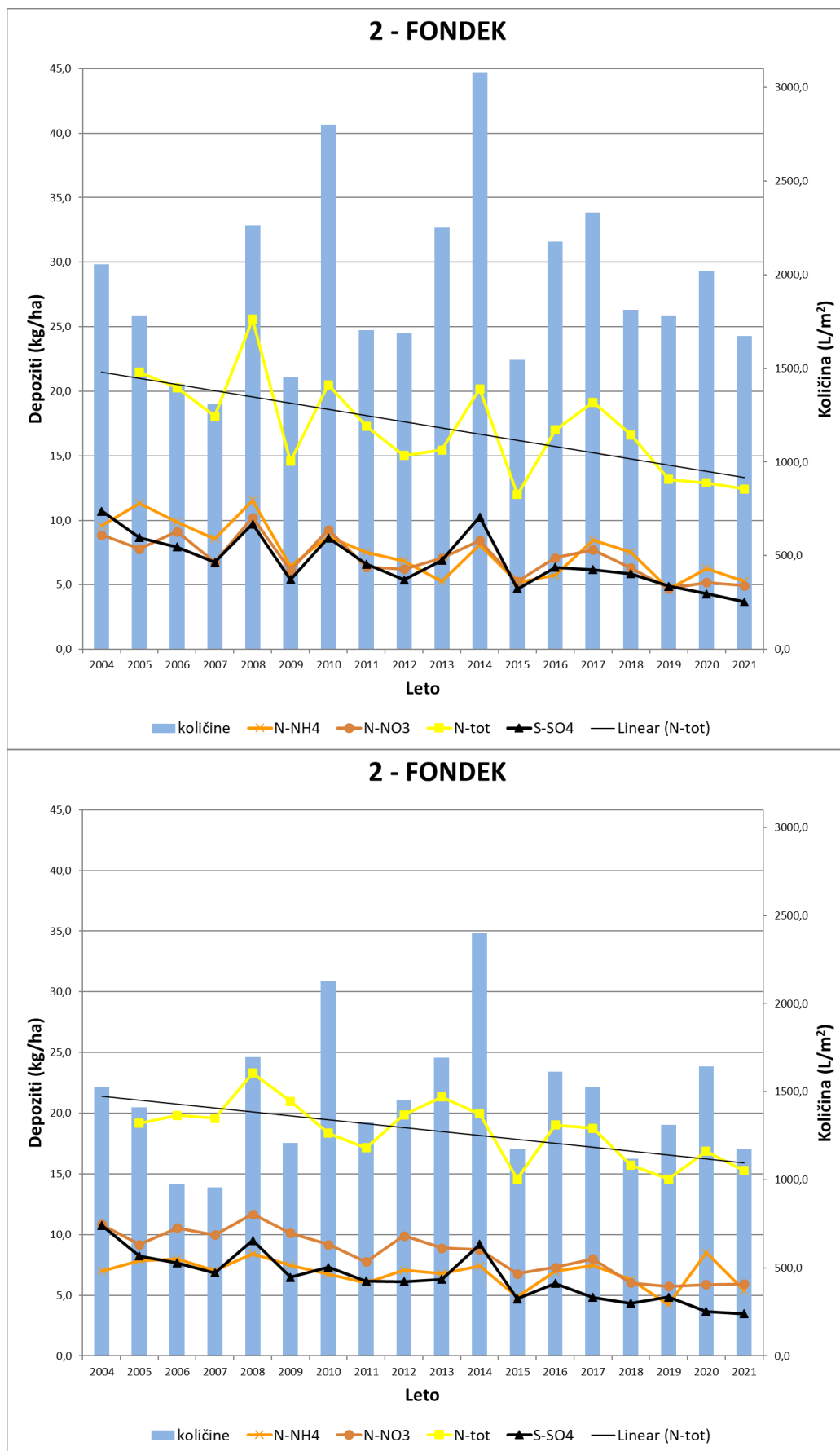
Tudi leto 2021 je zaznamovala pandemija SARS-CoV-2, ki je narekovala tudi dejavnosti, ki so imel vpliv tudi na stopnjo onesnaževanja. Povsod po svetu, tudi v naših sosednjih državah in v Sloveniji je bilo ponovno ohromljeno družbeno in družabno življenje, v zmanjšani meri so bile aktivne nenujne dejavnosti, še vedno se je vzpodbujalo delo od doma in učenje na daljavo. Temu ustrezno se je zmanjšal cestni, železniški in zračni promet. Glede na podatke, ki smo jih pridobili v tem času, lahko ugotovimo, da se je ustavitev javnega življenja poznala tudi na stopnji onesnaževanja z zračnimi onesnaževali v Sloveniji. Da so bili ukrepi milejši kaže tudi to, da se je onesnaževanje z dušikovimi oksidi ponovno povečalo (4 – Brdo, 12 – Tratice, 99 – GIS vrt) na ploskvah 2 – Fondek in 5 – Borovec, pa se je še dodatno znižalo.

V sestoji je bil prstni odtis onesnaževanja enoznačen: povečanje nitratnih in sulfatnih onesnaževal, razen amonijakalnega dušika in sulfatnega žvepla na ploskvah 2 – Fondek in 4 – Brdo.



Na ploskvi Fondex (Slika 56) beležimo dolgoročni trend upadanja onesnaževal v padavinah na prostem. Če primerjamo količinsko podobni leti 2011 in 2012 z letom 2021, je opazen upad vseh treh oblik onesnaževal. Znižala se je skupna količina žvepla v obliki sulfata in je dosegla najnižjo raven v zgodovini spremljanja ($3,7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$). Tudi dušika v obliki amonija in nitrata je bilo v letu 2021 manj kot preteklo leto. Vrednosti sta se ustavili med najnižjimi v zgodovini spremljanja ($5,3$ in $4,9 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$).

V sestojnih padavinah se je znižan used žvepla na prostem odrazil v znižanem usedu žvepla pod krošnjami. Slednji je dosegel najnižjo vrednost sploh v 18 letih spremljanja ($3,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$). Vrednosti nitrata stagnirajo že četrto leto zapored ($6,0; 5,7; 5,9; 5,9 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$), medtem ko je bilo amonijakalnega dušika nekaj manj kot leto pred tem ($5,4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$).

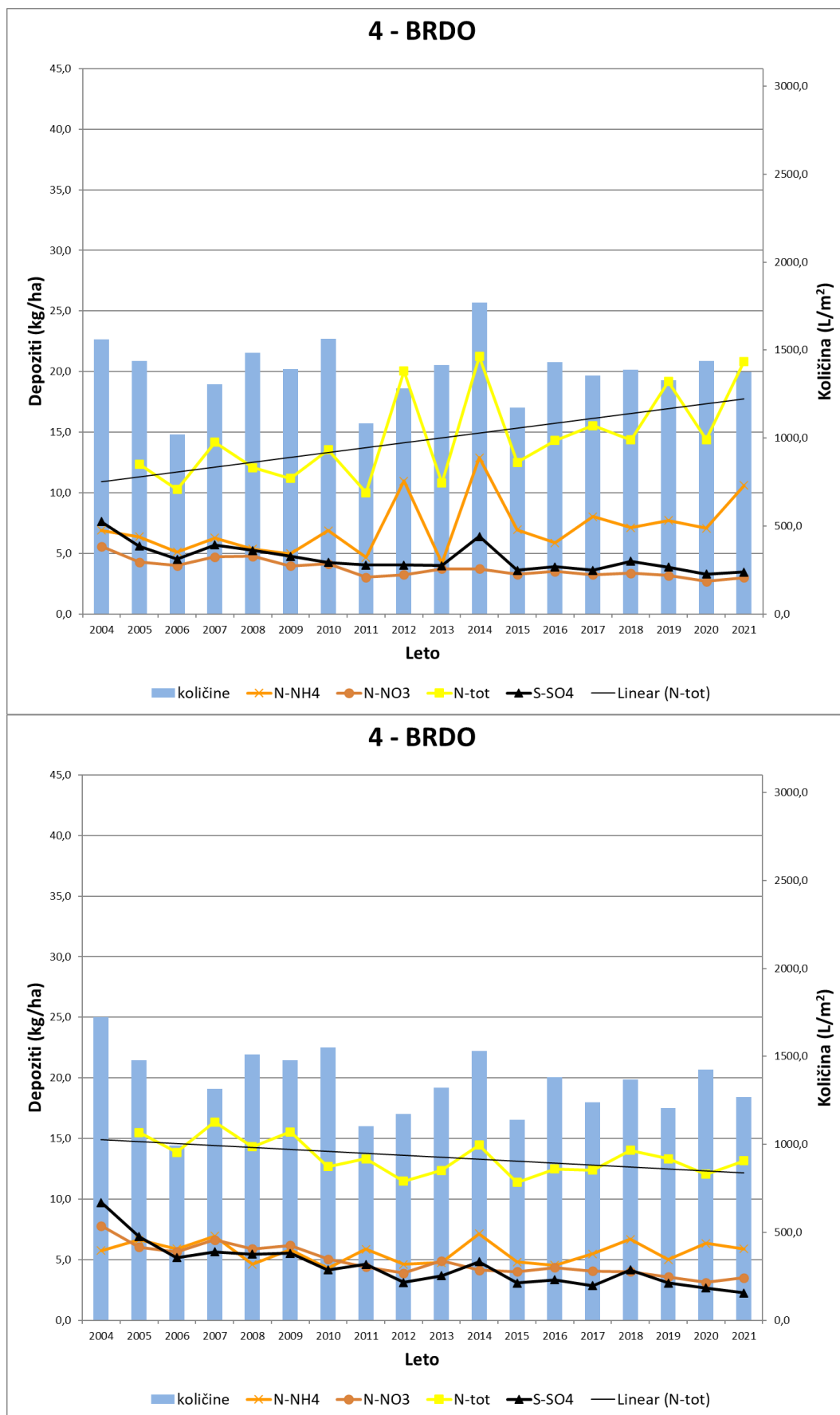


Slika 56: Količina zračnih usedlin in onesnaževal na ploskvi Fondek na prostem (zgoraj) in v sestoji (spodaj).



