

POSLEDICE KISLEGA DEŽJA V SLOVENIJI

Dušan Hrček*

UDK 504.05:551.577 (497.4)

Glavni vzrok za nastajanje kislega dežja so velike emisije žveplovega dioksida in dušikovih oksidov. Pogost kisel dež povečuje kislost prsti in voda in na ta način povzroča škodo v okolju, na primer v gozdovih ali vodnih ekosistemih. Kisel dež se lahko pojavlja tudi daleč stran od virov onesnaževanja. Največja kislost padavin v Sloveniji je bila izmerjena v okolici termoelektrarn Šoštanj in Trbovlje. V hudi zimi 1984/85 se je pojavila velika škoda v gozdovih v širši okolici termoelektrarne Šoštanj kot kombinacija naravnega stresa in ekoloških vplivov. Gozdovi so bili zaradi onesnaženega zraka in kislih padavin že sicer v slabem zdravstvenem stanju.

Problem kislega dežja se je najprej pojavil v južni Skandinaviji. Tam so v 50. letih tega stoletja opazili, da je v jezerih in rekah vedno manj rib (1). Ponekod so celo popolnoma izginile. Dolgo časa niso našli vzroka za ta pojav; trajalo je deset let, da so ugotovili povezavo z onesnaženim zrakom. Vendar tudi močno zmanjšanje lokalnega onesnaževanja zraka ni pripomoglo k izboljšanju ekološkega stanja v vodotokih in jezerih. Nato je bila v 70. letih z raziskavami potrjena hipoteza, da lahko škodljive snovi potujejo po zraku na tisoče kilometrov, predno sedejo na tla in povzročijo škodo v okolju. Na tla lahko pridejo z dežjem in če so v njem kisle snovi, govorimo o kislem dežju. V primeru kisle geološke sestave tal, kakršna je na primer v Skandinaviji, se lahko zaradi pogostega kislega dežja prej poruši ravnotežje v ekosistemih kot v primeru bazične sestave tal. Povečana kislost prsti, vode v potokih, rekah in jezerih je povzročila škodo v okolju, na primer propadanje gozdov ali že omenjeno izginjanje rib. Velika ekološka škoda v Skandinaviji ni bila posledica tamkajšnjih emisij, pač pa so jo povzročile emisije škodljivih snovi v zrak daleč stran, v zahodni in srednji Evropi.

Kisel dež se je pojavil tudi drugod po svetu. V Severni Ameriki je najbolj ogroženo območje na vzhodu celine, približno na meji med Združenimi državami in Kanado. Tudi območju srednje Evrope in z njo Slovenije ni prizanešeno. Škoda zaradi kislega dežja je tolikšna, da je bilo potrebno ukrepanje mednarodne skupnosti.

delcev ali kapljic. Toliko snovi, kot je pride v zrak, tudi sede na tla.

Snovi so lahko kemično nespremenjene ali pa se v zraku sprožijo kemične reakcije. Na tla se odlagajo v obliki plinov in trdnih delcev, kar imenujemo suhe usedline. Snovi, ki so raztopljene v padavinah, in aerosoli, ki jih padavine sperejo na tla, so mokre usedline. Kisli dež je mokra kislina usedlina. Po mednarodnem dogovoru so padavine kisle, če je pH (negativni logaritem koncentracije vodikovih ionov) manjši od 5,6. Voda, ki je izpostavljena zraku, zaradi raztopljenega ogljikovega dioksida namreč nima nevtralnega pH, ampak je njen pH 5,6. Kislost padavin je odvisna od razmerja anionov disociiranih kislin in kovinskih kationov. Anioni močnih kislin povečujejo kislost padavin, alkaljski in zemljoalkaljski kationi ter amonijev ion jih nevtralizirajo ali naredijo celo alkalne (2). Na splošno prevladujeta med anioni v kislih padavinah sulfat in nitrat. Velja splošna ocena, da prispevajo sulfati približno dve tretjini h kislosti padavin, ni-

