

Prilog proučavanju uzroka i trendova propadanja šuma Supplement to the research on the causes and trends in forest dieback

Kauzlarić, Kazimir; Kružić, Nevja

Source / Izvornik: **Glasnik za šumske pokuse: Annales pro experimentis foresticis, 1990, 26, 307 - 317**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:277620>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-19**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



Kazimir
Kauzlarić



UDK 630*48

Pregledni članak

KAZIMIR KAUZLARIĆ & NEVIA KRUŽIĆ

PRILOG PROUČAVANJU UZROKA I TRENDOVA PROPADANJA ŠUMA

SUPPLEMENT TO THE RESEARCH ON THE
CAUSES AND TRENDS IN FOREST DIEBACK

Prispjelo 31. XII. 1988.

Prihvaćeno 7. VI. 1989.

Istraživanje uzroka propadanja šuma sedamdesetih godina svodilo se pretežno na parcijalna istraživanja pojedinih komponenata šumskog ekosistema, vezana za struku istraživača. Pri tome se pokušavalo da se interesantni fenomeni shvate po mogućnosti bez utjecaja »ometajućih« parametara, posljedicama isključenja iz razmatranja međusobnog utjecaja i reakcije raznih procesa. To je dovelo do toga da su pojedini istraživači bili daleko od razumijevanja procesa u ekosistemima i da nije bilo moguće ni utvrditi, a kamoli prognozirati reakcije ekosistema. Osamdesetih godina dolazi do kvalitetnih promjena. Propadanje šuma se sve više tretira kao kompleksan problem s bezbroj ekosistema koji se prožimaju i za čije su upoznavanje i prognoziranje potrebna interdisciplinarna istraživanja.

Ključne riječi: propadanje šuma, uzroci

UZRÓCI PROPADANJA ŠUMA – THE CAUSES OF FOREST DIEBACK

Uzlazni trend propadanja šuma započet prije dvadsetak godina intenzivirao je istraživački rad na proučavanju uzroka tog fenomena. Na tome je angažiran golem znanstveni potencijal. Kao rezultat parcijalnih, složenijih ili kompleksnih istraživanja pojavio se veći broj hipoteza, teorija, mišljenja, ekspertiza i stavova, koje možemo podijeliti u ove grupe:

ZAGAĐIVANJE ZRAKA – AIR POLLUTION

Terenska istraživanja i ispitivanja u komorama Instituta za tlo i biljnu ekologiju Sveučilišta u Hohenheimu pokazala su:

- da s povećanjem koncentracija SO_2 raste sadržaj S u iglicama smreke, da znatno pada sadržaj Mg i nešto manje sadržaj Ca i K (R e c h t e r s, Z e c h & U l r i c h),

- da je unos kiselina u tlo, potenciran znatnim utjecajem filtrirajućeg djelovanja četinjača, djelovao na ubrzano zakiseljavanje šumskog tla viših planinskih predjela s dosta magle, vjetrova i temperaturnih oscilacija, što je izazvalo ispiranja bazičnih hranljivih tvari Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ i Na^+ i mobilizaciju potencijalno toksičnih iona metala Mn^{2+} , Al^{3+} i Fe^{3+} . Osjetljivost tla na povišeni unos kiselina određuju biloški, geološki, klimatski i orografski faktori (T r o e d s s o n, U l r i c h),

- da je propadanje šuma intenzivirano abiotičkim stresnim faktorima koji su nastupili poslije sušnog perioda u kasno ljeto 1985. godine. Veće štete uočene su na područjima s visokim srednjogodišnjim koncentracijama ($0,06–0,07 \text{ mg/m}^3$) i pripisuju se zajedničkom djelovanju SO_2 i niskih temperatura (M i c h a e l & R a u f t). Crvenilo iglica povezuje se s infekcijom gljive *Rhizosphaera kalkhoffii* (O. C h i b a).