Na ploskvi Brdo (Slika 57) se je količina usedlega dušika na prostem v primerjavi z letom poprej zvišala na rekordno raven v 18 letih spremljanja ($20,8 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$), predvsem po zaslugi amonijakalnega dušika. Ta se je tretjič v zgodovini spremljanja povzpел čez mejo $10 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$, točneje do $10,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$. Medtem ko ostajata ravni nitratnega dušika in sulfata na zelo nizki ravni ($3,0$ in $3,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$).

V sestoju količine sulfata, nitrata in tudi celokupnega dušika sledijo trendu le-teh na prostem. Sulfat je v sestoju dosegel najnižjo raven v letih spremljanja ($2,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$). Nitrat ostaja na nizki ravni a malenkost višje od preteklega leta ($3,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$). Količina usedlega amonijakalnega dušika se je znižala in glede na used na prostem skoraj prepolovila ($5,9 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$).

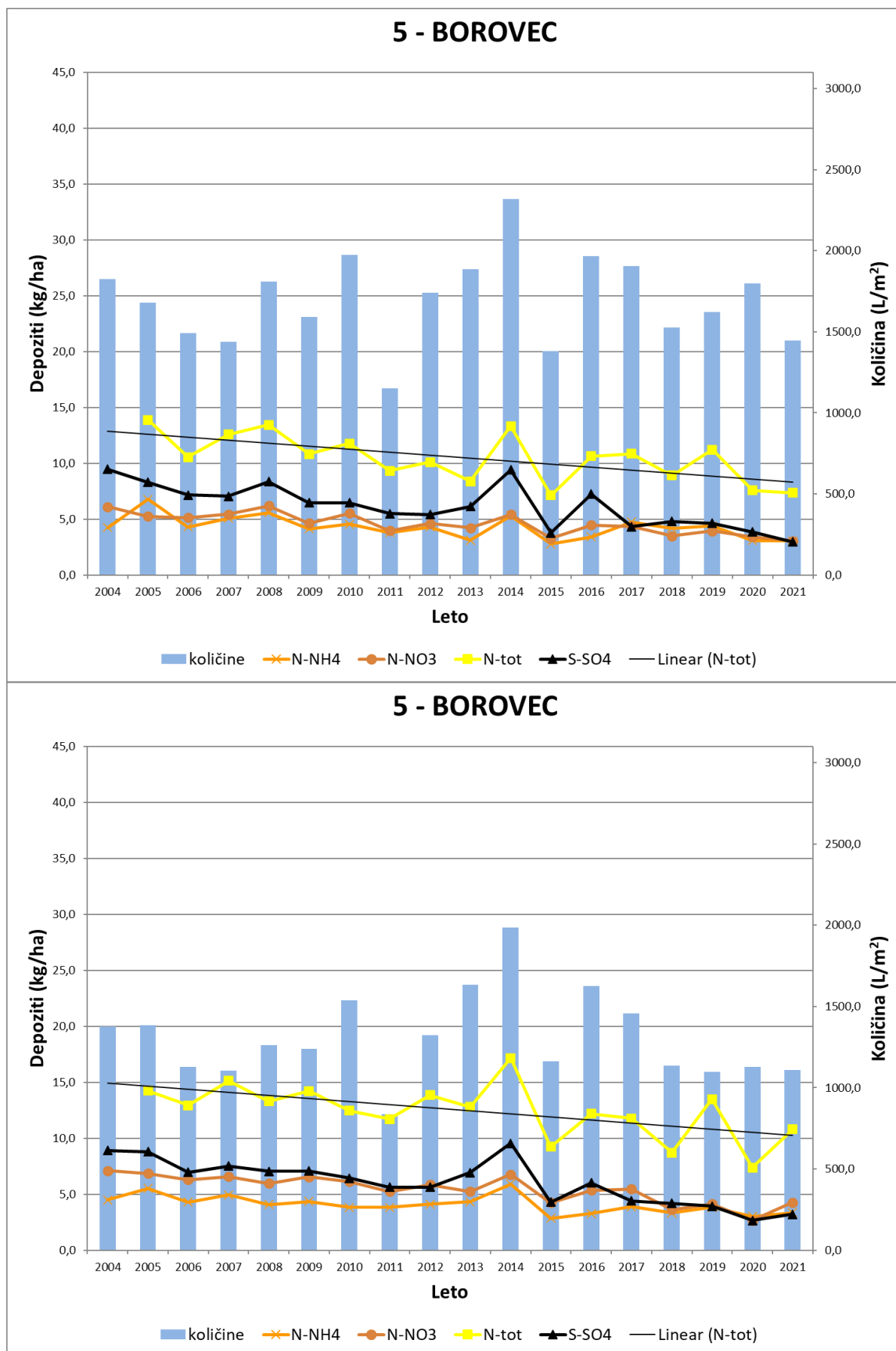


Slika 57: Količina zračnih usedlin in onesnaževal na ploskvi Brdo na prostem (zgoraj) in v sestoju (spodaj).



Na ploskvi Borovec (Slika 58) na prostem beležimo upad useda vseh frakcij dušika in žvepla. Vrednosti so rekordno nizke (nitratni dušik, sulfatno žveplo) oz. so jim zelo blizu (amonijakalni dušik celokupni dušik), primerljive z vrednostmi v letu 2015. Trend še naprej ostaja negativen za vse štiri vrste onesnaževal. Used nitratne in amonijakalne oblika dušika sta bili 3,1 in 3,0 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$, vrednosti sulfatnega žvepla zgolj 3,0 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$.

V sestoji je, ravno obratno, glede na preteklo leto, trend vseh proučevanih onesnaževal pozitiven, čeprav v zgodovini meritev vsekakor negativen. Največji doprinos krošenj je pri nitratnem dušiku (4,3 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$; +1,2 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$), pri ostalih onesnaževalih malo manj.

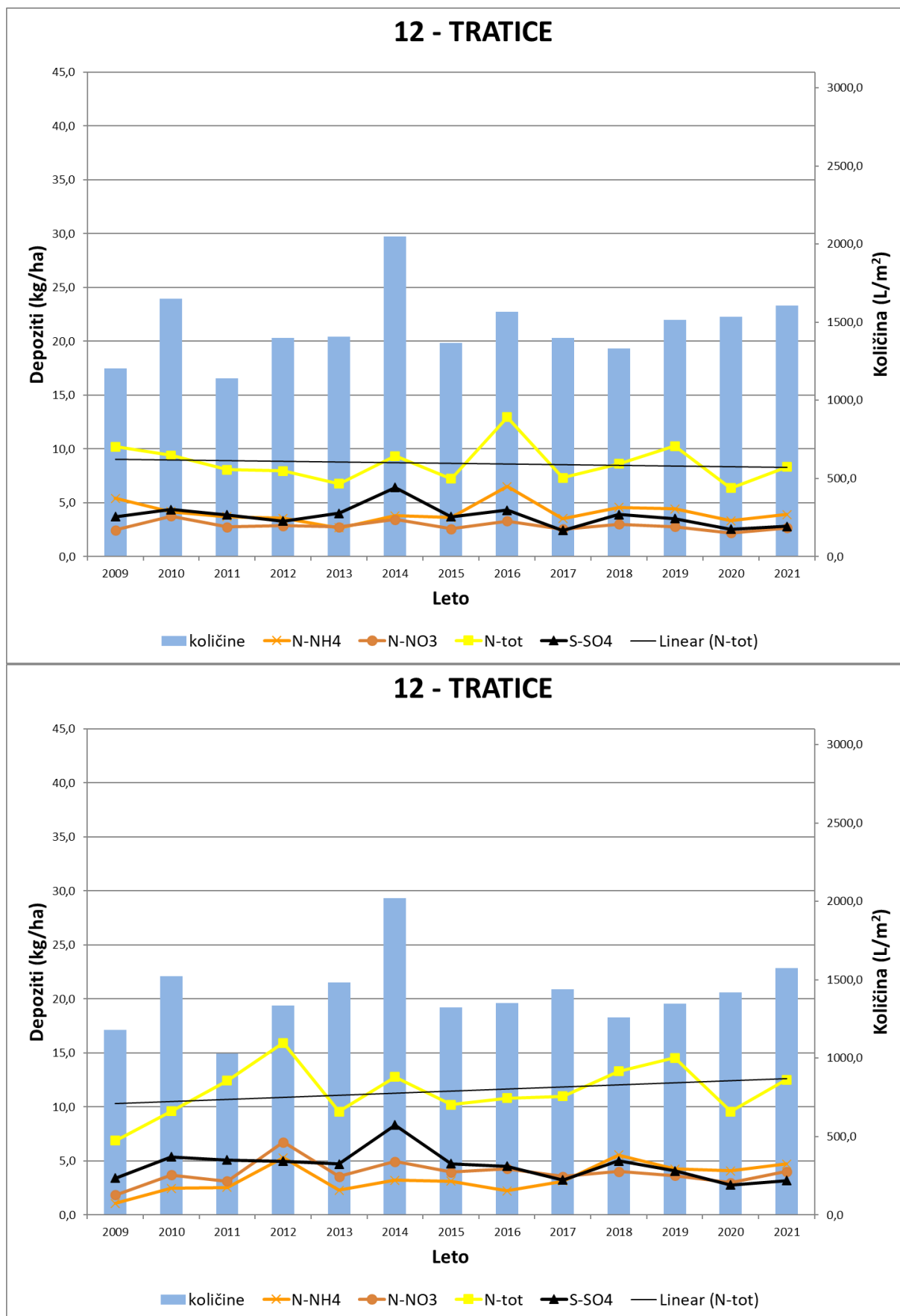


Slika 58: Količina zračnih usedlin in onesnaževal na ploskvi Borovec na prostem (zgoraj) in v sestoji (spodaj).



Na ploskvi Tratice na prostem so količine vseh proučevanih onesnaževal rahlo višje kot leto pred tem (Slika 59). Če pogledamo padavinsko podobni leti 2010 in 2016, so tudi količine onesnaževal zelo podobne predvsem z letom 2010. Pravzaprav ostajajo na podoben nivoju že vsa leta spremljanja če izzamemo sulfat v letu 2014 in amoniak v letu 2016.