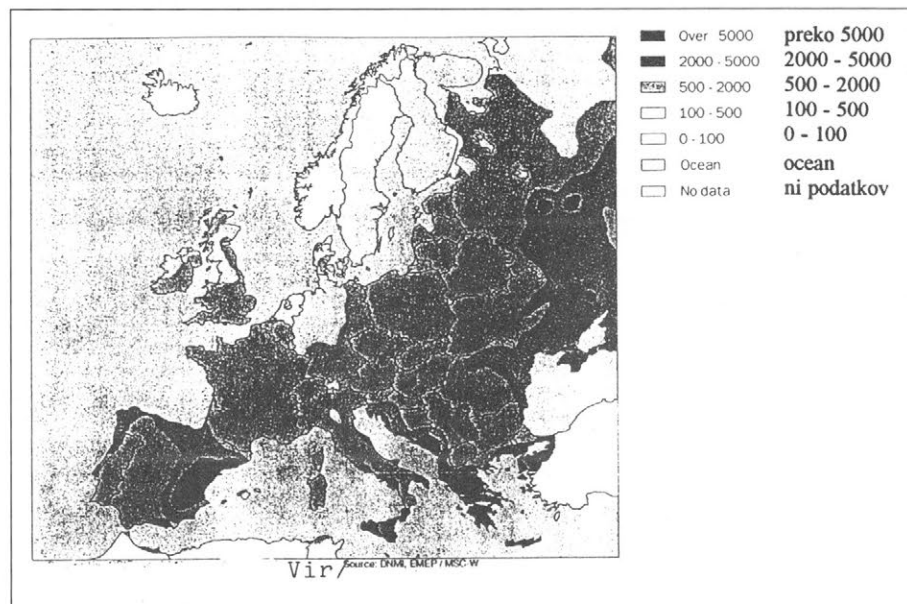
trati pa preostanek (1). Značilno je, da so pri nas v zraku delci naravnega prahu, ki so v glavnem alkalni, zato padavine kljub sorazmerno velikim emisijam SO_2 niso tako kisle kot v nekaterih evropskih državah (3).

Ob stiku z vodo tvorijo žveplovi in dušikovi oksidi močno žveplovno in dušikovo kislino. To se zgodi, na primer, v kapljici dežja. Lahko pa omenjeni oksidi sedejo na tla kot suha usedlina in šele tam tvorijo kisline ob stiku z vodo na tleh. Tipična lastnost kislin je njihova sposobnost sproščanja vodikovih ionov. Nizka vrednost pH pomeni veliko koncentracijo vodikovih ionov in torej veliko kislost. Kemični in biološki procesi tako v prsti kot vodi so zelo povezani s koncentracijo vodikovih ionov.

Glavni vzrok za nastajanje kislega dežja so velike emisije SO_2 in NO_x , ki nastajajo predvsem pri kurjenju fosilnih goriv, predvsem premoga in nafte. Največji viri onesnaževanja s temi škodljivimi snovmi pa

