

GDK 48 - - 015 :583 : (497.12)

Prispelo / Arrived: 24. 2. 1997

Sprejeto / Accepted: 24. 3. 1997

## PROPADANJE GOZDOV V SLOVENIJI, POGLED NA PROCES IN STANJE PO DESETIH LETIH AKTIVNOSTI NA TEM PODROČJU

Franc BATIČ\*

### Izvleček

Prispevek podaja kratko kronologijo raziskav propadanja gozdov v Sloveniji. Obravnava metodološki, vsebinski in organizacijski vidik raziskav v Sloveniji v desetih letih in daje nekatere poglede o izvedbi te dejavnosti v preteklosti in v bodoče.

**Ključne besede:** propadanje gozdov, popisi propadanja, raziskave gozdnih ekosistemov, Slovenia

## FOREST DECLINE IN SLOVENIA, AN OVERVIEW OF THE PROCESS AND STATE OF RESEARCH AFTER TEN YEARS OF ACTIVITIES

### Abstract

*The article deals with forest decline studies in Slovenia. Ten years of activities is briefly discussed according to methodology, content and organisation of research. Some conclusions about past and future research in this field are also given.*

**Key words:** forest decline, decline inventories, investigations of forest ecosystems, Slovenia

---

\* Prof., dr., dipl. biol., Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo, 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101, SLO

**KAZALO**

1	<b>UVOD / INTRODUCTION</b> .....	7
2	<b>PREUČEVANJE PROPADANJA GOZDOV V SLOVENIJI / FOREST DIEBACK RESEARCH IN SLOVENIA</b> .....	7
3	<b>POGLED NA PROPADANJE GOZDOV DANES / AN OVERLOOK ON FOREST DECLINE TODAY</b> .....	14
4	<b>POMEN PREUČEVANJA PROPADANJA GOZDOV / THE RELEVANCE OF FOREST DECLINE RESEARCH</b> .....	15
5	<b>IN KAKO NAPREJ? / AND WHAT TO DO IN FUTURE?</b> .....	16
6	<b>VIRI / REFERENCES</b> .....	17

## 1 UVOD

Propadanje gozdov (umiranje gozdov, sušenje gozdov) je nedvomno eden izmed številnih, s človeško dejavnostjo povzročenih procesov, ki odraža negativne vplive človeštva (industrije, prometa, pridobivanja energije, kmetijstva, urbanizacije itd.) na naravo in hkrati tudi prebujeno ali vsaj prebujajočo se ekološko zavest ljudi. Dejstvo je, da je človek fizično uničeval gozdove tudi v preteklosti, ko jih je spreminjal in krčil za potrebe kmetijstva in drugih dejavnosti, vendar se negativnih posledic tega početja ljudje niso zavedali ali pa o tem nimamo na voljo pisnih virov, oz. jih ne poznamo dovolj. Iz obdobja pred industrijsko revolucijo obstajajo zapisi o skrbi za gozd kot viru surovin, vendar je nuja človeka po rabi zemlje pogosto prevladala. Evropska zgodovina je polna primerov o tem, kaj se zgodi s pokrajino, ko je uničen gozd. Resave v severni in atlantski Evropi v preteklosti in kulturne stepe danes, kamenjaki, garige in makije v Sredozemlju, širjenje puščav in travnatih področij v toplejših podnebnih pasovih po vsej zemeljski obli so dokazi o preteklem in sedanjem uničevanju gozdov. Vendar je propadanje gozdov postalo medijsko odmevno šele potem, ko so gozdovi začeli propadati "nenačrtno", ne po volji človeka, ampak kot posledica onesnaževanja okolja v povezavi z napačno rabo pokrajine in naravnimi stresii. Tudi Slovenija v tem ni izjema. Da se je gozdu v preteklosti pri nas godilo še slabše kot v obdobju industrializacije po drugi svetovni vojni, se lahko prepričamo iz sicer redkih posnetkov naših krajev, še posebej Krasa, še več pa je o tem zapisov v knjigah o vodenju posesti v srednjem veku in do obdobja industrijske revolucije.

## 2 PREUČEVANJE PROPADANJA GOZDOV V SLOVENIJI

Propadanje gozdov ("Waldsterben", "Forest Decline", "Forest Die-Back") je oznaka, ki se je v Sloveniji pojavila v poznih sedemdesetih in predvsem v osemdesetih letih in je bila k nam prinesena predvsem iz nemško govorečih dežel (SCHÜTT 1984). V Sloveniji so obsežnejše propadanje posameznih drevesnih vrst, predvsem jelke, zabeležili že pred tem, vendar so pojav takrat opisali kot sušenje gozdov, ki so ga nekateri razlagali kot posledico klimatskih ekstremov (BRINAR 1964, 1974), drugi kot posledico napačnih gojivnenih ukrepov v preteklosti (MLINŠEK 1964). Lokalna sušenja gozdov okrog močno onesnaženih