Za razliko od količin padavin na preostali ploskvah, je bilo na ploskvi Tratice v sestoji precej prepuščenih padavin. Posledično temu nekaj več onesnaževal, a ne več kot $5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$. Za amonijakalni, nitratni dušik in sulfatno žveplo smo izmerili vrednosti 4,7; 4,0 in $3,2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$.

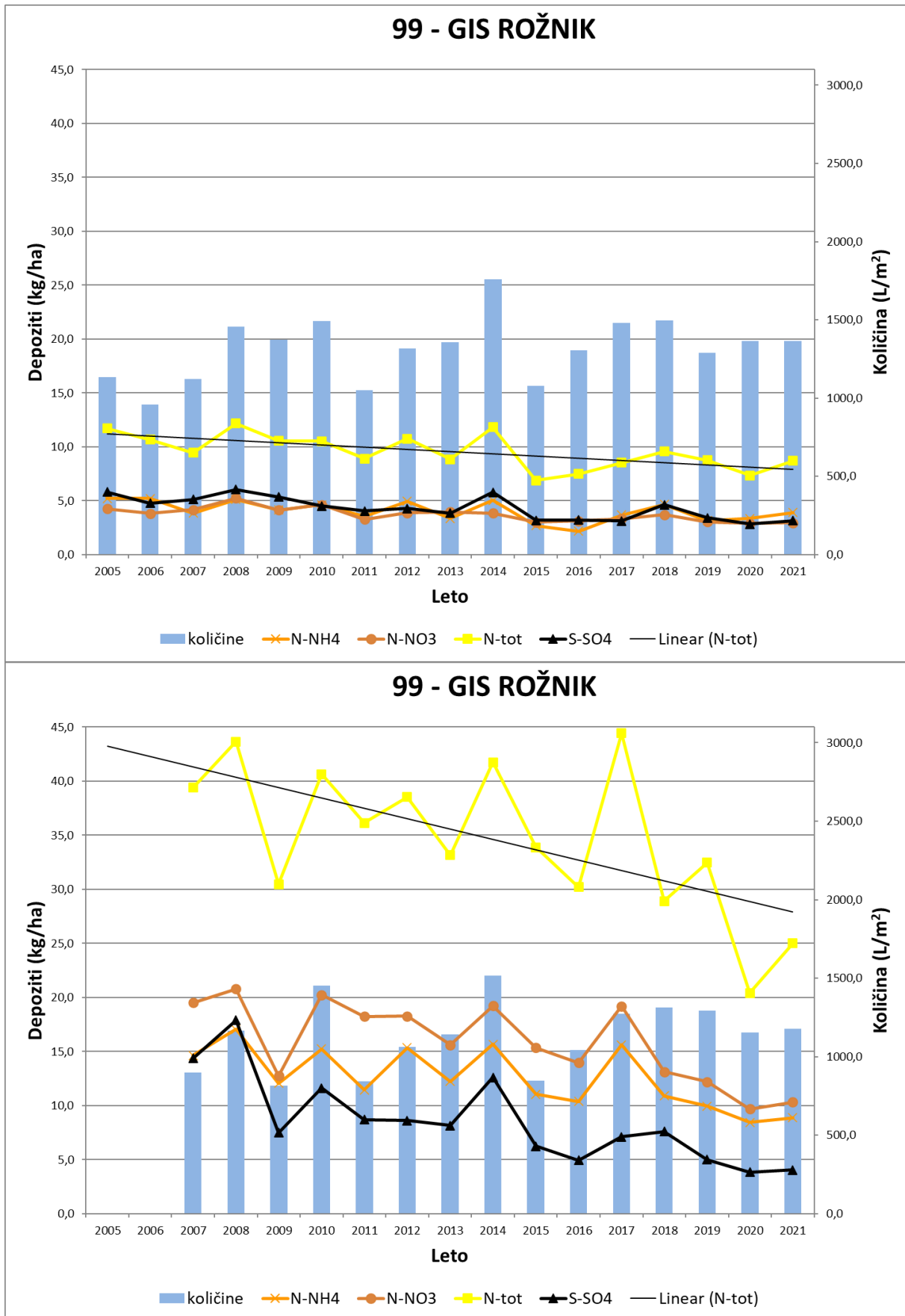


Slika 59: Količina zračnih usedlin in onesnaževal na ploskvi Tratice na prostem (zgoraj) in v sestoji (spodaj).



Na ploskvi GIS – vrt (Slika 60) gre stopnja useda zračnih onesnaževal rahlo navzgor in je primerljiva z vrednostmi na Traticah. Ob zelo podobni količini padavin kot v letu 2020, le-te po navadi korelirajo s količinami onesnaževal, je bilo vseh onesnaževal nekaj več. Celokupnega dušika smo izmerili $8,7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$, količine preostalih onesnaževal, amonijakalnega in nitratnega dušika ter sulfatnega žvepla pa se gibljejo med 3,9; 3,0 in $3,2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$. Dolgoletni trendi vseh onesnaževal so rahlo negativni.

V sestoji prav tako beležimo rahel dvig onesnaževal glede na preteklo leto, a je dolgoletni trend izrazito negativen. Celokupni dušik je sicer dosegel drugo najnižjo vrednost, a je to pomenilo celo $25,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$, kar pa je še vedno zelo veliko v primerjavi z ostalimi ploskvami intenzivnega monitoringa, ki se nahajajo v gozdovih, bolj odmaknjenih od prometnic in velikih mest. Ustrezno so tudi ravni obeh mineralnih oblik dušika višje kot na drugih ploskvah, 8,9 in $10,3 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$ za amonijakalni in nitratni dušik. Raven sulfatnega žvepla je v območju ostalih ploskev in je podobno kot na ostalih ploskvah, v rahlem porastu glede na preteklo leto ($4,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{leto}^{-1}$). Še ena razlika med ploskvijo GIS – vrt in preostalimi ploskvami je, da je raven nitratnega dušika opazno višja od amonijakalnega dušika, verjetno zaradi višje stopnje nitratov v ozračju zaradi vpliva prometa.



Slika 60: Količina zračnih usedlin in onesnaževal na ploskvi GIS vrt na prostem (zgoraj) in v sestoji (spodaj).



Literatura:

- Clarke, N., Žlindra, D., Ulrich, E., Mosello, R., Derome, J., Derome, K., König, N., Lövblad, G., Draaijers, G. P. J., Hansen, K., Thimonier, A., Waldner, P., 2016: Part XIV: Sampling and Analysis of Deposition. In: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 32 p. + Annex [<http://www.icpforests.org/Manual.htm>, ISBN: 978-3-86576-162-0]
- Michel A, Prescher A-K, Schwärzel K, editors (2020) Forest Condition in Europe: The 2020 Assessment. ICP Forests Technical Report under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (Air Convention). Eberswalde: Thünen Institute. <https://doi.org/10.3220/ICPTR1606916913000>



3.9 Kakovost zraka

Avtorja poročila: Matej Rupel in Daniel Žlindra
 Terensko delo: Matej Rupel, Magda Špenko in skrbniki ploskev
 Laboratorijsko delo: Magda Špenko, Daniel Žlindra
 Priprava podatkov: Daniel Žlindra

Pasivno merjenje ozona z difuzivnimi vzorčevalniki je potekalo od 24. marca do 6. oktobra 2021 na desetih izbranih ploskvah intenzivnega spremljanja stanja gozdnega monitoringa - raven II.

Preglednica 20: Ploskve, na katerih je potekalo pasivno merjenje ozona.

1	Krucmanove Konte - Pokljuka
2	Fondek (Trnovo)
3	Gropajski Bori (Sežana)
4	Brdo pri Kranju
5	Borovec (Kočevska Reka)
6	Lontovž (Kum)
7	Draga - Travljska gora
8	Krakovski gozd
9	Murska šuma
10	Tratice - Pohorje

Pasivni monitoring ozona se je izvajal tudi v urbanem gozdu v Ljubljani; ploskev GIS - vrt pod Rožnikom in peri-urbanem gozdu pri Gameljnah pod Šmarno goro. Meritve ozona so se zaradi snežne odeje v višjih predelih pričele kasneje (Krucmanove konte na Pokljuki ter Tratice na Pohorju - 5. maja, ko je skopnel sneg). Difuzivni vzorčevalniki so se redno menjali vsakih 14 dni. Neprijetnosti na napravah ni bilo, vse je potekalo brezhibno. Le zaradi obolelosti skrbnika zaradi covid-19, se je na Travljski gori ena perioda vzorčenja podaljšala za štiri dni. Kontrolne meritve so se izvajale na meteorološki postaji Iskrba pri Kočevski Reki in meteorološki postaji ARSO v Ljubljani. Zaradi zamenjave opreme in posodobitve merilnikov na ARSO, so bile naše kontrolne meritve za nekaj dni prekinjene.



Slika 61 (zgoraj in desno): Kontrolne meritve ozona z difuzivnimi vzorčevalniki na novi merilni postaji ARSO v Ljubljani (avgust 2021) (Foto: M. Rupel).