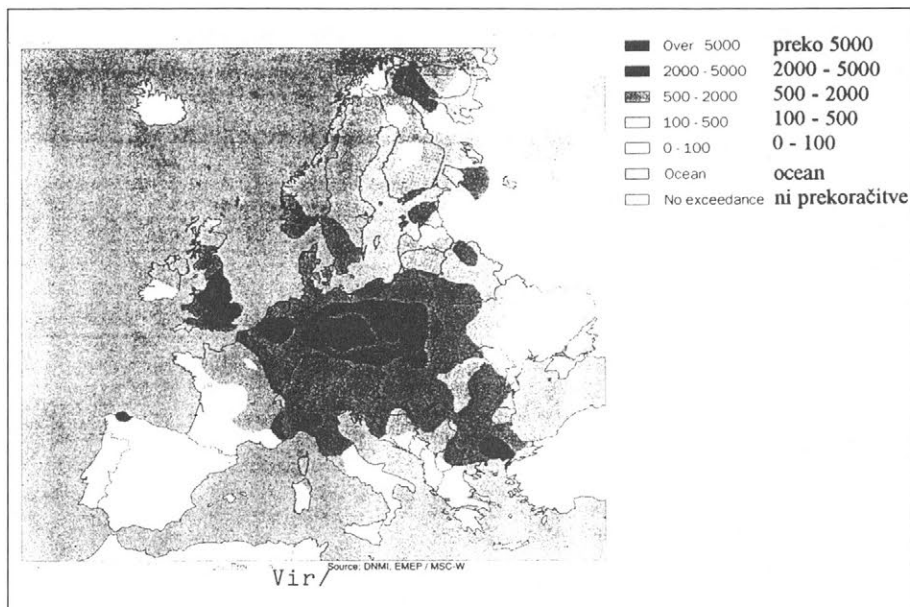
Vzroki za kisel dež

S površja zemlje prihajajo velike količine snovi v atmosfero. Na eni strani je to posledica naravnih procesov, na drugi pa človekove dejavnosti. Snovi, ki prihajajo v atmosfero, so plinaste ali v obliki trdnih

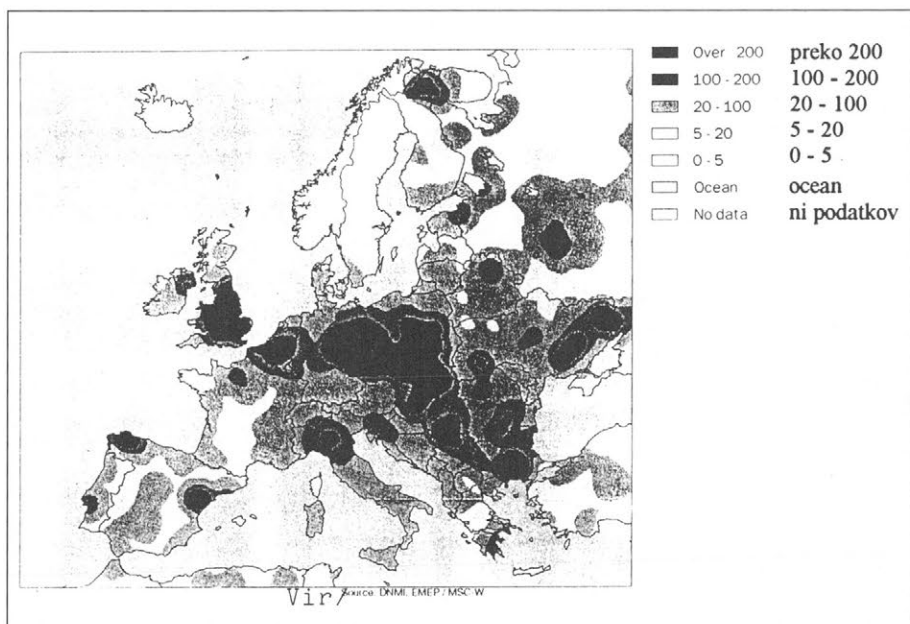


Slika 1. Kritična obremenitev za žveplo (mg/m^2 S na leto)
Figure 1. Critical load of sulphur (unit: mg of S/m^2 per year)

* Ministrstvo za okolje in prostor, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, Vojkova 1 b, Ljubljana



Slika 2. Presežek kritične obremenitve (mg/m^2 S na leto)
Figure 2. Excess deposition of sulphur (unit: mg of S/ m^2 per year)



Slika 3. Emisije SO_2 leta 1990 (v 1000 t SO_2 na kvadrat mreže EMEP)
Figure 3. Emissions of SO_2 in 1990 (unit: 1000 tonnes of SO_2 per EMEP grid per year)

so termoelektrarne (SO_2 in NO_x) in promet z motornimi vozili (predvsem NO_x). Omeniti je treba še amoniak, ki prispeva, podobno kot NO_x , pri kemičnih spremembah v atmosferi nitrata. Glavni vir onesnaževanja z amoniakom je kmetijstvo.