krajev (Zasavje, Celje, Žerjav, itd.) so vsi brez obotavljanja pripisovali vplivu onesnaženega zraka (ŠOLAR 1977), vendar je takrat prevladovalo prepričanje, da so vplivi onesnaženega zraka predvsem lokalni in premajhni, da bi lahko povzročili večje poškodbe vegetacije. V to obdobje segajo tudi prve vegetacijske raziskave, ki so evidentirale tudi stanje propadle zeliščne vegetacije v okolici večjih virov onesnaženja zraka (KERT 1971, BIZJAK 1980, DRUŠKOVIČ 1986), in prve raziskave, ki so kot bioindikatorje onesnaženosti zraka uporabile epifitske lišaje (SKOBERNE 1976, BATIČ 1984, BATIČ / MARTINČIČ 1982, itd.). Začetek ekološkega prebujanja v Sloveniji dokazuje tudi izdaja prve "Zelene knjige" o ogroženosti narave in okolja v Sloveniji, ki jo je v sodelovanju s številnimi avtorji izdalo Prirodoslovno društvo Slovenije (ANNONYMUS 1972). Publikacija je bila prva kompletna dokumentacija o stanju okolja pri nas in je prva opozorila na škodljive posledice onesnaževanja zraka, tal in voda. Temu obdobju je po l. 1985 sledilo obdobje intenzivnega spremljanja stanja gozdov. V Slovenijo so uvedli metodo popisa propadanja gozdov v okviru ICP-Forest ( ŠOLAR 1986, 1989, 1991, JURC / BOGATAJ 1994 KOVAČ 1997, BOGATAJ 1997). Popisi propadanja gozdov so bili izvedeni skoraj vsako leto od leta 1985 dalje vsaj na 16 x 16 km mreži, na 4 x 4 km mreži pa poleg leta 1985 še leta 1987, 1991 in 1995. Posamezna gozdna gospodarstva so na svojem območju mreže popisov še zgostila, predvsem tista, na območju katerih so bili večji viri onesnaženeja zraka. Na območju GG Nazarje so vzporedno s temi dogajanja razvili lastno popisno metodo (KOLAR 1989 ) in jo z manjšimi spremembami obdržali za svoje potrebe vse do danes. Na nekaterih posebej močno ogroženih območjih je Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije opravil še posebne popise v okviru pozameznih raziskovalnih nalog (Zasavje (ŠOLAR 1991 ), Šoštanj (RIBARIČ-LASNIK 1996); Triglavski narodni park (BATIČ *et al.* 1996). Popisi propadanja gozdov, katerih metodologijo je razvila skupina raziskovalcev v okviru ICP-Forest, so temeljili predvsem na ocenjevanju osutosti, klorotičnosti in nekrotičnosti listov/iglic (več podrobnosti glej KOVAČ 1997 in BOGATAJ 1997). V Sloveniji so jih dopolnili še s številnimi dodatnimi parametri, ki so se na nanašali na rastišče, opazovana drevesa in eventualne znane povzročitelje poškodovanosti drevja. Zabeležili in ocenjevali so poškodbe, ki so nastale zaradi gozdarske dejavnosti, divjadi, povzročiteljev bolezni in škodljivcev. Za oceno stanja ozračja, onesnaženosti oz. čistoče, so vključili popisovanje stanja epifitskih lišajev. Na

takšen način je bila slovenska metoda popisa propadanja gozdov dejansko eden izmed boljših pristopov k razvoju celostnega monitoringa stanja gozdov. Že ob razvoju metode, še bolj pa kasneje, je bilo jasno, da je popis propadanja gozdov le groba ocenitev stanja gozdov, ki ob primerni izvedbi lahko zagotavlja spremljanje trendov, ne more pa dati podatkov za vzročno -posledične analize stanja in ne navodil za ukrepe pri načrtovanju in gojenju gozdov oz. za ukrepe na višji ravni, za nadaljni razvoj posameznih gospodarskih panog, rabo pokrajine in omejevanje onesnaževanja ozračja. Zato so bile opravljene številne analize popisov propadanja gozdov, s katerimi so ugotavljali povezanost stopnje ogroženosti/propadanja od rastiščnih dejavnikov in drugih opazovanih in ocenjenih parametrov (ŠOLAR 1989, BELEC 1992, GOLOB 1991, GOLOB 1995). Redkejšje raziskave so pri analizi podatkov popisov propadanja uporabile na istem območju zbrane podatke iz klasičnih gozdarskih inventur in gozdnogojitvenih načrtov (HOČEVAR / HLADNIK 1988). Popis propadanja gozdov in z njim povezane aktivnosti je v tem času vodil in organiziral v sodelovanju z gozdnimi gospodarstvi Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije. Finančno sta projekt podprli Ministrstvo za znanost in tehnologijo in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, manjši del so prispevali tudi večji onesnaževalci (Elektro gospodarstvo Slovenije, Termoelektrarna Šoštanj, Trbovlje, itd.). Na Oddelku za gozdarstvo BF, ki je sicer sodeloval tudi pri razvoju terestrične metode, so razvili tudi metodo daljinskega zaznavanja propadanja gozdov, ki je temeljila na osnovi aerofotogrametrije (HOČEVAR / HLADNIK 1988). Manjše raziskave, ki so obravnavale posebej izbrana območja so skušale povezati obe metodi za natančno prostorsko analizo in interpretacijo zatečenega stanja gozdov in okolja (KOVAC 1991). Rezultati analiz propadanja gozdov in aktivnosti, ki so že prej potekale na področju preučevanja vplivov onesnaževanja okolja na gozdove, in tudi dogajanja v širšem evropskem in svetovnem merilu so hkrati in po vzpostavitvi popisov vzpodbudili številne druge raziskave v gozdarstvu. Poskušale so razložiti vzroke in delne procese, ki lahko vodijo v propadanje gozdov. Tu moramo zlasti omeniti razvoj bioindikacijskih metod, ki na nižjih ravneh, kot je poškodovanost drevja, kažejo učinke vplivov onesnaženega zraka (ARNDT / TREMP 1994). Pri analizi stanja dreves je to predvsem analiza vsebnosti žvepla v smrekovih iglicah. K uporabi te metode je vodilo dejstvo, da so bile žveplove spojine, predvsem žveplov dioksid, glavni onesnaževalec zraka v