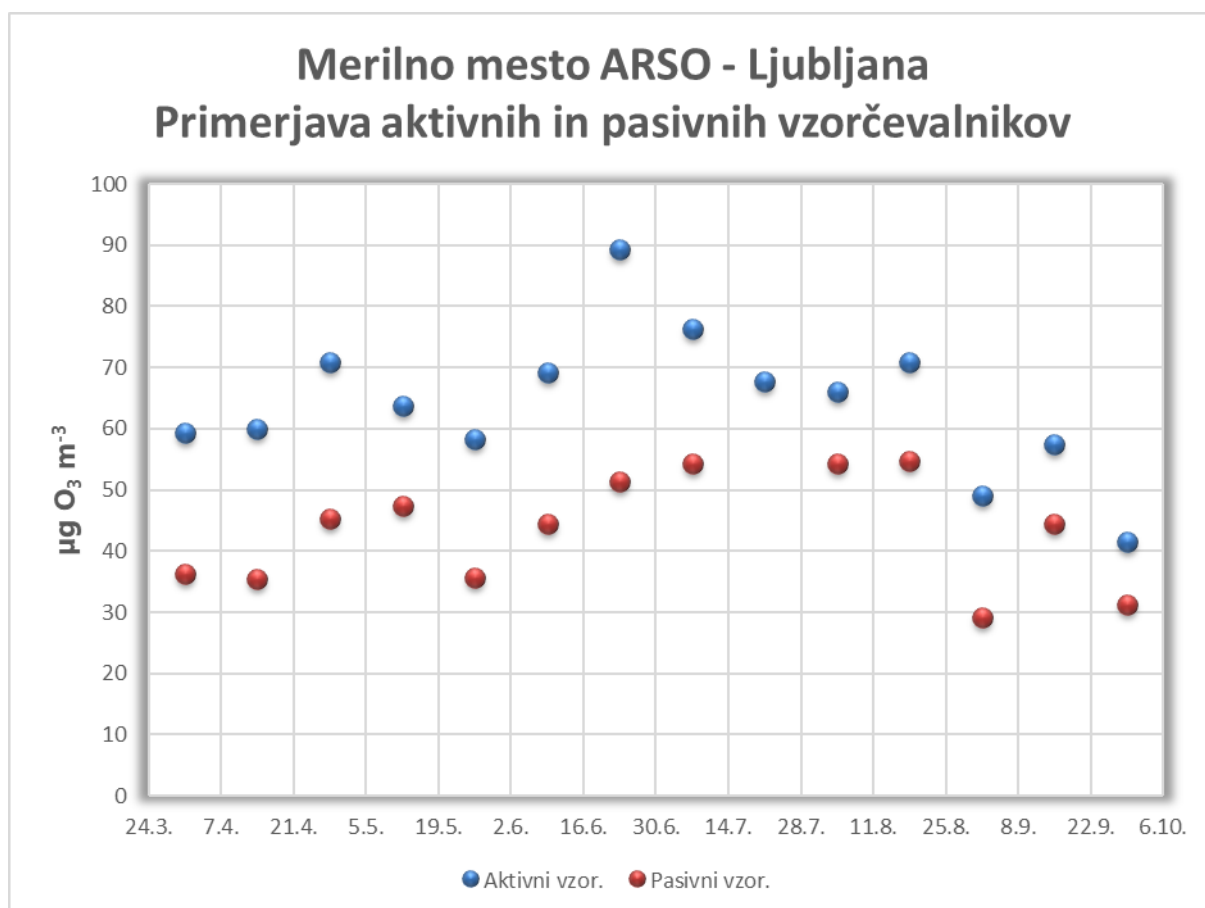


Izpostavljeni dozimetri so se vračali v Laboratorij za gozdno ekologijo (LGE) Gozdarskega inštituta Slovenije po pošti ali jih je dostavil skrbnik ploskev. Tu so se dozimetri v kontrolirani atmosferi odprli in pripravili na analizo (vodna ekstrakcija filtrov s pomočjo stresanja). Sledila je analiza ekstrakta na ionskem kromatografu (Metrohm) in izračun vsebnosti ozona na podlagi vsebnosti nitrata v ekstraktih.

Zaradi kontrole dela in dozimetrov smo na dveh ploskvah (ARSO in Iskrba), kjer so postavljeni avtomatski kontinuirni vzorčevalniki za ozon, ki so v lasti ARSO, vzporedno vzorčili tudi z našimi pasivnimi vzorčevalniki,

Vrednost le teh smo izračunali po standardnem postopku kot za vse preostale pasivne vzorčevalnike. Vrednosti avtomatskih postaj smo pridobili na ARSO in sicer urne koncentracije, ki smo jih nato agregirali glede na naše časovne termine izpostavitve.

Vrednosti merjenja ozona s pasivnimi vzorčevalniki so bile nižje od kontinuirnih med 18 in 42 odstotkov glede na kontinuirne. Rezultati kontrolnih merenj so se v povprečju ujemali z 32 % podcenjenostjo pasivnih vzorčevalnikov glede na aktivne (Slika 62). Kar je identična vrednost kot lansko leto. Poteka trendov sta se ujemala.

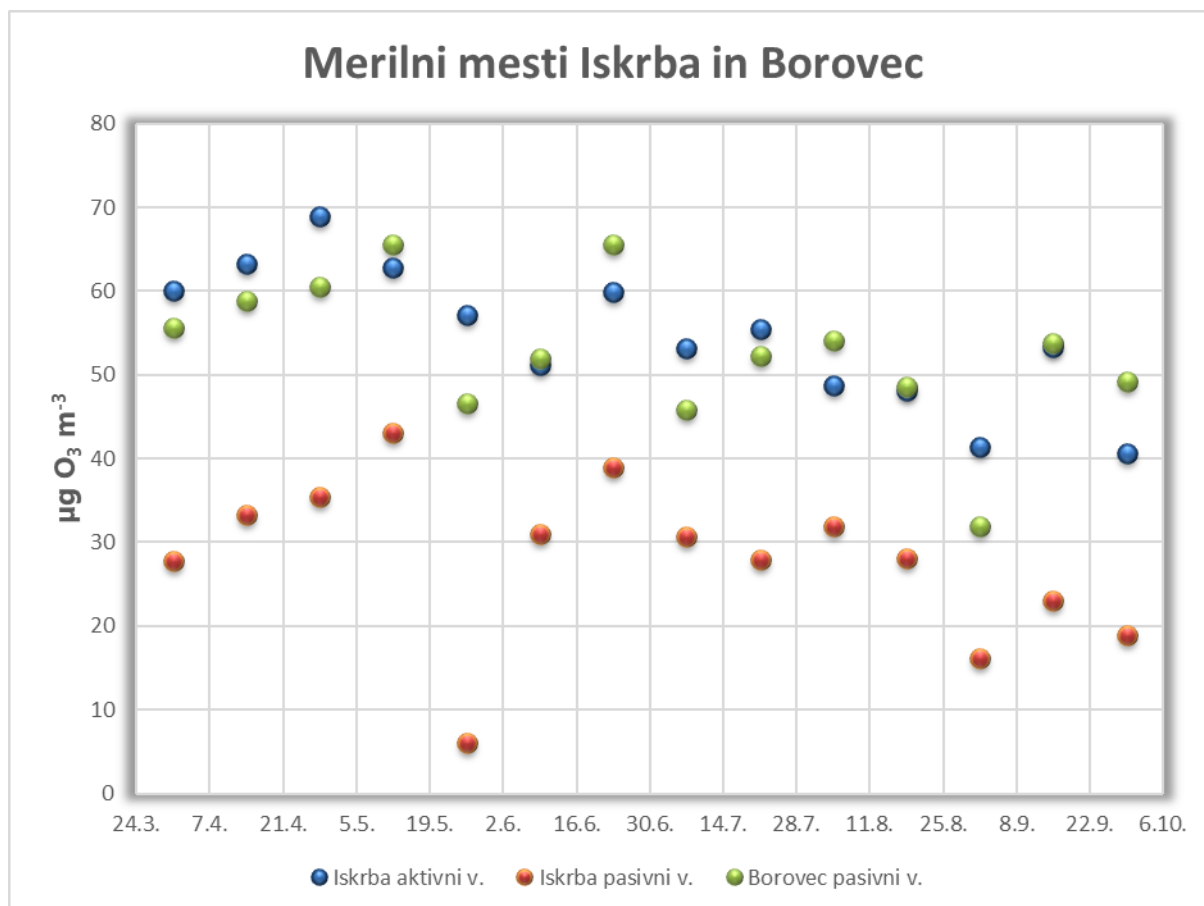


Slika 62: Primerjava vrednosti ozona med aktivnim in pasivnimi vzorčevalniki na merilnem mestu ARSO Ljubljana v letu 2021.

Na kontrolni ploskvi Iskrba je bila razlika med aktivnim in pasivnimi vzorčevalniki precej večja (Slika 63). Vrednosti, dobljene s pasivnimi vzorčevalniki, lociranimi v neposredni bližini, so bile



v povprečju za 49 % nižje od vrednosti, pridobljene z avtomatskim, kontinuirnim vzorčevalnikom. Visoki razliki botrujejo tudi nižje vsebnosti ozona glede na vsebnosti v mestu. Sicer smo za primerjavo dodali še vrednosti ozona, pridobljene s pasivnimi vzorčevalniki na merilnem mestu Borovec, ki leži 5,9 km v smeri zahod-jugozahod od merilnega mesta Iskrba. V tem primeru je primerjava z avtomatskim vzorčevalnikom, lociranim na Iskrbi, veliko boljša. V povprečju so bile vrednosti, pridobljene s pasivnimi vzorčevalniki, zgolj 3 % nižje od vrednosti avtomatskega vzorčevalnika. Tudi na Iskrbi se trendi vsebnosti ozona zelo dobro ujemajo.



Slika 63: Primerjava vrednosti ozona med aktivnim in pasivnim vzorčevalniki na merilnem mestu Iskrba ter dodatno Borovec.

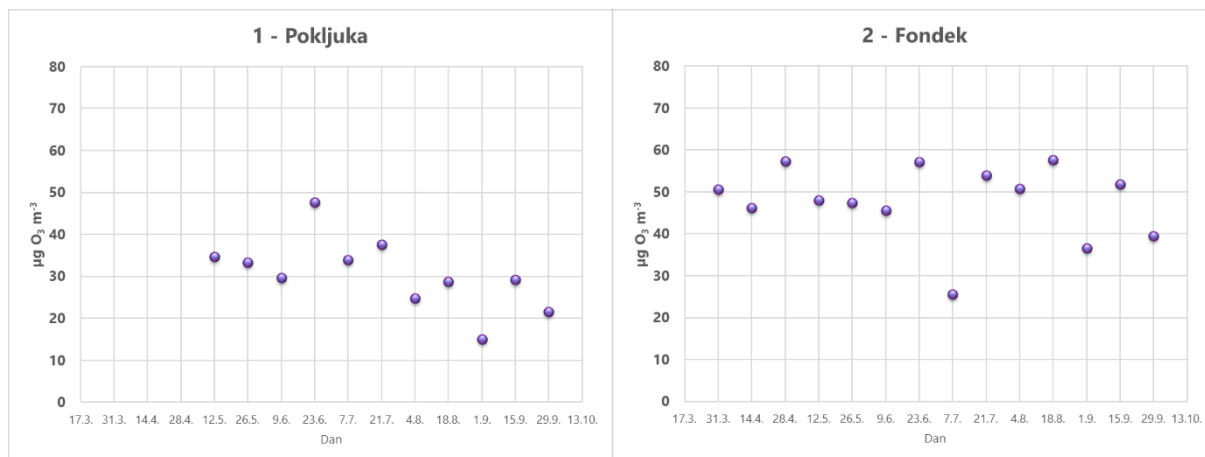
Vsebnosti ozona so bile na proučevanih ploskvah intenzivnega spremljanja stanja gozdnih ekosistemov tudi v letu 2021 nizke in pod mejo $75 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$. Opazen trend na vseh ploskvah je padanje vsebnosti ozona od pomladi do jeseni in globalni maksimum v drugi polovici junija. Najnižje vrednosti ozona smo ponovno zabeležili na ploskvah Krakovski gozd, kjer je bilo povprečje 14-dnevni vsebnosti ozona v proučevanem časovnem obdobju $18,3 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$, in Murska šuma ($19,8 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$). Pod $30 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$ je bilo še na ploskvah Gameljne (24,5) in Iskrba (28,0). Na Pokljuki, Travlanski gori in GIS - vrtu smo zabeležili vrednosti pod $40 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$ (30,6; 39,6; 35,1). Na Fondku, Gropajskih Borih, Brdu, Traticah in Lj.-Bežigrad so bile vrednosti pod $50 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$ (47,7; 46,5; 42,4; 45,2 in 43,4). Le na dveh ploskvah (Borovec, Lontovž) je bila povprečna vrednost v proučevanem obdobju nad $50 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$ (52,9; 54,4).