Istraživanja B. U l r i c h a iz Sveučilišta u Göttingenu pokazala su da su u tlu s visokom bazičnom prezasićenošću stabilizirane reakcije između hranljivih tvari, baza i kiselina u rastvoru tla. U kiselom tlu je mogućnost nagomilavanja kiselina ograničena. Razmjena minerala u tim uvjetima vodi do konstantnog rasta koncentracija H^+ i Al u rastvoru tla, koje utječu na funkciju korijena i kiselinski stres. Stvaranje kiselina, koje štetno utječu na životni proces organizama koji žive u tlu, pogonska je snaga za ispiranje baza i hranljivih tvari iz tla. Tendencija da se tlo osiromaši i kiseli nekoliko je puta pojačana na mnogim staništima zbog neodgovarajućega gospodarenja šumama ili zbog enormne potrošnje biomase. Njoj se suprotstavlja oslobađanje kationa hranljivih tvari uz potrošnju H^+ iona prilikom raspada silikatnih minerala. Rezultati jedne studije S c h r ö d e r a i suradnika (SR Njemačka), zasnovani na digitalizaciji vrlo opsežnog materijala, omogućili su izvođenje ovih zaključaka:

- Jasno je dokazan utjecaj faktora staništa »tlo«. Kod kiselog tla eksponencijalno raste opseg i intenzitet šumskih šteta pod inače jednakim drugim uvjetima,

- Štetno djelovanje preko iglica, listova i tla, koje se dešava istovremeno s djelovanjem drugih štetnih plinova i aerosola, intenzivira se zbog magle i oborina. Posebno je značenje SO_2 zbog pH-vrijednosti oborina.

Povećana osjetljivost drveća zbog djelovanja zagađujućih tvari, u odnosu na napad parazita, primijećena je već pred mnogo godina i pripisuje se slabljenju vitalnosti drveća (H e a g l e, H u t t u n e n & B u t i n).

Grupa autora iz Sveučilišta u Kasselu utvrdila je da postoji statistički potvrđena korelacijska veza između stupnja oštećenja jele, smreke i bukve i sadržaja Mg, Ca i K u iglicama i listovima.

Analiza propadanja šuma u više zemalja pokazala je da opseg i intenzitet te pojave raste s visinom. R e i n e r s o v a, F r i e l a n d o v a i G l a v a č e v a istraživanja u šumskim predjelima okruga Kassel pokazala su da se sadržaji olova, kadmija, bakra, cinka, kroma i nikla u humusu povećavaju s povećanjem nadmorske visine. Autori navode da se povećano taloženje teških metala na većim visinama u gornjem sloju tla ispitivanih lokacija može objasniti

povećanjem suhe depozicije. Veći prolaz zračne mase i veća brzina depozicije karakteristični su za više planinske predjele. Pojave magle u višim planinskim predjelima također imaju svoju ulogu. Naime, taloženje teških metala povećava se s maglovitošću. Tako su istraživanja M. Kazde (1986) u bukovim šumama kod Exelberga blizu Beča pokazala da je 24 % godišnjeg unosa olova i cinka i 43 % kadmija uzrokovano maglom.

Fotokemijska teorija polazi od hipoteze da se drveće oštećuje direktno preko listova i iglica. Na osnovi sistematskih mjerenja u Švicarskoj (BUS 2/87, Bern) utvrđeno je da izmjerene koncentracije ozona znatno prekoračuju granične vrijednosti za fotokemijske oksidacije u zraku od proljeća do jeseni. Zapaženo je mnogo veće opterećenje ozonom u seoskim područjima nego u blizini autoputova i u opterećenoj gradskoj sredini. Oštećenje iglica četinjača tumači se međusobnim djelovanjem ozona i kiselih kapljica kiše na površini iglica, što ukazuje na nedostatak Mg i što uvjetuje smanjivanje otpornosti četinjača na mrazove. Veće opterećenje ozonom seoskih područja objašnjava se činjenicom da je zagađujućim tvarima (NO_x i ugljikovodici) potrebno izvjesno vrijeme da se putem Sunčeve svjetlosti i kisika transformiraju u ozon.

Izveštaj jednog stručnog tima za Komitet UN/ECE i studija švedskog stručnjaka S. Nilssona pokazuje da se samo za prvi stupanj oštećenja (blago oštećenje) ne može dokazati da je vezan za zagađenost zraka, već da može biti uzrokovan i faktorima prirodnoga biotičkog stresa. Navodi se da je ovaj stupanj oštećenja najrasprostranjeniji. Istraživanja u SFRJ (Sisojević, 1988) potvrdila su te navode, jer od 45,8 % oštećenih šuma četinjača otpada na blago oštećenje čak 29,7 %.

Kao rezultat višegodišnjeg istraživačkog rada jednog interdisciplinarnog i internacionalnog tima istraživača iz više evropskih zemalja, okupljenih u internacionalnom institutu IIASA (AMBIO, Stockholm 5/87), ističu se ovi najvažniji uzroci propadanja šuma u centralnoj Evropi poslije 1970. godine:

- zakiseljavanje tla, što ima vrlo štetne efekte na sposobnost drveća da asimilira hranljive komponente iz tla,
- direktno oštećenje listova i iglica zbog kisele depozicije,
- direktno oštećenje drveća zbog štetnih koncentracija SO_2 , ozona i drugih štetnih polutanata u prizemnom sloju atmosfere i
- prekomjerna depozicija ozona.