Škodljivo delovanje kislega dežja

Merilo za kislost, pH, je logaritemsko. Znižanje vrednosti pH za eno enoto pomeni

zvečanje koncentracije vodikovih ionov v deževnici za faktor deset. V nekaterih industrijskih državah z velikimi emisijami žveplovega dioksida in dušikovih oksidov se pojavljajo celo kisle padavine s pH 3 in še nižjim, kar je že primerljivo s kislostjo limoninega soka (1).

Največ prispevajo h kislosti padavin žveplove spojine. Na sliki 1 je razporeditev kritičnih obremenitev za žveplo v Evropi (5). Predstavljena je občutljivost ekosistemov – predvsem gozdnih tal in površinskih voda – za sedanje žveplovih spojin. Svetlejša območja pomenijo bolj občutljiva območja. Če letno usedanje žvepla ne preseže ravni, ki je označena na sliki, potem je zaščiteno 95 % ekosistemov v posameznem delu Evrope. Na sliki 2 je presežek depozicij žvepla leta 1990. Bolj

ko so območja temna, večji je presežek kritičnih obremenitev. Tudi Slovenija sodi na območje s presežkom kritičnih obremenitev. Seveda je v zvezi s tem smiselno pogledati tudi karto emisij žvepla leta 1990 (v obliki SO_2), ki je na sliki 3. Z emisijami izstopa srednja Evropa, zlasti Češka, južna Poljska in vzhodna Nemčija. Za Slovenijo je pomembno območje z veliko emisijo žvepla v severni Italiji. Tudi emisije SO_2 v Sloveniji za evropske razmere niso povsem zanemarljive, na onesnaženost zraka pri nas pa najbolj vplivajo domače emisije. Slovenija je "neto izvoznik" žveplovih spojin z zračnimi tokovi (4). Največji prispevek žveplovih spojin iz tujine k depoziciji v Sloveniji je iz Italije. Prispevek dušikovih spojin iz Italije pa celo presega slovenski delež pri depoziciji dušikovih spojin na našem ozemlju.

Poleg kislosti padavin sta pomembna podatka o obremenitvi okolja še usedanje žvepla in dušika. Skandinavski strokovnjaki so izračunali, da je za gozdno zemljo kritična obremenitev za žveplo 0,3 do 0,8 g/m^2 na leto (za granitno, gnajsko in kvarcitno podlago) oziroma 1,6 do 3,2 g/m^2 na leto (za bazaltno in apnenčasto podlago). Za dušik je kritična obremenitev za večino ekosistemov 0,3 do 1,5 g/m^2 na leto (4). Kritična obremenitev je definirana kot meja izpostavljenosti onesnaženemu zraku, pod katero po sedanjih spoznanjih ni škodljivih posledic v okolju. Preseganje kritične obremenitve se določi s primerjavo med depozicijo škodljive snovi in občutljivostjo ekosistema za to snov.

Pogost kisel dež povzroča kisanje prsti. Ta proces imenujemo zakisljevanje. Posledica pa je izpiranje nekaterih snovi, kot so kalij, kalcij in magnezij, ki so zelo pomembne za rastline. Gozdna zemlja je po letu 1950 na jugu Švedske izgubila približno polovico zaloge kalcijevih in magnezijevih ionov (5). Zelo škodljiva posledica kisanja prsti je tudi povečanje koncentracije aluminijevih ionov in ionov nekaterih drugih toksičnih kovin v prsti in tudi v podtalnici. V različnih tipih prsti je več ali manj aluminijevih spojin, ki so v netopni obliki. Pri dovolj povečani kislosti prsti (pri pH okrog 5) postanejo topne aluminijeve spojine (6) in v primeru kislega dežja se pojavi toksičen aluminijev ion v izcednih vodah, podtalnici, površinskih vodotokih in jezerih. To je ena najpomembnejših škodljivih posledic kislega dežja v Skandinaviji, kjer v nekaterih na pogled čistih rekah in jezerih skoraj ni življenja. Pojavile so se tudi težave s pitno vodo. Sproščanje toksičnega aluminijevega iona pa poleg tega prispeva k propadanju gozdov v nekaterih predelih Evrope.