Na Pokljuki tudi v letu 2021 nismo zabeležili povišanih vsebnosti troposferskega ozona razen globalnega ekstrema, ki smo ga zasledili na vseh ploskvah (Slika 64). Od začetka spremljanja



do začetka oktobra so bile vrednosti z eno izjemno pod $40 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$, z enim izrazitim ekstremom in tremi manjšimi v drugi polovici julija, avgusta in sredi septembra.

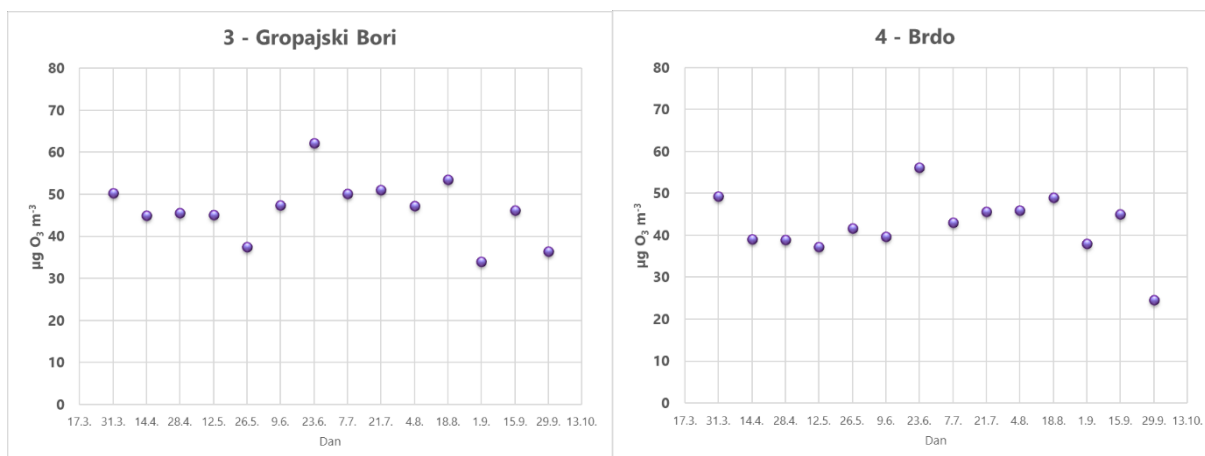
Na Fondku smo zasledili tri ekstreme. Prvi, dolgotrajnejši, je bil spomladi in je podobno kot lani, vztrajal celotno pomlad. 14-dnevne povprečne vrednosti niso padle pod $40 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$. Drugi je bil globalni v drugi polovici junija s skokom proti $60 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$ in tretji v drugi polovici avgusta, kjer se je raven ozon od okoli $50 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$ povzpela skoraj do $60 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$.



Slika 64: Vsebnosti ozona na Pokljuki (levo) in Fondku (desno).

Na Gropajskih Borih je 14-dnevna vsebnost ozona v rastni sezoni 2021 zgolj enkrat presegla $60 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$ (62,1) in to v periodi globalnega ozonskega maksimuma. Sicer lahko opazimo še en maksimum v drugi polovici avgusta in povprečne 14-dnevne vrednosti ozona okrog $45 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$.

Potek vsebnosti ozona na Brdu je zelo podoben gibanju na Gropajskih borih, le da smo na Brdu zabeležili nekaj nižje vrednosti, s terminsko poravnanimi maksimumi v drugi polovici junija in avgusta ($56,1$ in $49,0 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$).



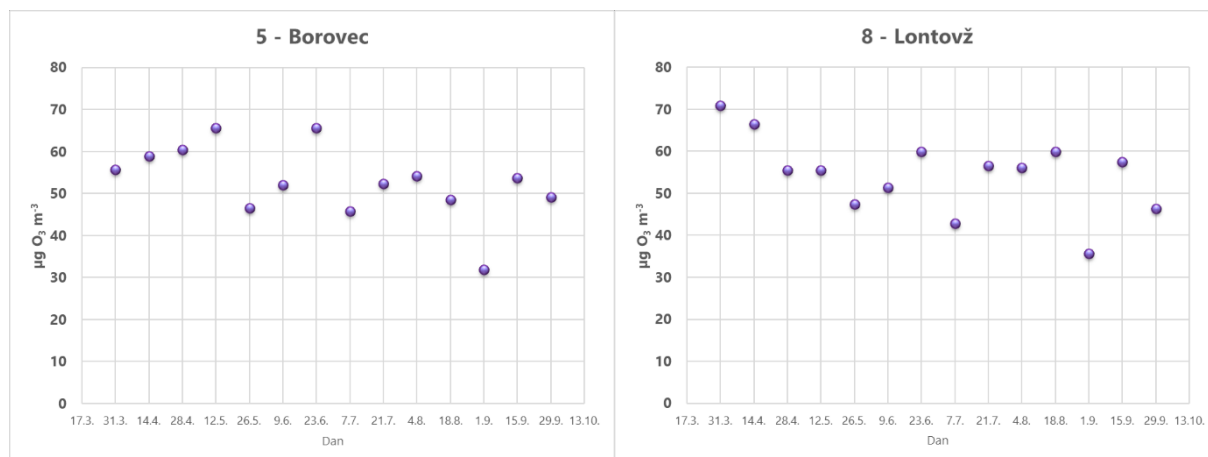
Slika 65: Vsebnosti ozona na Gropajskih Borih (levo) in Brdu (desno).

Na Borovcu (Slika 66) letos v niti enem 14-dnevnem obdobju nismo zabeležili več kot $66 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$. Detektirali smo visok spomladanski začetek in enoletni globalni maksimum v drugi



polovici junija ter v nadaljevanju konec julija in v sredini septembra. Po junijskem maksimumu ($65,5 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$) 14-dnevne vrednosti ozona niso prekoračile $55 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$.

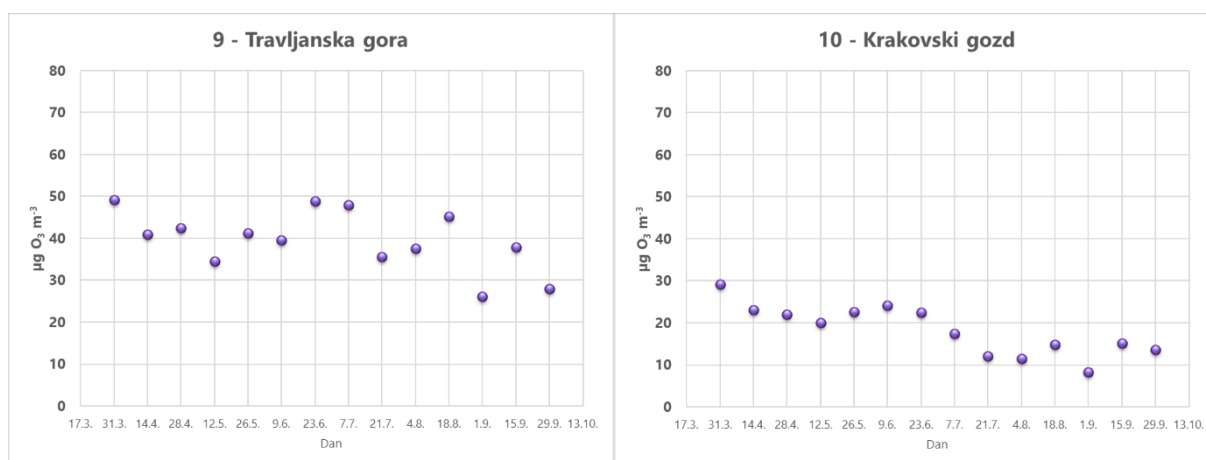
Na Lontovžu je bila raven ozona v letu 2021 enakomerno padajoča skozi celotno proučevano obdobje, začenši z najvišjo 14-dnevno vrednostjo v rastni sezoni ($70,9 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$). Ta trend zmotijo trije maksimumi: prvi je bil globalni v drugi polovici junija, drugi v drugi polovici avgusta in tretji v sredini septembra, vsi trije z vrednostjo okrog $60 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$.



Slika 66: Vsebnosti ozona na Borovcu (levo) in Lontovžu (desno).

Na ploskvi Travljska gora – Draga višjih vrednosti od $50 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$ nismo zaznali. Gibanje vsebnosti ozona je zelo podobno kot na ploskvi Lontovž ali Gropajski Bori vključno z visokim začetkom in tremi maksimumi v nadaljevanju rastne sezone.

Na ploskvi Krakovski gozd smo v letu 2021 izmerili najnižje 14-dnevne vrednosti ozona v vegetacijskem obdobju. Še najvišje so bile spomladi, a tudi takrat niso presegle $30 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$ (Slika 67). Kasneje smo detektirali globalni maksimum, ki se je v Krakovskem gozdu zgodil v eni 14-dnevni periodi prej kot na ostalih ploskvah ter klasični v drugi polovici avgusta in sredina septembra. Od druge polovice julija naprej so se 14-dnevne vrednosti ozona gibale med $8,2$ in $15,1 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$.