Sloveniji (HRČEK 1986). Zato so na Inštitutu za gozdno in lesno gospodarstvo začeli analizirati žveplo v iglicah smreke v okolici večjih emisijskih centrov (ŠOLAR 1986). Rezultati so služili za boljšo interpretacijo stanja gozdov, kasneje pa tudi v odškodninskih zadevah. Po uvedbi metode popisa propadanja gozdov I. 1985 je bila analiza vzorčenja smrekovih iglic uvedena kot stalna bioindikacijska metoda na 16 x 16 km mreži in poteka še danes (KALAN 1989, 1991, KALAN *et al.* 1995). To metodo so intenzivneje uporabili na zgoščenih mrežah okrog večjih emisijskih centrov, kjer so opravili tudi zgoščene popise propadanja gozdov. Na rastiščni ravni je bila iz istih razlogov vpeljana metoda bioindikacije onesnaženosti ozračja z epifitskimi lišaji, ki je sestavni del popisa še danes (BATIČ / KRALJ 1987, BATIČ 1991, BATIČ / KRALJ 1996). Ker žveplov dioksid ni edini polutant in ker metoda analize vsebnosti žvepla odraža le akumulacijo žveplovih spojin v drevju, ne pove pa dosti o procesih propadanja niti ni zadostna za ocenitev vitalnosti drevja, so se kmalu začela prizadevanja za razvoj metod, katerih uporaba bi pojasnila vzroke propadanja, procese na ravni celic, tkiv, organov in drevja ter tudi procese na rastišču. Za ocenitev stanja dreves so uporabili metodo analize motenj mitoz v rastnih vršičkih korenin, imenovano v tem času citogenetska bioindikacija (DRUŠKOVIČ 1986, 1988). Rezultati te metode so bili alarmantni, vendar je zaradi problemov s standardizacijo vzorčenja in analiznih postopkov izgubila sicer svojo veliko izvirno in dejansko pomembnost. Tudi to metoda uporabljajo še danes, vendar ne v širokem obsegu, z dopolnitvami pa jo razvijajo tudi v sosednji Avstriji (MÜLLER *et al.* 1991). Za analize vzrokov propadanja, oceno vitalnosti in pojasnitve dogajanj na posameznih stopnjah procesa propadanja gozdnega drevja so predvsem na smreki uporabili številne biokemijske in fiziološke metode, ki temeljijo na analizi fotosintetskih pigmentov (BATIČ / KRALJ 1990, RIBARIČ- LASNIK 1991, 1996), nekaterih zaščitnih snovi v celicah (askorbinska kislina, tioli, prolin), analizi intaktnosti celičnih membran (analiza prevodnosti, iztok kalija), aktivnosti encima peroksidaze (RIBARIČ- LASNIK 1996), preskrbljenosti listov/ iglic z makroelementi, kot so S, N, P, Ca, K, Mg (SIMONČIČ 1992, 1995, 1996), in hormonskega stanja gozdnega drevja (KRAIGHER 1994). Vse te raziskave so izvedljive le v manjšem obsegu in potekajo v posebej zastavljenih raziskavah na izbranih raziskovalnih ploskvah v močno onesnaženih ali kako drugače izbranih gozdnih sestojih (Zavodnje, Pokljuka, Mošenik pri Kočevski Reki, Krakovski gozd itd.). V povezavi z zgoraj

naštetimi so se povečale in razširile raziskave gozdnih tal (SUŠIN / KALAN 1979, KALAN *et al.* 1995) in začele raziskave mikorize (KRAIGHER 1994, KRAIGHER *et al.* 1995), ki pojasnjujejo dogajanje v gozdnih tleh in s tem rastne razmere za gozdno drevje. Svojevrsten višek v razvoju zgoraj naštetih raziskav so predstavljale aktivnosti v okviru programa TEMPUS, v katerem je bilo težišče na razvoju različnih metod bioindikacije pri preučevanju vzrokov in procesov v propadanju gozdov (KRAIGHER *et al.* 1995). Slovenski raziskovalci, predvsem diplomanti, magistranti in doktoranti so se v okviru tega projekta lahko izpopolnjevali v metodah bioindikacije s področij lihenologije, mikologije, mikorize, fiziologije rastlin in predvsem fiziologije stresa, ki v Sloveniji še niso bile dovolj razvite. To sodelovanje je potekalo najintenzivnejše med Gozdarskim inštitutom Slovenije in Biotehniško fakulteto na eni strani ter univerzami v Gradcu (Karl-Franzens Universität), Münchnu (Ludwig-Maximilian Universität) in Cambridgu (University of Cambridge). Omeniti moramo, da je še pred tem preučevanje propadanja gozdov v Sloveniji znantno finančno in ne samo strokovno podprla tudi Republika Avstrija in tako v obdobju velikih sprememb v slovenskem gozdarstvu dejansko omogočila kontinuiteto obstajanja inštituta. Sodelovanje je potekalo najintenzivnejše z ustanovami kot so FBVA, BOKU, Karl-Franzens Universität Graz in traja na številnih področjih še danes (GOLOB /ed./ 1991, BATIČ *et al.* 1993).

Kot je razvidno iz zgoraj naštetega, se je v preučevanje propadanja gozdov v Sloveniji sorazmerno manj vključila raziskovalna skupina z Oddelka za gozdarstvo BF. To je bilo in je še posledica tradicionalne in ne najbolj posrečene delitve dela med obema inštitucijama. Zaradi tega je manj raziskav, če odštejemo tiste pred letom 1985, ki obravnavajo propadanje gozdov v povezavi s klasičnimi gozdarskimi panogami, kot so gojenje in izkoriščanje gozdov, načrtovanje, fitocenologija, genetika, varstvo gozdov in gozdna tehnika. Pa še s teh področij so bile raziskave, ki obravnavajo propadanje gozdov na področju fitocenologije (SMOLE 1990, SMOLE / KUTNAR 1995) in gozdne tehnike (ROBEK / MEDVED 1997) do nedavnega v večini vodene in tudi izpeljane preko Inštituta v sodelovanju z operativo. V skladu s to delitvijo je bila večina prirastoslovnih raziskav v povezavi s propadanjem gozdov opravljena na oddelku (KOLAR 1989, FERLIN 1990, LEVANIČ 1993, KOTAR / KOLAR 1996) in velika