Hipoteza »višak dušika« slijedi iz istraživačkog izveštaja R. Guderiana i D. T. Tinsleya (1987), u kome se navodi da dušični oksidi doprinose u SR Njemačkoj kiselim oborinama prosječno godišnje 30–40 %. Deponiranje dušika iz atmosfere djeluje kao efekt gnojidbe i pojačano zakiseljavanje tla. Kao dio ukupne kisele depozicije dušik može do jednog određenog reda veličine unaprijediti rast. Iznad tolerantne vrijednosti, kao posljedica disharmonije u odnosu pojedinih hranljivih sastojaka biljke, pojavljuje se štetno djelovanje u obliku smetnji u opskrbi s drugim hranljivim sastojcima, u smanjenju rasta i smanjenju otpornosti prema abiotičkom i biotičkom stresu. Zbog tzv. neizbalansirane bilance hranljivih tvari smanjuje se otpornost na mraz, insekte i gljivične lisne parazite.

Istraživanja vezana za ulogu mikroorganizama u tlu (gljivice, bakterije, aktinomicete) i drugih organizama (B. W. Bache, M. Alexander, M. Čirić i dr.) pokazuju da se zakiseljavanjem tla znatno smanjuje broj vrsta i količina tih organizama koji ne podnose kisela tla s pH manjim od 4,5, već neutralna ili slabo kisela tla. Na taj se način usporava razlaganje organskih ostataka, stvaranje humusa, biološko kruženje tvari u sistemu »tlo – biljka« i biokemijski proces oksidacije i redukcije mineralnih elemenata. Tako su istraživanja B. W. Bache pokazala da se sniženjem pH tla od 6,2 na 4,8 smanjio broj bakterija za 3,5 puta.

Svakako da je i to jedna karika u lancu propadanja šuma.

KLIMATSKI FAKTORI – CLIMATIC FACTORS

Dugotrajne suše posljednje tri decenije i ova posljednja 1988. god. izazivaju tzv. »kiselinski« stres u tlu zbog ubrzanog razlaganja organskih tvari koje sadrže kiseline. Američki i australski znanstvenici smatraju da do porasta temperature dolazi zbog oštećenja zaštitnog ozonskog sloja oko Zemlje (Umwelt, 3 i 4, 1987), koji se smanjio oko 5 % u periodu od 1979. do 1986. godine. Smanjenje zaštitnog ozonskog sloja izazvano je prekomjernim emisijama plinova u atmosferu prilikom sagorjevanja ugljena i naftnih derivata i kemikalija iz grupe klorofluorogljikovodika (CFC), koji se upotrebljavaju za sprejeve, rashladne uređaje i za proizvodnju stiroporne izolacije. Kao što je poznato, ozon u atmosferi na visini između 24 i 40 km »filtrira« Sunčeve ultraviolettne zrake i tako omogućava život na Zemlji. Ultraviolettne zrake razlažu CFC spojeve, pri čemu se oslobađa klor, koji uništava ozon.

Konvencija, koju bi trebalo da ratificira veći broj zemalja, predviđa da se do kraja vijeka smanje ove štetne emisije.

EPIDEMIJA BOLESTI (NAPAD BILJNIH ŠTETNIKA) – EPIDEMIC DISEASES (PLANT VERMIN ATTACKS)

U šumama koje odumiru neki organizam koji bi se mogao smatrati uzročnikom pojave odumiranja šuma – uz primjenu svih najsuvremenijih metoda – nije mogao biti pronađen (Devide i dr.). Većina istraživača smatra da razni biljni štetnici nisu uzrok već posljedica smanjene otpornosti (obrambenog mehanizma) drveća na utjecaj tih štetnika. Hipoteza o epidemiji bolesti zastupana je u onim područjima gdje se nije istraživalo pogoršanje životnih uvjeta šumskog ekosistema, ili je u tom području šumski ekosistem posmatran izolirano u prostoru bez međuutjecaja s okruženjem.