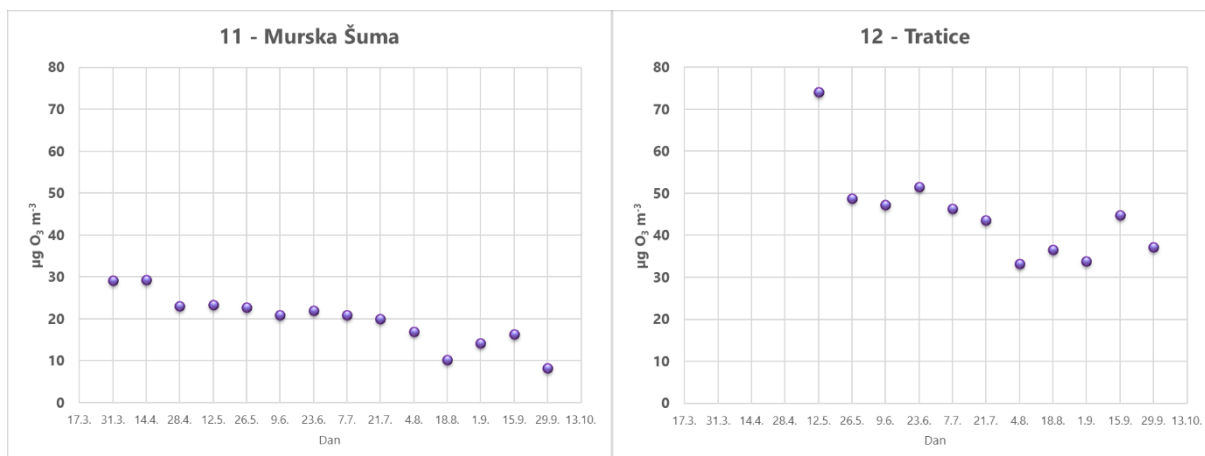


Slika 67: Vsebnosti ozona na Travljski gori (Draga) (levo) in Krakovski gozd (desno).



Na ploskvi Murska šuma je bilo gibanje vsebnosti ozona zelo podobno kot v Krakovskem gozdu. Razen izrazitega zgodnje-spomladanskega maksimuma, ki pa sploh ni presegel meje $30 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$, so vrednosti skozi celotno proučevano obdobje padale (Slika 68). Globalni maksimumi junija avgusta in septembra so se zlili v sicer nizkih vrednostih.

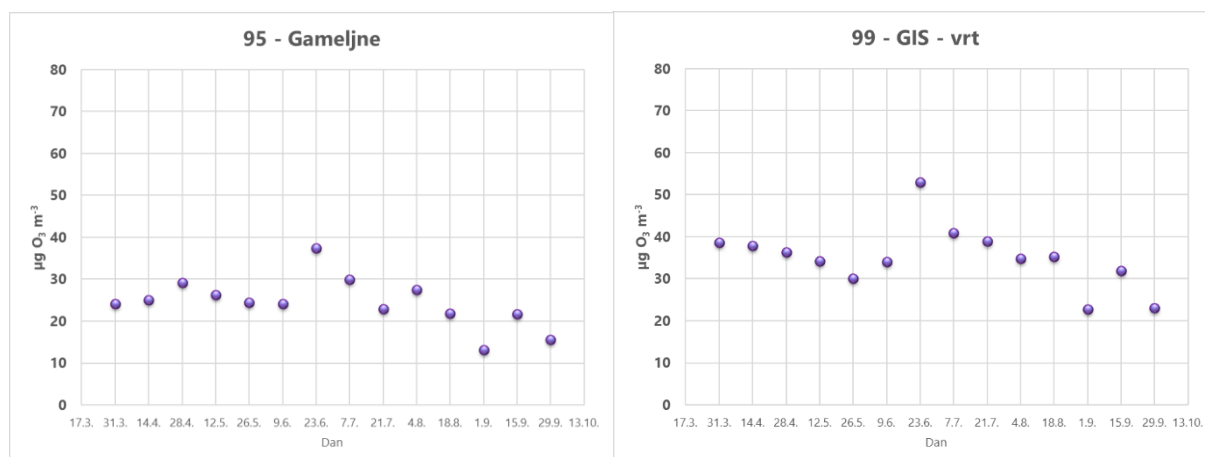
Na Traticah smo tudi letos zasledili najvišjo vrednost ozona na proučevanih ploskev. Ta primat ima ploskev Tratice že od leta 2017 naprej. Sicer v letu 2021 ni presegla $75 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$ ($74,1 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$), ostale vrednosti pa so ostale celo pod $52 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$. Sicer so opazni trije maksimumi: začetni spomladi, globalni v drugi polovici junija in v sredini septembra. Avgustovski ni pretirano izrazit.



Slika 68: Vsebnosti ozona v Murski Šumi (levo) in na Traticah (desno).

V Gameljnah so bile opažene vrednosti ozona nizke in niso presegle $40 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$ (Slika 69). Maksimumi so bili razporejeni podobno kot na Gropajskih Borih, Brdu, Borovcu, Travljanjski gori, GIS – vrtu.

Na vrtu Gozdarskega inštituta Slovenije so vrednosti ozona dvakrat presegle $40 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$, največ v globalnem maksimumu v drugi polovici junija ($53,0 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$) ter periodo zatem ($40,9 \mu\text{g O}_3 \cdot \text{m}^{-3}$).



Slika 69: Vsebnosti ozona v Gameljnah (Ljubljana) in na vrtu GIS.



V splošnem lahko zaključimo, da vrednosti ozona v letu 2021 niso predstavljale večje grožnje rastju. Na to sicer vpliva tudi nekaj drugih dejavnikov (trenutni atmosferski pogoji ipd.), ki lahko povzročijo, da tudi ob nizkih koncentracijah ozona le-ta lahko povzroči škodo na listih bolj občutljivih rastlin.

Literatura:

- Schaub, M., Calatayud, V., Ferretti, M., Brunialti, G., Lövblad, G., Krause, G., Sanz, M. J., 2016: Part XV: Monitoring of Air Quality. In: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 11 p. +Annex [<http://www.icp-forests.org/manual.htm>], ISBN: 978-3-86576-162-0



3.10 Vzdrževanje, aktivnosti in ostala dogajanja na ploskvah v letu 2021

Avtor poročila: Matej Rupel

V letu 2021 so bile ploskve intenzivnega monitoringa zaradi dolge zime in zelo visoke snežne odeje precej na udaru teh ekstremnih vremenskih pojavov. Poleg narave, pa so se neprijetnosti dogajale tudi ob sečnji gozdnih površin v okolici ploskev Borovec pri Kočevski Reki in Tratice na Pohorju. Uničenje ali poškodovanje terenske opreme je narekovalo tudi njihovo obnovo. Postavljena oz. popravljena je bila nova ograja okoli meteorološke postaje Brdo, obnovljena ograja ploskve v sestoji – ploskev Murska šuma, nekaj nosilcev za pasivne vzorčevalnike za spremljanje ozona in nekaj mizic, ki olajšajo rokovanje z vzorci zračnih usedlin v sestoji (Preglednica 21).

Preglednica 21: Lokacijski pregled izrednih dogodkov in aktivnosti na ploskvah intenzivnega monitoringa.

Ploskev	Aktivnost / dogajanje	Slika
Pokljuka	Sanacija in vzdrževalna dela po vetrolomu na in okolici ploskve; sekačema izžagali kolute izbranih dreves na 4 m višine, za raziskave vpliva podnebnih sprememb na dinamiko akumulacije lesne biomase bukve in smreke v Sloveniji.	Slika 70
	Postavitev in izdelava novega nosilca za spremljane O ₃ .	-
	»Huda« zima z debelo snežno odejo je poškodovala meteorološko postajo v vrzeli v bližini raziskovalnega objekta v gozdu.	Slika 71
Fondek	Vetrolom, padli dve drevesi v robni coni ploskve.	-
	Ureditev dostopne vlake po pravilu lesa, ob pomoči SiDG.	Slika 72
	Popravilo in zamenjava poškodovanih lizimetrov (miši).	Slika 72
Brdo	Obnovitev oz. zamenjava dotrajanih kolov ograje ploskve v gozdu.	-
	Postavljena nova ograja okoli vzorčevalnikov padavin na prostem.	-
	Postavljena nova ograja okoli meteorološke postaje in izdelana nova tablica.	Slika 73
	Izdelani in nameščeni novi pokrovi za lizimetske svečke oz. stekleničke za vzorčenje talne raztopine.	-
Borovec	Izdelani in nameščeni novi pokrovi za lizimetske svečke oz. stekleničke vzorčenje talne raztopine.	Slika 74
	Obnovljen nosilec za spremljanje pasivnega ozona s termometrom	Slika 74
	Sečnja gozdarjev v gozdu v okolici ploskve Borovec ni bila opravljena po priporočilih in danih navodilih revirnega gozdarja – ZGS KE Kočevska Reka. Posekana so bila tudi neodkazana odrasla sestojna drevesa v robnem delu ploskve, kar ni v skladu z ustaljeno prakso.	-
Pohorje	Postavitev novih mizic za vzorčenja na ploskvi Tratice.	-
	Namestitev novih termometrov in merilnikov višine snežne odeje na ploskvi Tratice ter kontrolnih mestih Petinove jame in Ribička.	-
	Postavitev novih mizic za vzorčenja in tablice na kontrolni ploskvi Petinove jame. priprave in izmere ter zakoličba za postavitev varovalne ograje na ploskvi Tratice. Izdelava načrta zarisa lege objekta - varovalne ograje.	Slika 75
	Nestrokovno odstranjena drevesa in poškodovanje opreme ter vožnja s težko mehanizacijo po raziskovalnem objektu, kljub jasnim navodilom skrbnika oz. revirnega gozdarja..	-
	Priprave in izmere ter zakoličba za postavitev varovalne ograje na ploskvi Tratice. Izdelava načrta zarisa lege objekta - varovalne ograje.	Slika 75

»Preglednica se nadaljuje na naslednji strani.«



Ploskev	Aktivnost / dogajanje	Slika
	Ureditev kontrolne ploskve Ribička, ki jo je uničila divjad (podrti vzorčevalniki za depozite in uničena tablica).	Slika 76
Lontovž	Še bolj poškodovana oz. podrta ograja okoli ploskve v gozdu.	-
Murska šuma	Porušitev dela ograje okoli ploskve v gozdu ob poplavnih vodah. Obnovitev ograje okoli ploskve v gozdu; zamenjani dotrajani nosilni koli, zamenjana pretrgana mreža, napete delno nove nosilne žice ograje.	Slika 77
ARSO Ljubljana	Kontrolne meritve ozona in onesnaževal na meteorološki postaji ARSO Ljubljana – nova oprema.	Slika 61



Slika 70: Ploskev Pokljuka: izžagani koluti izbranih dreves na 4 m višine, za raziskave vpliva podnebnih sprememb na dinamiko akumulacije lesne biomase bukve in smreke v Sloveniji (Foto: M. Rupel).