škoda je, da tovrstnih raziskav ni v redkih do sedaj opravljenih, sicer interdisciplinarno zastavljenih raziskavah. Izjema pri tem so raziskave na vplivnem območju termoelektrarne Šoštanj, za katere lahko rečemo, da obsegajo skoraj vsa področja, potekajo relativno dovolj dolgo in so ustrezno povezane. Vzrok je nedvomno v finančnih sredstvih, ki so na voljo. Pri pregledu raziskovalcev, ki se ukvarjajo s propadanjem gozdov v Sloveniji je treba še posebej omeniti raziskovalno skupino na Katedri za tehnologijo lesa BF, ki se je v preučevanje sušenja gozdnega drevja vključila že pri raziskavah sušenja jelke (TORELLI *et al.* 1986) v odvisnosti od rastišča in antropogenih vplivov. Težišče njihovih raziskav je bilo preučevanje tvorbe lesa v zdravih in poškodovanih drevesih in pojav nekaterih patoloških sprememb v lesu kot so "mokro srce" pri jelki in nastanek sluznih celic v živi skorji kot notranji znak stresne reakcije drevja. Na osnovi teh raziskav je skupina prispevala pomembne podatke za zavračanje virusne hipoteze umiranja jelke (TORELLI *et al.* 1992). Kasneje je skupina v sodelovanju z ameriški raziskovalci (W.Shortle, USDA Forest Service, NE Experiment Station, Durham) razvila metodo za merjenje električne upornosti živih tkiv za določanje vitalnosti drevja in njegovih preživetvenih izgledov, si v neugodnih razmerah onesnaženega okolja ali pa v zdravem, dinamično razvijajočem se gozdu (TORELLI / KRIŽAJ 1991, KRIŽAJ / ŠTUPAR 1996, TORELLI *et al.* 1996, ČUFAR 1997). Bioelektrične meritve upornosti kambijeve cone so postale tako ena izmed priznanih metod za ugotavljanje vitalnosti gozdnega drevja. Skupina se poleg z naštetim še intenzivno ukvarja z raziskavami reakcije sekundarne skorje in lesa na ranitve in v zvezi s tem preučuje in dopolnjuje modelni koncept CODIT, t.j. nastanek in razvoj omejitvenih prepek v skorji in lesu zaradi mehanskih poškodovanj (OVEN 1993).

Iz naštetega je razvidno, da se je intenzivnejše preučevanje propadanja gozdov v Sloveniji začelo približno v istem obdobju kot v Srednji Evropi, to je po l. 1985, ko so hudim zimam in sušnim poletjem sledila velikopovršinska in močna sušenja smreke, predvsem na območjih z velikim onesnaženjem ozračja. V Sloveniji so bili to predvsem vplivno območje termoelektrarne Šoštanj in ostali znani emisijski centri (Koroška, Zasavje, okolica Celja). Kot je l. 1986 pravilno ugotovil Šolar (1986), je šlo v teh primerih v bistvu za nadaljevanje "emisijske klasike", kajti povzročitelji so bili znani. Če bi temu prišteli še dejstvo, da je bilo sušenje



najintenzivnejše na območjih z umetno vneseno smreko, bi o "pravem umiranju gozdov", kjer vzrok ni bil natančno znan, težko govorili. Po zgledu in interpretaciji razmer v Avstriji, Nemčiji, Češki in nekaterih drugih evropskih državah, je tudi pri nas prevladalo prepričanje, da je vzrok novodobnemu propadanju, imenovanemu tudi umiranje gozdov, onesnaženje zraka. V začetni fazi je bila večina raziskav usmerjena na to področje, kajti vpliv onesnaženega zraka je bilo potrebno tudi dokazati. Rezultati raziskav so hipotezo potrdili v nekaterih primerih, ne pa tudi v celoti. Sušenje hrastov, ki se je pojavilo pri nas kasneje, je v številnih primerih nakazovalo, da ne gre samo za vpliv onesnaženega zraka, ampak za vpliv klimatskih sprememb in antropogene vplive, kot so sprememba vodnega režima v nižinah, drobitev gozdnih površin s kmetijsko obdelavo in gradnjo infrastrukture ( fragmentacija) in velikimi vnosi dušikovih, žveplovih in drugih spojin zaradi kmetijske dejavnosti, prometa, pridobivanja energije itd.(evtrofikacija) v gozdne sestoje v gričevnatem pasu. Tem vzrokom za sušenje hrastov bi lahko dodali še gradacije škodljivcev in bolezni, ki so jih po vsej verjetnosti lahko povzročili ali vsaj pospešili človekovi vplivi. Čeprav se je preučevanje procesa sušenja hrastov začelo s standardnimi popisi poškodovanosti, je bila raziskava že od začetka zasnovana ekosistemsko. Postavili so trajne raziskovalne ploskve, na katerih je bil popis le izhodišče, sicer pa je bila raziskava zasnovana celostno, upoštevajoč vse elemente ekosistema. Raziskava je potekala v sodelovanju z Avstrijo, v okviru preučevanja propadanja hrastov v podonavskih deželah, vendar so jo kasneje zaradi premajhnega financiranja skrčili in je v planu nadaljnjih ekosistemskih raziskav v slovenskih gozdovih.

Popis propadanja gozdov, ki je bil zasnovan kot posebna dejavnost slovenskega gozdarstva za preučevanje obsega in stopnje poškodovanosti gozdov, je tako vzpodbudil številne ekosistemsko orientirane raziskave. Popis sam, ki ga še vedno izvajamo pa postaja vse bolj "gozdarski", s čimer mislim na spremljanje prirastka, ki ga sprva v okviru popisa zaradi nekaterih pomankljivosti metode nismo sledili. Morda je tudi v tem pomen in vrednost te aktivnosti, kajti zagotavlja velikopovršinsko inventuro gozdov v časovnih presledkih, ki spremlja zdravstveno stanje in gibanje lesnih zalog, kar je tudi eden izmed stalnih ciljev gozdarske stroke.