Tako se u Informaciji Republičkog komiteta za poljoprivredu, šumarstvo i vodoprivredu SR Crne Gore i Instituta za šumarstvo i preradu Titograd (1988) o rezultatima istraživanja i utvrđivanja pojave i opsega sušenja šuma u SR Crnoj Gori navodi da se sušenje jele, smreke, kestena, brijesta, čempresa, borova, bukve, crnike i primorskih borova p o i s t o v j e ć u j e s pojavom gljiva, potkornjaka i ušiju, uz usku korelacijsku vezu s dugotrajnim sušama i visokim temperaturama u periodu 1983–1987, visokim sniježnim nanosima i vjetrolomima. Istina, u jednom dijelu infor-

macije se navodi da se pretpostavlja da je zagađenost zraka jedan od uzročnika te pojave koja se manifestira kao nekroza i igličavost, sindrom »prozora« u krošnji smreke, izostanak određenih tipova lišajeva, plodonošenje mladih razvojnih faza šume i smanjenje prirasta sastojina za oko 30 %.

KOMPLEKSNA HIPOTEZA O STRESU – A COMPLEX HYPOTHESIS ON STRESS

Danas prevladava teza o zajedničkom utjecaju svih navedenih uzroka i njihovu međutjecaju. Propadanje šuma se tretira bilo kao »kompleksno oboljevanje šuma« ili kao utjecaj stresova biotskih i abiotskih izvora. Naročito je opasno zajedničko djelovanje štetnih tvari (sinergizam) kombinirano s nepovoljnim abiotskim (klima, tlo, reljef) i drugim utjecajima (neprirodni sastav šume, slab izbor vrste drveća) (P r p i ć). Nesumnjivo je (K a u z l a r i ć, 1988) da je zagađenost zraka prva i najvažnija karika u lancu propadanja šuma i da bezbroj takvih karika dovode do uzlaznog trenda propadanja šuma.

Ovaj pregled hipoteza, teorija i mišljenja o uzrocima propadanja šuma dovodi do zaključka da se parcijalnim istraživanjima pojedinih komponenata šumskog ekosistema, vezanim za struku istraživača i isključujući »ometajuće« parametre, ne može objasniti proces propadanja šuma. To se može najbolje ilustrirati na primjeru propadanja šuma u pljevaljskom šumskom privrednom području (Crna Gora). U tom području je najveći postotak oštećenih stabala (51,0 %) i znatno odstupa od npr. tarskoga (21,2 %) i nikšićkoga šumsko-privrednog područja (12,9 %), što se teško može obrazložiti nekom posebnom »vezanošću« biljnih štetnika za područje oko industrijskog bazena Pljevlja. Da su autori navedene informacije uzeli u obzir rezultate istraživanja ekologa, meteorologa, biologa, tehnologa i dr. (R. P o p č e t o v i ć, R. V u č k o v i ć, M. M i l u t i n o v i ć, R. R a d o n j i ć i dr.), došli bi do zaključka da je propadanje šuma direktno povezano s nepovoljnim geografsko-ekološko-klimatskim uvjetima. Pljevaljska kotlina zatvorena planinskim vijencima uvjetovala je veliku učestalost tišina (perioda bez vjetera), koja iznosi u prosjeku 70 % godišnje, i temperaturnih inverzija i česte pojave magle (102 dana u godini). Zbog toga se u kotlini prosječno dnevno akumulira do 92 t SO₂ i 55 t prašine iz termoelektrane, cementare i rudnika. Trogodišnja mjerenja SO₂ na mjernoj stanici »Pljevlja II« pokazala su da prizemne koncentracije povremeno prelaze i do 6 puta granične vrijednosti za SO₂ iznad kojih dolazi do poremećaja u rastu i vitalnosti biljaka (K o m l e n o v i ć i dr., 1988). Promatranja je utvrđeno da je u toj kotlini samo 1,2 % stabala bijelog i crnog bora neoštećeno (P o p č e t o v i ć, 1987), što u takvim nepovoljnim uvjetima ne iznenađuje.

Autor referata je u Šumarskom listu, br. 5-6/88, dao svoj prilog proučavanju uzroka propadanja šuma u Gorskom kotaru. Kako se u međuvremenu došlo do novih spoznaja, zahvaljujući opsežnim interdisciplinarnim istraživanjima, u ovom referatu se daju novi dokazi koji idu u prilog prevladavajućem mišljenju o zagađivanju zraka kao glavnom uzroku propadanju šuma. Oni su sadržani u publikaciji Ekonomske komisije UN za

Evropu »NATIONAL STRATEGIES AND POLICIES FOR AIR POLLUTION ABATEMENT, New York, 1987«, časopisima »Acid News 4/87« i »New Scientist, 1987.« i drugim izvorima informacija.