Slika 71: Ploskev Pokljuka: »huda« zima z debelo snežno odejo je poškodovala meteorološko postajo v vrzeli v bližini raziskovalnega objekta v gozdu (Foto: M. Rupel).



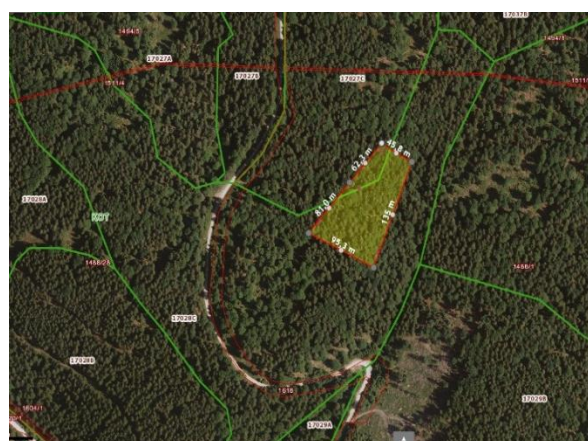
Slika 72: Ploskev Fondek: ureditev dostopne vlake po pravilu lesa (levo) popravljeni oz. zamenjani poškodovani lizimetri (desno) (Foto: M. Rupel).



Slika 73: Ploskev Brdo: postavljena nova ograja okoli vzorčevalnikov padavin na prostem (levo) in nova ograja okoli meteorološke postaje z novo tablico (desno) (Foto: M. Rupel).



Slika 74: Ploskev Borovec: nameščanje novih pokrovov za lizimetske svečke oz. stekleničke s talno raztopino (levo) in meteorološka postaja Borovec pozimi, kjer je bil obnovljen nosilec za spremljanje pasivnega ozona s termometrom (desno) (Foto: M. Rupel).



Slika 75: Ploskev Pohorje: postavljena nova mizica za vzorčenja in tablica na kontrolni ploskvi Petinove jame (levo) in Ploskev Pohorje - Tratice: načrt zarisa lege objekta - varovalne ograje (Foto: M. Rupel).



Slika 76: Ploskev Pohorje: kontrolna ploskev Ribička; ostanki od divjadi uničene tablice (levo) in postavljeni podrti vzorčevalniki za depozite in nova tablica (desno) (Foto: M. Rupel).



Slika 77: Ploskev Murska Šuma: podrtja ograja okoli ploskve v gozdu (Foto: A. Sarjaš).



3.11 Kakovost dela v laboratorijih

Avtor poročila: Daniel Žlindra

Dodana vrednost laboratorijsko določenih vrednosti posameznih parametrov v okviru aktivnosti spremljanja gozdov in zlasti na ravni II ICP Forests programa, je toliko večja, kolikor večja je dokazana kakovost opravljenega analitskega dela. Za primerjavo kakovosti dela posameznih laboratorijev nam zelo dobro služijo rezultati le-teh v krožnih testih. Rezultati krožnih testov se v primeru baze podatkov ICP Forests vedno poročajo skupaj s posameznimi zahtevanimi podatki, dobljenimi v laboratorijih, tako da ima uporabnik neposreden vpogled v izvedbo analiz oz. se lažje odloči, koliko lahko posameznim podatkom zaupa.

V Laboratoriju za gozdno ekologijo, kjer opravljamo vse kemijske analize za potrebe intenzivnega spremljanja stanja gozdnih ekosistemov, ki so osnova za poročila in poročanje na ICP Forests platformo, smo se tudi v letu 2021 trudili izboljšati kakovost našega dela, t. j. izvedbe analiz.

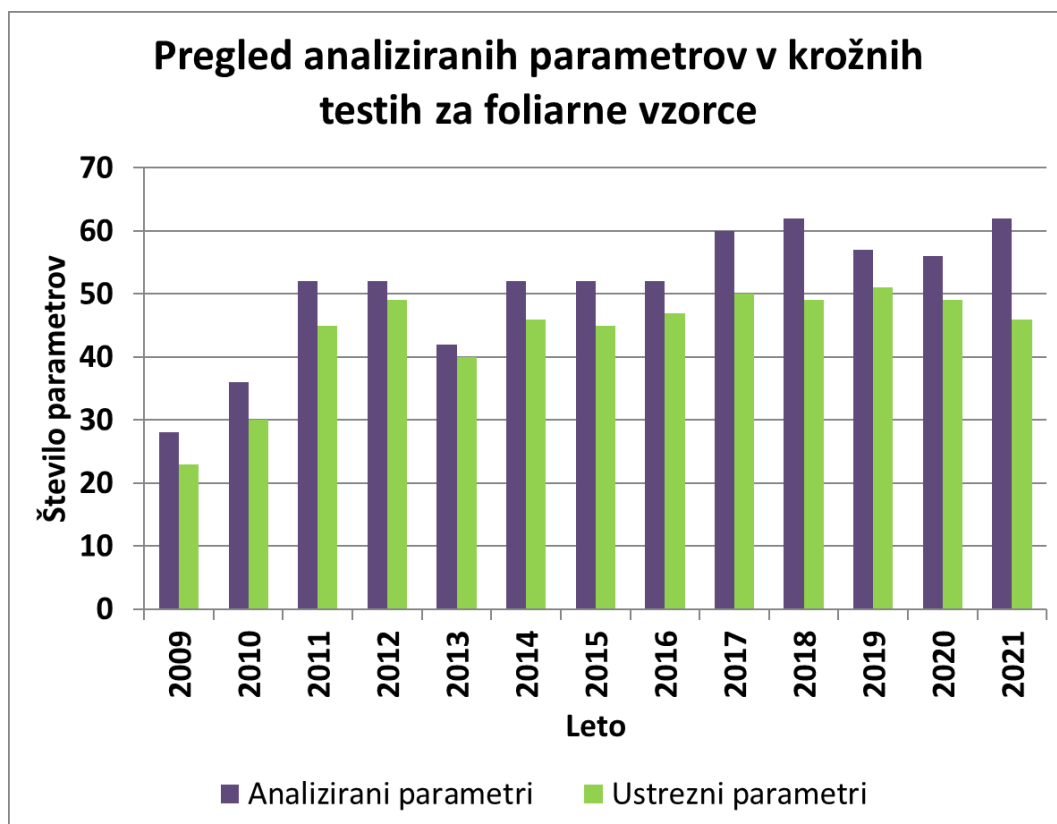
V letu 2021 je Laboratorij za gozdno ekologijo sodeloval v 7 različnih krožnih testih od katerih so bili štirje namenjeni preverjanju dela pri analizah vodnih vzorcev (Slika 78), eden preverjanju dela pri analizah foliarnih vzorcev (Slika 79) in dva talnih vzorcev (Slika 80). Pri vseh analizah, ki se izvajajo tudi na vzorcih intenzivnega spremljanja stanja gozdov, je Laboratorij za gozdno ekologijo Gozdarskega inštituta Slovenije dobro prestal preizkuse kakovosti. Takšen rezultat je posledica dobrega in kakovostnega dela v laboratoriju ter odličnega sodelovanja osebja znotraj laboratorija ter znotraj celotnega Inštituta.

Predstavljeni rezultati na naslednjih grafih predstavljajo bolj kritično vrednotenje rezultatov. Predstavljena je uspešnost po parametrih za vsak vzorec posebej in ne agregirana kvalifikacija samo po parametrih skupine vzorcev.

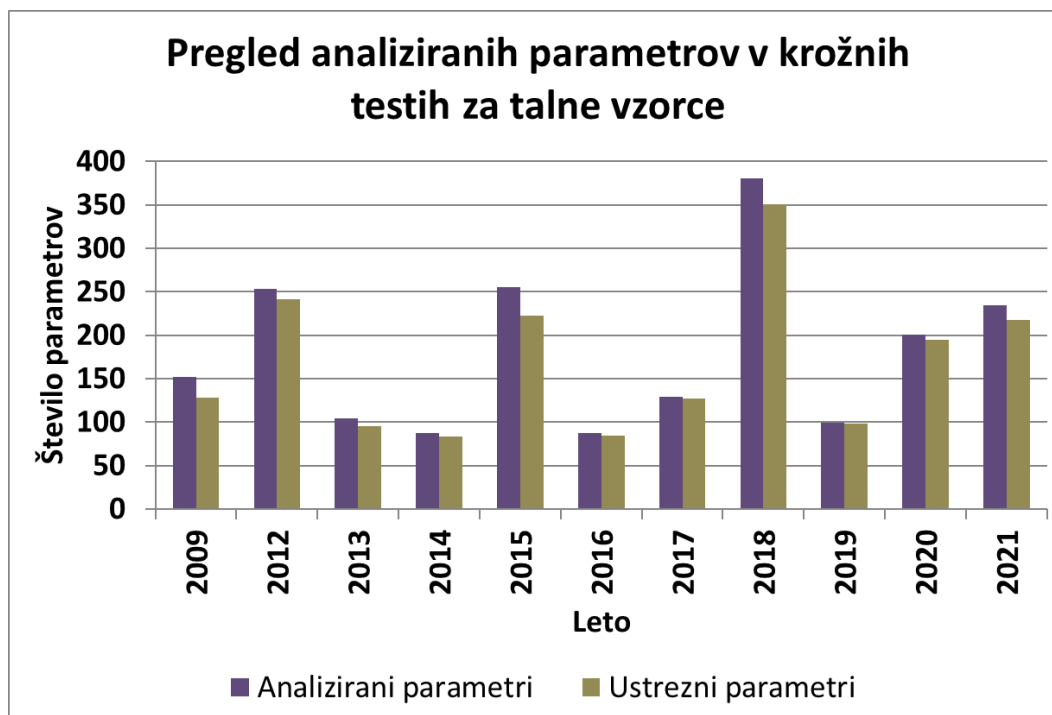
Skupno je bilo v Laboratoriju za gozdno ekologijo v letu 2021 uspešno analiziranih parametrov v krožnih testih vodnih vzorcev 84 %, krožnih testih foliarnih vzorcev 74 % in krožnih testov talnih vzorcev 93 % vseh analiziranih parametrov, kar je za tako majhen kolektiv odličen rezultat.