Iste snovi, ki povzročajo pojav kislega dežja (SO_2 , NO_x), neposredno škodljivo vplivajo tudi na zdravje ljudi in povzročajo korozijo materialov, tudi zgodovinskih spomenikov. Zakisljevanje ima obsežne biološke učinke tako na vodnih kot na

152 kopenskih ekosistemih, pri čemer spreminja in predvsem siromašči raznovrstnost rastlinskih in živalskih vrst. Zaradi škode je razumljiv tudi ekonomski interes za zmanjšanje škodljivih emisij v zrak.

Zanimivo je vprašanje, koliko časa je potrebno, da si zaradi kislega dežja ogroženi ekosistemi opomorejo, če se emisije žveplovega dioksida in dušikovih oksidov zmanjšajo na ekološko sprejemljivo raven. Odgovor še ni povsem jasen. Odločilna je kemična sestava prsti in njena zmožnost okrevanja. Zaloga bazičnih kationov v prsti se ponovno vzpostavi s procesom preperevanja in z dotokom s padavinami. Ocenjujejo (5), da je za okrevanje po naravni poti potrebno več desetletij, v nekaterih primerih celo nekaj stoletij. Na južnem Švedskem izvajajo program apnenja jezer, s čimer skušajo pospešiti okrevanje vodnih ekosistemov. Toda dokler se emisije škodljivih snovi, ki povzročajo kisel dež, ne zmanjšajo pod raven kritičnih obremenitev ekosistemov, se bo zakisljevanje (in z njim povezana škoda) nadaljevalo.

Konvencija o onesnaževanju zraka na velike razdalje

Ekološke škode so marsikje po svetu posledica globalnih emisij škodljivih snovi v zrak, ogroženost pa je zelo odvisna od zemljepisne lege in geološke sestave tal. Zaradi večanja koncentracij škodljivih plinov v atmosferi in pojavljanja škode v okolju, ki je bilo daleč stran od virov onesnaževanja, so se ekološko osveščene

Preglednica. Obveznosti zmanjšanja emisije SO₂ za Slovenijo glede na emisijo leta 1980 na temelju določil drugega protokola o zmanjšanju emisij žvepla

Table. Reduction of SO₂ emission in Slovenia with respect to 1980 emissions as required by the provision of the Second Sulphur Protocol

leto year	emisija SO ₂ (kt/leto) SO ₂ emission (kt/year)	zmanjšanje emisije (%) reduction of emission (%)
1980	235	0
2000	130	45
2005	94	60
2010	71	70

države odločile, da začnejo skupno akcijo v okviru Organizacije združenih narodov (OZN). Na prvi konferenci OZN o okolju leta 1972 v Stockholmu je bilo v skupni deklaraciji sprejeto zelo pomembno načelo (načelo 21): "Države imajo, skladno z Ustanovno listino OZN in načeli mednarodnega prava, suvereno pravico razpolagati s svojimi naravnimi viri, ob tem pa imajo odgovornost, da dejavnosti v okviru njihovih pristojnosti ne povzročajo škode za okolje zunaj njihovih meja". Ta načelni dogovor je bil podlaga za mednarodne konvencije, ki so urejale globalna in regionalna ekološka vprašanja. Besedila teh konvencij so večinoma deklarativna. Obveznosti posameznih držav glede zmanjšanja škodljivih emisij so količinsko in časovno opredeljene v protokolih in amandmajih.