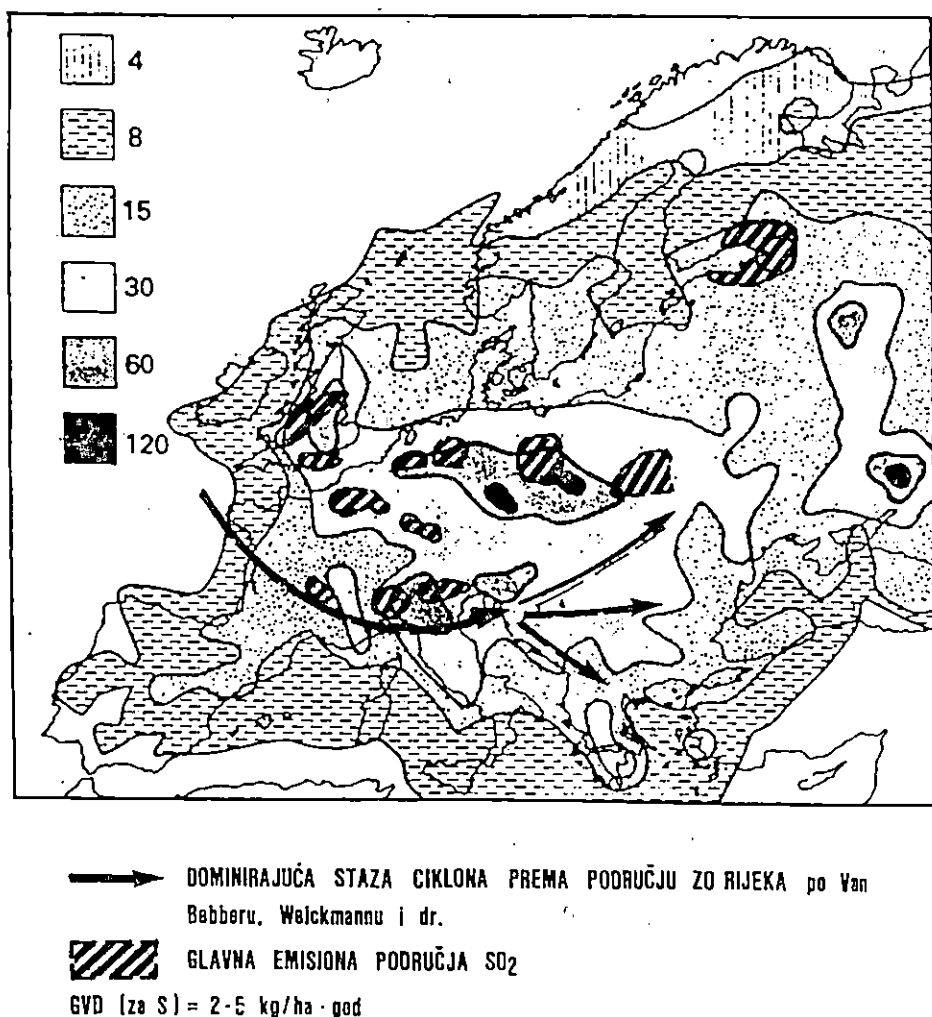
Emisije SO₂ i NO_x, koje s preko 90 % (60 % + 30 %) sudjeluju u stvaranju kiselih kiša, prema stanju u 1984. god. iznose:

Z e m l j a – redoslijed po opterećenju –	SO ₂ (t/km ²)	NO _x (T/km ²)	SO ₂ + NO _x (Preračunato na SO ₂) t/km ²
1. DDR	37.0	nema podataka	37.0
2. ČSSR	24.6	8.8	29.2
3. Belgija	15.3	12.6	21.6
4. Engleska	14.5	6.9	18.0
5. Mađarska	15.7	2.9	17.2
6. Poljska	12.1	2.7	13.5
7. SR Njemačka	10.4	11.8	16.3
8. Italija	10.5	4.8	12.9
9. Bugarska	11.3	1.4	11.0
10. Danska	7.6	5.5	10.4
11. SFRJ	8.6	nema podataka	8.6
12. Švicarska	2.3	5.2	4.9
13. Francuska	2.6	3.1	4.1

Glavna emisiona područja SO₂ u Evropi s depozicijama S (N o r d o i dr., Acid News, 4/87), navedena su u prilogu (sl. 1).