### 3 POGLED NA PROPADANJE GOZDOV DANES

In kakšen je pogled na proces propadanja gozdov v svetu danes? Obdobju začetka osemdesetih let, ko so predvsem nekateri nemški raziskovalci videli že skorajšnji kolaps gozdnega ekosistema in ko je bil kot glavni krivec proglašen onesnažen zrak, ki naj bi uničeval gozdove direktno (SCHÜTT 1984) ali posredno skozi spremembe gozdnih tal (ULRICH 1983) oziroma preko motenj v mineralni prehranjenosti drevja (HÜTTL / MÜLLER-DOMBOIS (Eds.) 1993), je že na srečanju evropskih in ameriških raziskovalcev na kongresu v Friedrichshafnu (Internationaler Kongress Waldschadenforschung: Wissenstand und Perspektiven, Friedrichshafen am Bodensee, Bundesrepublik Deutschland, 2.- 6. October 1989) postalo jasno, da je onesnaženje zraka in tal le eden izmed dejavnikov, ki povzročajo propadanje gozdov. Postavili so teorijo takoimenovanega multiplega stresa (ANNONYMUS 1988, COWLING *et all.* 1989, FÜHRER 1994) po kateri k propadanju gozdov pripeva več naravnih in antropogenih dejavnikov in od njihove kombinacije, ki se v času in prostoru izredno spreminja, je odvisno, kateri prevlada in tudi določa stanje gozdnega ekosistema. Kot pravilna ali vsaj deloma pravilna so se izkazala svarilna mnenja raziskovalcev propadanja gozdov, ki se že v začetku niso strinjali z razlagami, da je onesnaženje okolja edini krivec za porazno zdravstveno stanje gozdov v Evropi in deloma v Severni Ameriki. Na ameriškem kontinetu je bil ekosistemski pristop že od začetka bolj prisoten (ANNONYMUS 1988) in enostranskih trditev o vlogi onesnaženega zraka kot splošnega krivca za stanje gozdov je bilo manj. Tako v Evropi kot v Severni Ameriki je postalo jasno, da proces propadanja gozdov ni samo proces, ampak gre za množico krajevno zelo različnih pojavov v različnih gozdnih ekosistemih, ki se razlikujejo po naravnih danostih in vplivih človeka. Zato enostavno posploševanje ni mogoče, propadanje je treba raziskati od primera do primera. V Srednji Evropi je bil pri raziskovanju pojava daleč podcenjen negativni vpliv rabe gozdov v preteklosti in gozdarske prakse, ko so naravne mešane gozdove spremenili v bolj ali manj zasmrečene gozdove. Čeprav je vpliv onesnaženega zraka pogosto prevladal v učinkih v krošnjah in ponekod v tleh (deli bivše Vzhodne Nemčije, Češke in Poljske), kažejo nekatere podrobne ekosistemске raziskave iz Češke (KLIMO / MARŠÁLEK (eds.) 1992), da je bila sprememba sestave gozdov enako usodna kot onesnaženje zraka, vsaj kar zadeva lastnosti tal. Rezultati preučevanja propadanja gozdov v Franciji

(LANDMANN / BONNEAU (Eds.) 1995) potrjujejo isto. Zelo dragi projekti, zastavljeni po Evropi z namenom preučevati vplive širjenja onesnaženega zraka na velike razdalje, so dali podobne rezultate. Nedvomno pa se je izkazalo, da je vloga onesnaževanja zraka pri novodobnem propadanju gozdov velika.

#### **4 POMEN PREUČEVANJA PROPADANJA GOZDOV**

Pomen preučevanja propadanja gozdov je poleg v prispevku k poznavanju zgradbe in delovanja gozdnih ekosistemov tudi v tem, da so te raziskave zelo jasno pokazale na povezanost različnih sicer navidezno ločenih dejavnosti človeka kot so kmetijstvo, gozdarstvo, industrija, promet, gradnja naselij in infrastrukture, torej na probleme onesnaževanja okolja nasploh v povezavi z rabo prostora in ohranjanjem raznolikosti življenja na Zemlji. Ponovno je postalo jasno, da človeštvo narave ne more obvladati, ampak jo mora znati upoštevati in posnemati. Enostranski razvoj industrije, prometa in urbanizacije so usodno vplivali na stanje gozdov, čeprav navidezno brez nesposredne povezave. Umetna ločitev kmetijstva in gozdarstva kot dveh popolnoma različnih panog oz. prevlada kmetijske prakse se je pokazala kot neprimerna.

V Sloveniji kot izrazito gozdni deželi, kjer gozdovi pokrivajo več kot polovico ozemlja, kjer njihov delež še narašča in kjer je v praksi že vsaj petdeset let sonaravni koncept gozdarstva, so se s pojavom propadanja gozdov v osemdesetih letih tudi razblinili določeni miti. Izkazalo se je, da sonaraven koncept gozdarjenja ne more ohraniti gozdov, če jih industrija, promet in druge dejavnosti uničujejo. Gozdarstvo torej ne more biti samozadostna panoga, ampak se mora bolje vključevati v celovit gospodarski razvoj države in dobiti pomembnejšo vlogo pri odločitvah v zvezi s prostorskim planiranjem in rabo pokrajine. Da mu to v preteklosti ni uspelo, kaže razmah krajinarstva v zadnjih letih, pa čeprav ima gozdarstvo v tem več trdnih osnov. Slaba povezanost gozdarstva s kmetijstvom, vodarstvom in urbanističnimi dejavnostimi predvsem pri reševanju problemov v nižinah in gričevnatem, pretežno poseljenem svetu ne zagotavlja ohranjanja gozdov. Sonaraven koncept gospodarjenja z gozdovi in holističen pogled na gozdni ekosistem ne moreta nadomestiti prispevka nekaterih ved v gozdarstvu, ki na osnovi podrobne analize zgradbe in delovanja gozdnega