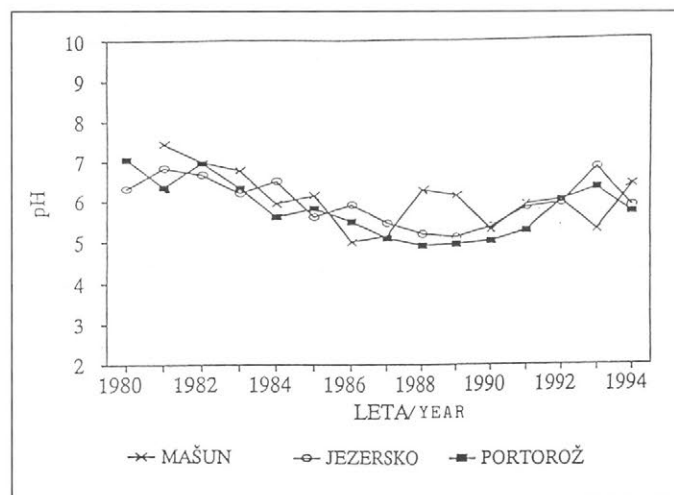
Eden najpomembnejših dokumentov druge konference o okolju OZN leta 1992 v Riu de Janeiru je bila Agenda 21 z zahtev po trajno usklajenem razvoju. Ne gre torej več samo za varovanje človekovega zdravja, ampak za varovanje vsega življenja na našem planetu.

Pobudo za sprejetje mednarodne konvencije o onesnaževanju zraka na velike razdalje (CLRTAP) je dala Norveška. Po trdih pogajanjih je bila konvencija podpisana leta 1979 v Ženevi, veljati pa je

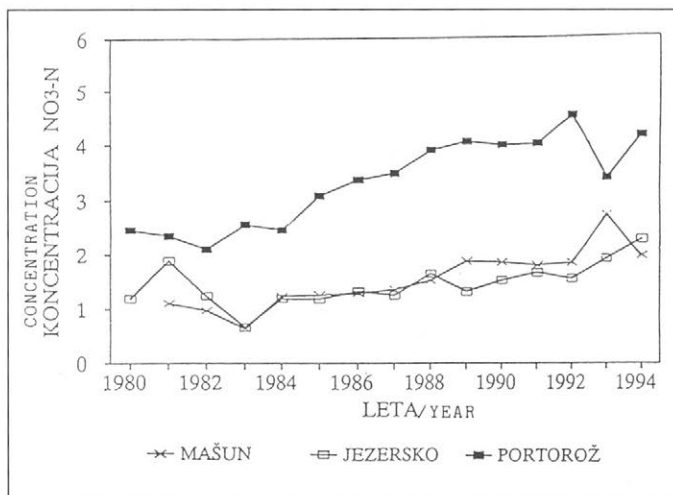
začela leta 1983. CLRTAP je konvencija Ekonomske komisije za Evropo (ECE) Organizacije združenih narodov. Ratificiralo jo je 32 držav (med njimi tudi SFRJ) in Evropska skupnost. Slovenija je postala podpisnica omenjene konvencije z aktom o notifikaciji nasledstva konvencij OZN 6. 7. 1992. Hkrati je pristopila tudi k protokolu CLRTAP o dolgoročnem financiranju programa EMEP (program spremljanja onesnaževanja zraka na velike razdalje). Nekdanja SFRJ ni podpisala preostalih treh protokolov v okviru konvencije, to so protokol o zmanjšanju emisije žvepla, NO_x in VOC (lahkohlapni ogljikovodiki).

Protokol CLRTAP o zmanjšanju emisij žvepla za vsaj 30 % je bil podpisan v Helsinkih leta 1985 in je začel veljati leta 1987. Začetna osnova za zmanjševanje emisij v okviru protokola o zmanjševanju emisije žvepla je bila raven emisij leta 1980. Rok za uresničenje obveznosti se je iztekel konec leta 1993. Ocene ECE (7) kažejo, da je bil cilj protokola, to je zmanjšanje emisij za vsaj 30 % v Evropi, v povprečju dosežen.