Uspoređivanjem glavnih emisionih područja SO₂, područja s najvećim opterećenjem SO₂ i NO_x po jedinici površine i područja s najvećim depozicijama S po jedinici površine – sve s opsegom i intenzitetom propadanja šuma – dolazi se do zaključka da postoji dobra korelacijska veza. Najugroženije su šume centralnog dijela Evrope (oko 50 %), manje su oštećene šume na područjima udaljenijim od glavnih emisionih područja kao što je SFRJ (32 %), da bi se taj postotak oštećenih šuma smanjio na 20–25 % u krajnjim istočnim dijelovima Evrope (N e w S c i e n t i s t, 1987; S i s o j e v i ć, 1988; Koordinacioni centar SEV-a za zaštitu okoline, D r e s d e n, 1987).

Najugroženija područja u pogledu propadanja šuma su područja izložena direktnom (suhe depozicije) i indirektnom djelovanju (kisele kiše) štetnih polutanata. U srednjoj Evropi (UBA Berichte, 4/85) od ukupnih emisija SO₂ deponira se u okolnom području na udaljenosti 10–40 visina dimnjaka oko 50 % emitiranih polutanata (sl. 2). Ako su ta područja istovremeno izložena kiselim kišama, što se dešava u kišnom periodu u uvjetima transformacije SO₂ i NO_x u kisele kiše od 100 %/h, već na udaljenosti 30–40 km od tih zagađivača imamo zone s najugroženijim šumama. Takva najugroženija područja su npr. u DDR-u industrijsko područje Leipzig–Karl Marx Stadt–Dresden, u Poljskoj industrijski kompleks Katowice–Nowa Huta i u ČSR industrijsko područje na potezu Chomutova–Ustija nad Labem–Litomeric–Plzen.



Sl. — Fig. 1. Glavna emisiona područja SO₂ u srednjoj Evropi, dominirajuća staza ciklona prema području ZO Rijeka i depozicije sumpora (kg/ha/god)

U SFRJ među najugroženija šumsko-gospodarska područja svrstavaju se područja u blizini većih industrijskih zona, kao što su:

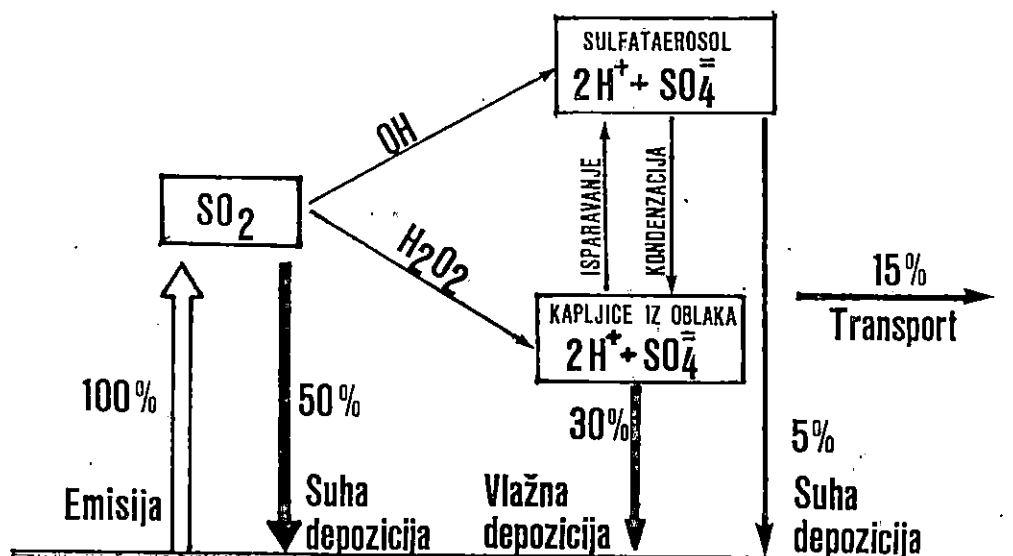
- Nazarje, Slovenj Gradec i Kranj sa 75 % oštećenih šuma (SR Slovenija),
- Prigorsko-zagorsko i goransko-primorsko šumsko-gospodarsko područje s 37–41 % oštećenih šuma (SR Hrvatska),
- Šumsko područje u blizini Loznice, Bora, Trepče i Šapca (SR Srbija),
- Šumska područja u blizini Tuzle, Ugljevika, Zenice, Vareša i Banje Luke (SR BiH) i

– Pljevaljsko šumsko-privredno područje (SR Crna Gora).