ekosistema prispevajo podatke o njem. S tem mislim predvsem na naravoslovne osnove gozdarstva kot so pedologija, klimatologija, gozdna hidrologija, fitopatologija, fiziologija gozdnega drevja oz. gozdna biologija. Žal se je v preteklem obdobju sonaravni koncept naslanjal preveč ali zgolj samo na fitocenologijo, ki je sicer idealno orodje bioindikacije stanja v gozdnem ekosistemu, ne dopušča pa merjenja vplivov, meritev vnosov snovi v sistem in prav tako ne more razložiti procesov, ki se dogajajo v drevju oz. med elementi gozdnega ekosistema. Prav aktivnosti, povezane s propadanjem gozdov, so omogočile razvoj nekaterih zgoraj omenjenih deficitarnih področij in vzgojo novih kadrov. Slovenija je majhna dežela z omejenimi gmojnimi in kadrovskimi potenciali. Nepovezanost v stroki in med sorodnimi strokami je zato še toliko bolj nevarna. V gozdarstvu, kjer je raziskovalne infrastrukture še manj kot na drugih področjih, je nesodelovanje med inštitucijami še bolj boleče. Če temu dodamo še zapiranje raziskovalcev v posamezna raziskovalna polja in splošno zmanjševanje sredstev za raziskave, položaj v Sloveniji ni ugoden.

## **5 IN KAKO NAPREJ?**

Propadanje gozdov je proces, ki še traja. Dokončnih odgovorov na vprašanja, ki jih zastavlja ta pojav, še ni. Zaradi tega je nujna vzpostavitev dolgoročnejših, ekosistemsko zasnovanih raziskav. Poleg vzdrževanja in dopolnjevanja obstoječe raziskovalne infrastrukture (Oddelek za gozdarstvo BF, Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za lesarstvo BF, Zavod za gozdove Slovenije) je za celovite gozdarske raziskave potrebno postaviti oz. opremiti raziskovalne objekte v za Slovenijo značilnih gozdnih ekosistemih in izvajati dolgoročne, interdisciplinarno zasnovane ekosistemske raziskave, v katerih bodo sodelovali vsi segmenti gozdarstva in potrebnih spremljajočih ved. Na tej poti je že sedaj več prizadevanj. Ploskve bi bilo potrebno vključiti v mednarodno raziskovalno mrežo in tudi na takšen način predstaviti mednarodno prednost našega gozdarstva, o kateri nekateri veliko govorijo. Predvsem je potrebno nadaljevati stalno strokovno spopolnjevanje gozdarjev in zagotoviti njihovo udeležbo pa tudi sodelovanje študentov v raziskovalnem delu.

Prispevek predstavlja izredno kratek in okrnjen pregled aktivnosti, povezanih s

preučevanjem propadanja gozdov v Sloveniji. Nemogoče je bilo omeniti vsa dela, vse avtorje in vse sodelujoče inštitucije. Zato je to osebni pogled avtorja kot sodelavca na Gozdarskem inštitutu Slovenije in kot učitelja botanike in ekologije rastlin na Biotehnični fakulteti.

## 6 VIRI

- ANNONYMUS, 1972. Zelena knjiga o ogroženosti okolja v Sloveniji. Prirodoslovno društvo Slovenije, Ljubljana.
- ANNONYMUS, 1988. Proceedings of the US/FRG Research Symposium: Effects of atmospheric pollutants on the spruce.fir forests of the Eastern United States and the Federal Republic of Germany, UDA, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, General Technical Report NE-120, UEPA, s. 542.
- ARNDT, U. / TREMP, H., 1994. Ein Vorschlag für ein Bioindikatives Konzept zur Überwachung von Waldökosystem.- V: Forstliche Schriftenreihe, Universität für Bodenkultur Wien. Band 7: Zustandsdiagnose und Sanierungskonzepte für belastete Waldstandorte in der Bömischen Masse. Ergebnisse einer FIW-Fallstudie s. 11-28.
- BATIČ, F., 1984. Ugotavljanje onesnaženosti zraka s pomočjo epifitskih lišajev in lišajska karta Slovenije kot rezultat dela.- V: Raziskovanje onesnaženosti zraka v Sloveniji 2. Dosedanje delo in navodila za naprej. Prirodoslovno društvo Slovenije, Ljubljana, s. 20-26.
- BATIČ, F. / MARTINČIČ, A., 1982. Vplivi fluoridov iz tovarne glinice in aluminija na epifitsko floro lišajev.- Biološki vestnik, 30/2, s. 1-22.
- BATIČ, F. / KRALJ, T., 1990. Bioindikacija onesnaženosti zraka na temelju analize fotosintetskih barvil v iglicah smreke.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 36, s. 79-106.
- BATIČ, F., 1991. Bioindikacija onesnaženosti zraka z epifitskimi lišaji.- GV, 5, s. 248-254.
- BATIČ, F. / GRILL, D. / MAYRHOFER, H., 1993. Bioindikation in belasteten und unbelasteten Gebieten.- Final report for the project GZ 45.224/2-276/91. Karl-Franzens Universität Graz, Graz, Austria, s. 74 + appendix.
- BATIČ, F. / KRALJ, A., 1996. Epiphytic lichen vegetation as a biomonitoring

system in forest decline studies in Slovenia.- V: Exceedance of critical loads and levels (KNOFLACHER, M., SCHNEIDER, J. / SOJA, G. eds.), Umweltbundesamt, Wien, Tagungsberichte/Conference Papers BD. 15/ Vol.15 s.344-353.