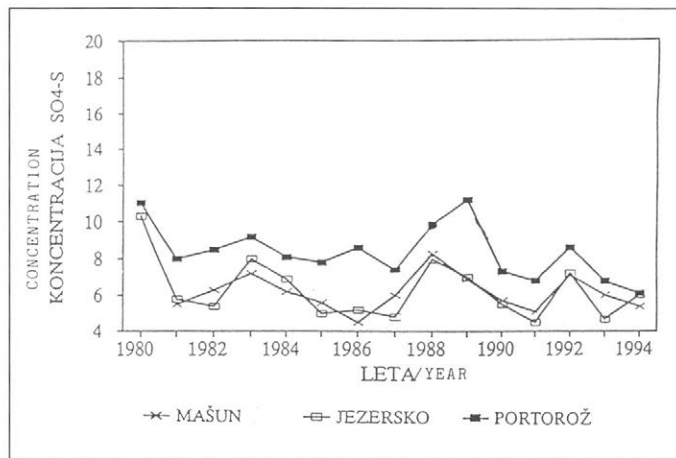
Slovenija, ki sicer ni bila podpisnica prvega protokola o zmanjšanju emisije žvepla, je zmanjšala emisijo do konca leta 1993 (glede na stanje leta 1980) za okrog 22 % (9).



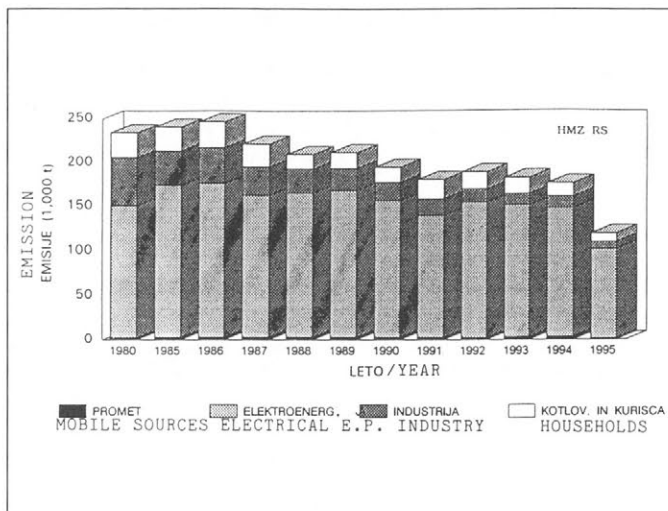
Slika 4. Povprečen pH padavin za obdobje 1980–1994; vzorčevanje padavin je mesečno
Figure 4. Average pH of precipitation for 1980–1994 period; monthly sampling of precipitation



Slika 5. Povprečne koncentracije NO₃-N v padavinah za obdobje 1980–1994; vzorčevanje padavin je mesečno
Figure 5. Average concentrations of NO₃-N in precipitation for the 1980–1994 period; monthly sampling of precipitation



Slika 6. Povprečne koncentracije $\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$ v padavinah za obdobje 1980–1994; vzorčevanje padavin je mesečno
Figure 6. Average concentrations of $\text{SO}_4^{2-}\text{-S}$ in precipitation for the 1980–1994 period; monthly sampling of precipitation



Slika 7. Emisija SO_2 v Sloveniji v obdobju 1980–1995
Figure 7. SO_2 emission in Slovenia, 1980–1995

Junija 1994 je v Oslu podpisala drugi protokol o zmanjšanju emisije žvepla. Za leto 1996 pa je predvidena njegova ratifikacija. Kaže, da bo Slovenija med prvimi 16 državami, ki bodo ratificirale drugi protokol o zmanjšanju emisije žvepla. Toliko ratifikacij je tudi potrebnih, da protokol začne veljati. Obveznosti zmanjšanja emisije SO_2 za Slovenijo glede na emisijo v referenčnem letu 1980 so v preglednici 1. Zmanjšanje je usklajeno z nacionalno energetske strategijo in uredbami o mejnih emisijskih vrednostih, ki so bile sprejete konec leta 1994.