Izvori tih podataka su Crna knjiga o propadanju gozdov v SR Sloveniji (1987), radovi Prpića i dr. (1988), Marinkovića i Vasića (1987), Ušćuplića (1986) i informacija republičkog organa SR Crne Gore nadležnog za šumarstvo.

Interesantna je podudarnost najugroženijih područja s pojavama temperaturnih inverzija u dolinama gdje su locirani glavni industrijski zagađivači, gdje u uvjetima tišina, magle i akumuliranja štetnih polutanata nastupaju nepovoljni uvjeti za rast i razvoj šuma.

Autor je posebno analizirao stanje i trend propadanja šuma jugozapadnog dijela Gorskog kotara na rubnom području prema Hrvatskom primorju (gospodarske jedinice: Kobiljak–Bitoraj, Brloško i Špičunak). To je više gorsko područje na ekstremno kiselom tlu s velikim količinama oborina i magle i na prolazu vlažnih zračnih masa koje dolaze u periodu ciklonske aktivnosti iz sjeverne Italije i koje pri svom kretanju na istok »pokupe« i emitirane štetne polutante iz istarsko-riječnog industrijskog bazena. Svi ti nepovoljni uvjeti, povezani s uzlaznim trendom emisija SO_2 i NO_x , izazvali su intenzivno propadanje šuma u tom dijelu Gorskog kotara. Kao rezultat tih nepovoljnih faktora postotak sanitarne sječe četinjača povećao se od 13 % u 1982. god. na 80 % u 1987. god. Zbog nepovoljne strukture sastojina četinjača te nepovoljnog utjecaja zagađivača planira se preraspodjela etata i uzgojnih radova kao posljedica izostanka prirodne regeneracije. Umjesto važećeg etata od 33.323 m^3 četinjača predviđa se sječa jačeg intenziteta od 55.374 m^3 četinjača godišnje. Ako je desetogodišnji prirast četinjača svega 195.000 m^3 četinjača, nije teško predvidjeti degradaciju ovog šumskog područja i razornu moć nekog orkansnog ciklonskog vjetroa na prorijedene šume, kao što se desilo 1984. god. (preko 26.000 m^3 vjetroizvala).



Sl. — Fig. 2. Emisija, transformacija i depozicija SO_2 i njegovih oksidacijskih produkata u srednjoj Evropi (UBA 1983)

Drugo područje interesiranja vezano je za propadanje crnog i alepskog bora u zoni djelovanja termoelektrane »Plomin 1«. Umjesto parcijalnog pristupa tom problemu autor je analizirao proračun i mjerenja Republičkoga hidrometeorološkog zavoda Zagreb, koncentracije sumpora u iglicama crnog i alepskog bora (M. Š o l a r), koncentracije sumpora u jednogodišnjim iglicama crnog bora i oštećenost borova. Prikaz je dan u tabeli.

Udaljenost od TE »Plomin 1« (km)	Srednja koncentracija SO ₂ (mg/m ³)	% S (M. Šolar) u iglicama
0.8	0.188	0.195
1.5	0.188	0.300
2.5	0.370	0.265
2.8	0.565	0.340
5.5	0.482	0.187
12.0	0.210	0.171
25.0	0.198	0.108

Slični su rezultati dobiveni istraživanjima N. K o m l e n o v i ć a (1987). Iz njih se vidi da udaljavanjem od zone maksimalnih prizemnih koncentracija SO₂ (20 x 130 m) pada postotak S u iglicama.

Najveće oštećenje crnog i alepskog bora utvrđeno je u zoni maksimalnih koncentracija SO₂ i zoni maksimalnih koncentracija sumpora u iglicama (Ripenda i Vozilići), što ukazuje na dominantan utjecaj termoelektrane na propadanje borova.