- BATIČ, F. / GOMIŠČEK, B. / KRAIGHER, H. / SIMONČIČ, P. / SINKOVIČ, T. / ŠOLAR, M., 1996. Evaluation of stress impact on Norway spruce in forest decline research within Triglav National Park, Julian Alps, Slovenia.- V: Stress factors and air pollution. 17th International Meeting for Specialists in Air Pollution Effects on Forest Ecosystems, Firenze, September 14-19, 1996, Book of Abstracts, s. 156.
- BELEC, Z., 1992. Vrednotenje metode popisa propadanja gozdov na nekaterih rastiščih mariborskega gozdnogopodarskega območja.- Magistrska naloga. Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za agronomijo, s. 119.
- BIZJAK, B., 1980. Vpliv SO<sub>2</sub> iz termoelektrarne Trbovlje na rast lesnatih rastlin.- Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, VTOZD za biologijo, s. 42 + priloge.
- BOGATAJ, N., 1997. Propadanje gozdov v Sloveniji - stanje v letu 1995 in spremembe v obdobju 1985-1995.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 52, s. 53-92.
- BRINAR, M., 1964. Življenska kriza jelke na slovenskem ozemlju v zvezi s klimatičnimi fluktuacijami.- GV, 5-6, s. 97-144.
- BRINAR, M., 1974. Propadanje jelke v zadnjem desetletju s posebnim ozirom na ekološke razmere in fluktuacijo klime.- GV, 1, s. 1-17.
- COWLING, E. B. / LANDMANN, G. / SCHLEPFER, R. / UNSWORTH, M. H., 1989. Berichte der Rapporter. Internationaler Kongress Waldschadenforschung: Wissenstand und Perspektiven, Friedrichshafen am Bodensee, Bundesrepublik Deutschland, 2.-6. October 1989. Vorträge Band II, s. 935-967.
- ČUFAR, K., 1997. Silver fir (*Abies alba* Mill.) decline in Slovenia: A review of the investigations carried out by the chair of wood science.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 52, s. 165-186.
- DRUŠKOVIČ, B., 1984. Uticaj zagađenosti sredine na genetske promene u buljnim populacijama.- Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Novi Sad, s. 284.
- DRUŠKOVIČ, B., 1986. Vpliv onesnaževalcev na genetski material pri rastlinah in

- možnost citogenetske bioindikacije.- V: Gozd in okolje - FOREN 86, Jugoslovansko posvetovanje, Ljubljana, 14.- 15. 5. 1986. ZKK/Beograd, RKKGP/Ljubljana, s. 224-228.
- FERLIN, F., 1990. Vpliv onesnaževanja ozračja na rastno obnašanje in rastno zmogljivost odraslih smrekovih sestojev.- Mag. delo, VTOZD za gozdarstvo, BF, Univerza v Ljubljani, s. 142.
- FÜHRER, E., 1994. Forschungsinitiativen gegen das Waldsterben. Programm FIW II: Von der Waldschadensforschung zur Waldökosystem-Sanierungsforschungs.- V: Forstliche Schriftenreihe, Universität für Bodenkultur Wien. Band 7: Zustandsdiagnose und Sanierungskonzepte für belastete Waldstandorte in der Bömischen Masse. Ergebnisse einer FIW-Fallstudie, s. 1-10.
- GOLOB, S., (Ed.) 1991. Forschung der Waldökosysteme und der Forstlichen Umwelt. Bericht über die Forschungszusammenarbeit Slowenien - Österreich 1990.- Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Ljubljana, s. 239.
- GOLOB, S., 1991. Poškodovanost gozdov v slovenskih krajinskih in sestojnih tipih.- V: Prostorsko preučevanje in spremljanje pustošenja in propadanja gozdov ter spreminjanja namembnosti gozdnega prostora. IGLG, Ljubljana, s. 213.
- HOČEVAR, M. / HLADNIK, D., 1988. Integralna foto-terestrična inventura kot osnova za smotrno odločanje in gospodarjenje z gozdom.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 31, s. 93-120.
- HRČEK, D., 1986. Stanje onesnaženosti zraka v Sloveniji.- V: Gozd in okolje - FOREN 86, Jugoslovansko posvetovanje, Ljubljana, 14. - 15. 5. 1986. ZKK/Beograd, RKKGP/Ljubljana, s. 99-114.
- HÜTTL, R. F. / MÜLLER-DOMBOIS, D., (eds.) 1993. Forest Decline in the Atlantic and Pacific Regions.- Springer Verlag, s. 366.
- JURC, D. / BOGATAJ, N., 1994. Preučevanje propadanja gozdov in sprememb v ekosistemih v Sloveniji.- V: Varstvo zraka. Stanje in ukrepi za izboljšanje stanja v Sloveniji, Bled, 28. - 30. 3. 1994, Zavod za tehnično izobraževanje, Ljubljana, s. 10/1-10/8.
- KALAN, J., 1989. Obremenjenost slovenskih gozdov z žveplom.- Zbornik gozdarstva in lesarstva 34, s. 99-120.
- KALAN, J., 1991. Imisija žvepla leta 1990 na točkah 16 x 16 km bioindikacijske

- mreže Slovenije.- GV, 5, s. 240-247.
- KALAN, J. / KALAN, P. / SIMONČIČ, P., 1995. Bioindikacija onesnaženosti gozdov z žveplom na podlagi vsebnosti žvepla v asimilacijskih delih gozdnega drevja.- Zbornika gozdarstva in lesarstva 47, s. 85-116.
- KERT, B., 1971. Vplivi SO<sub>2</sub> na rastlinski svet nad topilnico svinca v Žerjavu.- Diplomaska naloga. Univerza v Ljubljani, VTOZD za biologijo, s. 43.
- KLIMO, E. / MARŠÁLEK, J.,(eds.) 1992. Manmade spruce ecosystem. Report from project Rájec.- University of Agriculture, Faculty of Forestry, Institute of Forest Ecology, Brno, ČSFR, s. 178.
- KOLAR, I., 1989. Umiranje smreke v gozdovih Šaleške doline.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 34, s. 121-198.
- KOVAČ, M., 1991. Zasnova prostorskega informacijskega sistema za spremljanje stanja in gospodarjenja z gozdno pokrajino - primer na velikoprostorski ravni.- Magistrska naloga. Univerza v Ljubljani, Oddelek za gozdarstvo, s. 152 + priloge.
- KOVAČ, M., 1997. Dodedanji koncept popisa propadanja gozdov in razvoj celostnega ekološkega monitoringa.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 52, s. 23-52.
- KOTAR, M. / KOLAR, I., 1996. Vpliv emisij termoelektrarne Šoštanj na smrekove gozdove v Šaleški dolini.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 48, s. 77-134.
- KRAIGHER, H., 1994. Citokini in tipi ektomikorize pri sadikah smreke (*Picea abies* /L./Karsten.) kot kazalci onesnaženosti gozdnih rastišč.- Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, s. 156.
- KRAIGHER, H. / BATIČ, F. / HANKE, D. E. / AGERER, R. / GRILL, D., (Eds.) 1995. Bioindication of Forest Site Pollution: Development of Methodology and Training.- In: Proceeding of the international colloquium, TEMPUS M-JEP 04667, Gozdarski inštitut Slovenije in Oddelek za agronomijo BF, Ljubljana, s. 336.
- KRIŽAJ, B. / ŠTUPAR, J., 1996. Potassium content in living bark, cambium and wood in relation to electrical resistance and tree condition in silver fir (*Abies alba* Mill.).- Phytion (Horn, Austria), Vol.36, Fasc. 3, s. 39-40.
- LANDMANN, G. / BONNEAU, (Eds.) 1995. Forest Decline and Atmospheric Deposition Effects in the French Mountains.- Springer, s. 461.