Slika 78: Pregled uspešnosti LGE v vseh krožnih analizah vodnih vzorcev po parametrih v letih 2009–2021.



Slika 79: Pregled uspešnosti LGE v vseh krožnih analizah foliarnih vzorcev po parametrih, primerjalno v letih 2009 do 2021.



Slika 80: Pregled uspešnosti LGE v vseh krožnih analizah talnih vzorcev po parametrih primerjalno med leti 2009 ter 2012-2021.

V letu 2021 smo tako skupaj z vzorci krožnih analiz, vzorci spremljanja stanja gozdov in ostalih projektov analizirali 1829 vzorcev (Preglednica 22) in jim določili 13.200 analiziranih parametrov.

Preglednica 22: Število vzorcev in parametrov po matriksih, analiziranih v letu 2021.

	Število vzorcev	Število analiziranih parametrov
Vode	725	10.231
Rastlinska tkiva	83	297
Tla	585	1.800
Ozon	436	872

Literatura:

Konig, N., Kowalska, A., Brunialti, G., Ferretti, M., Clarke, N., Cools, N., Derome, J., Derome, K., De Vos, B., Fuerst, A., Jakovljevič, T., Marchetto, A., Mosello, R., O'Dea, P., Tartari, G. A., Ulrich, E., 2016: Part XVI: Quality Assurance and Control in Laboratories, In: UNECE, ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thunen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 46 p. + Annex [<http://www.icp-forests.org/manual.htm>], ISBN: 978-3-86576-162-0



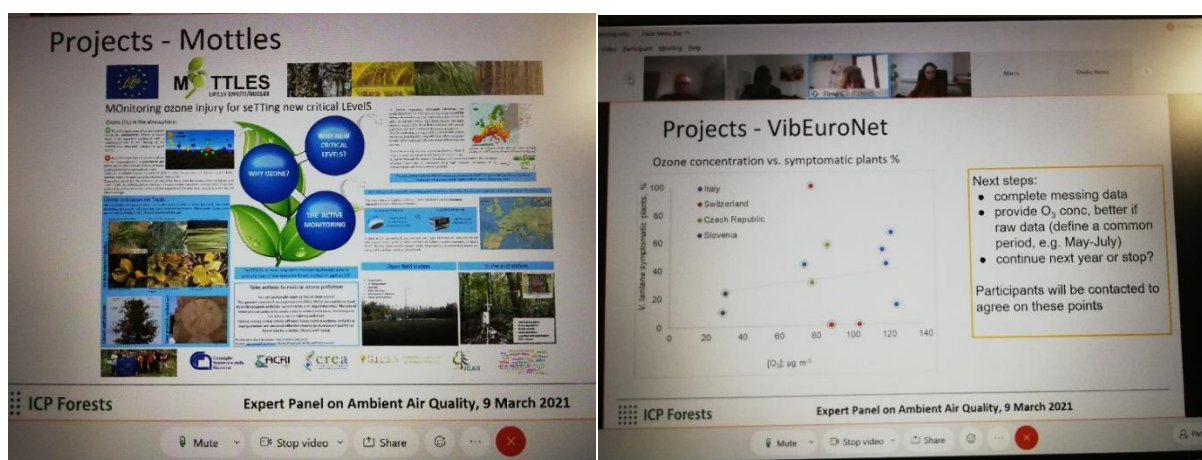
4 DODATNE AKTIVNOSTI, KI SO BILE IZVEDENE V LETU 2021

Delavnice in mednarodna sodelovanja 2021

ICP Forests

9. 3. 2021 smo se raziskovalci in strokovnjaki za posamezna področja udeležili srečanj ekspertnih skupin prek spleta:

- Matej Rupel: Expert Panel on Air Quality, podatki ozon, predstavitev dela in poškodb vegetacije po ozonu. EP AAQ activities; on-line photo exercise, QA/QC activities, VibEuroNet.



Slika 81: Posnetka zaslona med srečanjem, 9. marec 2021 (Foto: M. Rupel).

- Daniel Žlindra: Expert Panel on Deposition, WG QA/QC
- Aleksander Marinšek: Expert Panel on Soil
- Tom Levanič in Mitja Skudnik: Expert Panel on Growth

Od 7. do 12. junija smo se v živo (Tom Levanič) in prek spleta (Mitja Skudnik, Daniel Žlindra) udeležili FORECOMON znanstvene konference in 37. Task Force srečanja, ki je potekalo na sedežu WSL v Birmensdorfu, Švica.

Sodelujemo pri evropskem projektu VibEuroNet - Viburnum lantana observation Network in Europe. Na ploskvi Gameljne (ob Savi pri Sp. Gameljnah pod Šmarno goro) smo skladno z navodili in po ustreznih metodah projekta izvedli popise poškodovanosti dobrovite (*Viburnum lantana*) zaradi troposferskega ozona.



5 SEZNAM REFERENC S PODROČJA SPREMLJANJA GOZDOV V L. 2021

Dokument, ki se neposredno nanaša na spremljanje stanja gozdov v Sloveniji:

Poročilo

»Poročilo o spremljanju stanja gozdov v Sloveniji l. 2020«

<https://www.gozdis.si/publikacije/>

Pregled referenc po COBISS izpisku za l. 2021, ki se nanašajo na spremljanje stanja gozdov v Sloveniji:

1.01 Izvirni znanstveni članek

KUTNAR, Lado, KERMAVNAR, Janez, PINTAR, Anže Martin. Climate change and disturbances will shape future temperate forests in the transition zone between Central and SE Europe. *Annals of Forest Research*. 2021, vol. 54, iss. 2, str. 67-86. ISSN 1844-8135. <https://doi.org/10.15287/afr.2021.2111>, <https://www.afrjournal.org/index.php/afr/article/viewFile/2111/1160>, <https://dirros.openscience.si/lzpisGradiva.php?id=14685>, DOI: 10.15287/afr.2021.2111. [COBISS.SI-ID 91675139]

KERMAVNAR, Janez, KUTNAR, Lado, MARINŠEK, Aleksander. Disentangling the ecological determinants of species and functional trait diversity in herb-layer plant communities in European temperate forests. *Forests*. [Online ed.]. 2021, vol. 12, iss. 5, 24 str., ilustr. ISSN 1999-4907. <https://doi.org/10.3390/f12050552>, DOI: 10.3390/f12050552. [COBISS.SI-ID 69246723]

OGRIS, Nikica, SKUDNIK, Mitja. V Sloveniji se povečuje osutost bukove krošnje = Beech defoliation in Slovenia is increasing. *Gozdarski vestnik : slovenska strokovna revija za gozdarstvo*. [Tiskana izd.]. 2021, letn. 79, št. 5/6, str. 226-237, ilustr. ISSN 0017-2723. [COBISS.SI-ID [71940867](#)]

OGRIS, Nikica, SKUDNIK, Mitja. V Sloveniji se povečuje osutost bukove krošnje = Beech defoliation in Slovenia is increasing. *Gozdarski vestnik : slovenska strokovna revija za gozdarstvo*. [Tiskana izd.]. 2021, letn. 79, št. 5/6, str. 226-237

1.04 Strokovni članek

OGRIS, Nikica, SKUDNIK, Mitja. Večanje osutosti bukove krošnje v Sloveniji. *Korenina* : [interno glasilo družbe Slovenski državni gozdovi, d. o. o.]. [Tiskana izd.]. sep. 2021, št. 16, str. 16-18, ilustr. ISSN 2670-4234. <https://sidg.si/index.php/korenine>. [COBISS.SI-ID 80356355]

2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav

SKUDNIK, Mitja, FERLAN, Mitja, GRAH, Andrej, KERMAVNAR, Janez, KUTNAR, Lado, OGRIS, Nikica, PINTAR, Anže Martin, PLANINŠEK, Špela (avtor, urednik), RUPEL, Matej, SIMONČIČ, Primož, ŽLINDRA, Daniel (avtor, urednik). Poročilo o spremljanju stanja gozdov za leto 2020. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2021. 1 spletni vir (1 datoteka PDF (135 str.)).



<https://www.gozdis.si/f/docs/publikacije/Porocilo-o-stanju-gozdov-2020.pdf>,
<http://dirros.openscience.si/lzpisGradiva.php?id=14193>. [COBISS.SI-ID 70824707]

3.15 Prispevek na konferenci brez natisa

OGRIS, Nikica, SKUDNIK, Mitja. *Naraščanje osutosti bukve 1993-2019 : online predavanje na 11. Seminarju in delavnici iz varstva gozdov, 1. in 2. 6. 2021*. [COBISS.SI-ID [65505795](#)]

2.13 Elaborat, predstudija, študija

PLANINŠEK, Špela, SKUDNIK, Mitja. *Poškodovanost gozdov in osutost dreves : kazalci po letih : 2021*. Ljubljana, 2021. 1 spletni vir. <http://kazalci.arso.gov.si/sl/content/poskodovanost-gozdov-osutost-dreves-4>. [COBISS.SI-ID 63887107]



Ta stran je namenoma puščena prazna.



GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE
SLOVENIAN FORESTRY INSTITUTE

Poročilo je objavljeno na spletni strani:

<http://www.gozdis.si/publikacije/>