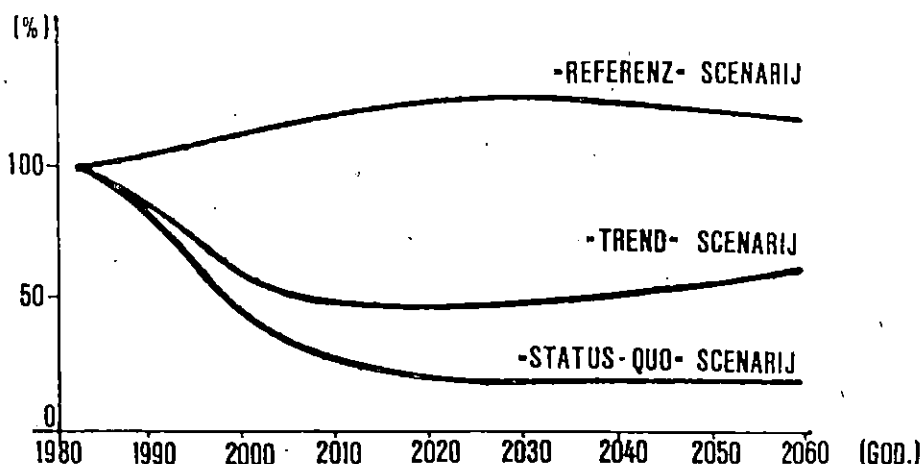
SCENARIJI PROPADANJA ŠUMA – SCENARIOS FOR FOREST DESTRUCTION

Scenarij propadanja šuma je rezultat ankete provedene među vodećim ekspertima za tu problematiku, koji na osnovi analize svih mogućih uzroka propadanja šuma izrađuju simulacijski model za razvoj pojedine vrste drveća u budućnosti. U izradi simulacijskih modela otišli su najdalje u SR Njemačkoj.

Baza triju scenarija je anketa među vodećim ekspertima specijaliziranih instituta u Münchenu, Berlinu, Göttingenu, Wissenu, Freiburgu i Aumühlheu. Neovisno od polemiziranja koji uzroci propadanja šuma imaju veće značenje jedinstven stav svih eksperata je bio da zagađenost zraka ima bitnu ulogu i da smanjivanje SO₂ i NO_x treba da bude osnova za razumijevanje trendova i stanja drvnih fondova u budućnosti.

Skicirana su tri scenarija, i to »trend« scenarij, »status quo« scenarij i »referenz« scenarij, uz simulacijski period 1984–2060. god. (sl. 3).

»TREND« scenarij polazi od laganog smanjivanja potrošnje energije u sljedećim decenijama, odsumporavanje dimnih plinova kod većih ložišta i uvođenje katalizatora kod putničkih vozila. Na osnovi tih pretpostavki



Sl. — Fig. 3. Stanje i trendovi drvnog fonda smreke u SR Njemačkoj u ovisnosti od scenarija smanjenja štetnih polutanata (Izvor podataka: Simulacioni model, UBA 4/86)

moguće bi bilo do 1990. god. smanjiti emisije i imisije SO_2 oko 40 % i emisije i imisije NO_x oko 30 %. Dugoročno to znači do 2060. god. smanjivanje emisije i imisije SO_2 do 25 % i NO_x do 35 % u odnosu na 1984. godinu.

»STATUS QUO« scenarij pretpostavlja emisijski nivo za cjelokupni simulacijski period koji odgovara stanju početkom osamdesetih godina.

»REFERENZ« scenarij pretpostavlja emisije štetnih tvari kakve su bile tridesetih i četrdesetih godina ovog stoljeća i ima svrhu da prezentira onakav razvoj šumskih drvnih fondova kakav bi se desio bez emisija štetnih tvari.

Ne ulazeći u detalje tih scenarija, koji bi zahtijevali poseban referat, može se reći da su njihovi autori predvidjeli *z a s t r a š u j u* i trend drvnog fonda smreke, koji u drvnom fondu SR Njemačke ima dominantnu ulogu (40 %). Slična vizija razvoja predviđa se i za ostale vrste četinjača. Nasuprot tome predviđa se širenje nekih vrsta listača (hrast i jablan) od sadašnjih 21 % na 31 % u »trend« scenariju i na 49 % u »status quo« scenariju. U uvjetima »status quo« scenarija jela neće više uopće postojati.

Adresa autora:

Zavod za prostorno planiranje
i zaštitu čovjekove okoline
Zajednice općina Rijeka,
51000 Rijeka, Istarska 6

KAZIMIR KAUZLARIĆ & NEVIA KRUŽIĆ

SUPPLEMENT TO THE RESEARCH ON THE
CAUSES AND TRENDS IN FOREST DIEBACK

Summary

Research on the causes of forest dieback in the seventies was primarily based on partial investigations of the individual components of the forest ecosystems, depending on the researcher's specialization. There were attempts to understand the interesting phenomena possibly without the influence of the »disturbing factors« and the independent reactions of the various processes. This led to poor understanding of the processes in ecosystems by the individual researchers who were far from establishing, let alone foretelling the reactions of the ecosystems. In the eighties there were changes for the better. Forest dieback was more and more treated as a complex problem of innumerable ecosystems interlocked into each other, whose studying and understanding would require interdisciplinary research.