- LEVANIČ, T., 1993. Vplivi melioracij na debelinsko rast in prirastek črne jelše, ozkolistnega jesena in doba v Prekmurju.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 42, s. 7-65.
- MLINŠEK, D., 1964. Sušenje jelke v Sloveniji - prvi izsledki.- GV, 5-6, s.145-159.
- MÜLLER, M. / GUTTENBERGER, H. / GRILL, D. / DRUŠKOVIČ, B. / PARADIŽ, J., 1991. A cytogenetic method for examining the vitality of spruces.- Phytion (Horn, Austria), 31 s. 143-155.
- OVEN, P., 1993. Anatomija skorje in njen odziv na mehanska poškodovanja pri zdravih in prizadetih jelkah (*Abies alba* Mill.).- Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, Oddelek za lesarstvo BF, s. 97.
- REFUESS, K. E., 1983. Walderkrankungen und Immissionen - eine Zwischenbilanz.- AFZ, 38, s. 601-610.
- RIBARIČ-LASNIK, C., 1991. Ekofiziološke lastnosti smreke (*Picea abies*/L./ Karst.) na vplivnem območju termoelektrarne Šoštanj.- Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za biologijo, s. 126.
- RIBARIČ- LASNIK, C., 1996. Ugotavljanje stra pri smreki (*Picea abies* /L./ Karst.) na osnovi biokemijske analize iglic na vplivnem območju Termoelektrarne Šoštanj.- Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za biologijo, s. 179.
- ROBEK, R. / MEDVED, M., 1997. Poškodbe drevja zaradi izvajanja gozdarskih del v popisih propadanja gozdov v Sloveniji.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 52, s. 119-136.
- SCHÜTT, P., 1984. Der Wald stirbt an Streb. Bertelsmann, München.
- SIMONČIČ, P., 1992. Razmere mineralne prehrane za smreko na distričnih rjavih tleh na tonalitu na vplivnem območju TE Šoštanj.- Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelk za agronomijo. s. 134.
- SIMONČIČ, P., 1995. Preskrbljenost gozdnega drevja z mineralnimi hranili na 16 km x 16 km biondikacijski mreži.- Zbornik gozdarstva in lesarstva 47, s. 117-130.
- SIMONČIČ, P., 1996. Odziv gozdnega ekosistema na vplive kislih odložin s poudarkom na preučevanju prehranskih razmer za smreko (*Picea abies* /L./ Karst.) in bukev (*Fagus sylvatica* L.) na vplivnem območju TE Šoštanj.- Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo, s. 156.

- SUŠIN, J. / KALAN, J., 1979. Onečiščenje tal z žveplom v bližini tovarn.- Zbornik gozdarstva in lesarstva 17/2, s. 457-465.
- SMOLE, I., 1990. O vplivu onesnaženega zraka na pritalno vegetacijo v gozdu.- Zbornik gozdarstva in lesarstva 35 s. 29-44.
- ŠOLAR, M., 1977. Poškodbe gozdov vsled onesnaženja zraka.- Elaborat št.118, Ljubljana, IGLG, s. 1-7.
- ŠOLAR, M. *et all.*, 1986. Onesnaževanje zraka in propadanje gozdov v Sloveniji.- V: Gozd in okolje - FOREN 86, Jugoslovansko posvetovanje, Ljubljana, 14. - 15. 5. 1986. ZKK/Beograd, RKKGP/Ljubljana, s. 57-84.
- ŠOLAR, M., 1989. Poškodbe gozdov - slovenske posebnosti.- Zbornik gozdarstva in lesarstva, 34, s. 71-97.
- ŠOLAR, M., 1991. Popis poškodovanosti gozdov v Sloveniji leta 1990.- GV 5, s. 234-239.
- TORELLI, N. / ČUFAR, K. / ROBIČ, D., 1986. Some wood anatomical, physiological, and silvicultural aspects of silver fir dieback in Slovenia (NW Yugoslavia).- IAWA Bulletin n.s. Vol.7 (4), s.343-350.
- TORELLI, N. / KRIŽAJ, B., 1991. Bioelektrična določitev kondicije navadne jelke (*Abies alba* Mill.) in prognoziranje preživetja v območjih z zračno polucijo.- Biol. Vestnik, 39, s. 49-62.
- TORELLI, N. / ČUFAR, K. / OVEN, P., 1996. Bioelectrical characterisation of tree conditions and slime cells in the bark as possible symptoms of silver fir decline.- Phytion (Horn, Austria), Vol.36 (3), s. 35-38.
- TORELLI, N. / OVEN, P. / ZUPANČIČ, M. / KRIŽAJ, B. / ČUFAR, K., 1992. Schleimzellen in der Rinde und traumatische Harz kanäle sterbender Tannen.- Holz als Roh-und Werkstoff, s. 50.
- ULRICH, B., 1983. Stabilität von Waldökosystemen unter dem Einflub des "sauren Regens". AFZ, 38, s. 670-677.