Protokol o zmanjšanju emisije dušikovih oksidov (NO_x) je bil podpisan leta 1988 v Sofiji, veljati pa je začel leta 1991. Določil je zamrznitev emisije NO_x na raven iz leta 1987. To naj bi države podpisnice uresničile do konca leta 1994.

Leta 1996 pripravljajo besedilo dopolnitve protokola o zmanjšanju emisije NO_x , ki upošteva metodologijo kritičnih obremenitev ekosistemov. Pri pripravah sodeluje tudi Slovenija. Največji onesnaževalci zraka z dušikovimi oksidi so motorna

vozila. Uredba, ki omejuje emisijo NO_x in še nekaterih drugih škodljivih snovi z uveljavljanjem obveznih katalizatorjev za nove osebne avtomobile, je bila pri nas sprejeta leta 1994.

Kisel dež v Sloveniji

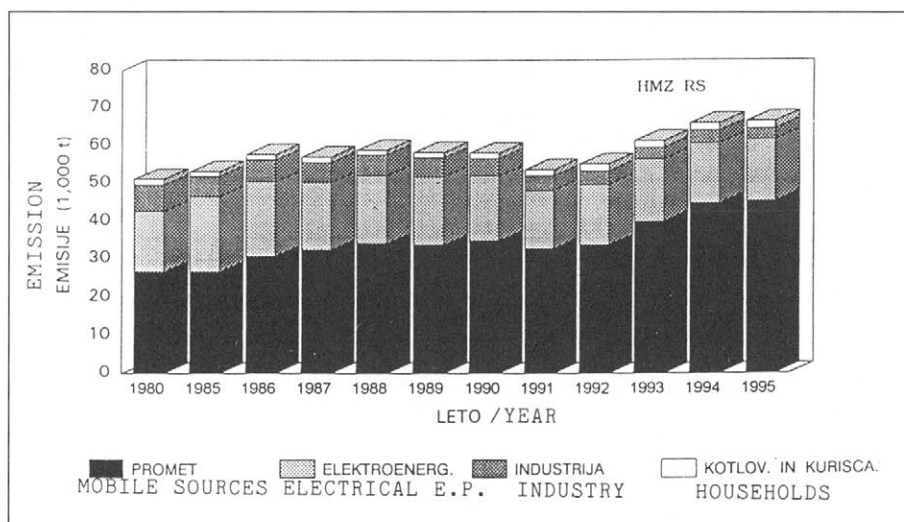
Dolgoletni niz podatkov o kakovosti padavin je predstavljen na slikah 4, 5 in 6 (11). Kislost padavin na neurbanah območjih Slovenije (Mašun pod Snežnikom, Jezersko in Portorož) se je v 80. letih povečevala. V začetku 90. let se je to ustavilo. Največja kislost padavin v Sloveniji z letnim povprečjem pH, manjšim od 5, je bila izmerjena v širši okolici termoelektrarn Šoštanj in Trbovlje (Zavodnje, Veliki vrh in Topolšica; Kovk in Dobovec). Geološke karte kažejo, da prevladujejo na severnem obrobju Sale-

ške doline in na Pohorju kislota tla (12). Območje najbolj kislinskih padavin v širši okolici TE Šoštanj delno sovpada z območjem z najbolj kisloto geološko podlago (tonalit) pri nas. Zato je tam nevarnost škodljivih posledic zakisljevanja največja (8). Žal še ni na voljo dovolj ustreznih podatkov opazovanja tal, ki ga opravlja Biotehniška fakulteta in Gozdarski inštitut Slovenije, da bi lahko ovrednotili stanje in ocenili perspektivo. Tudi zdravstveno stanje gozdov, ki je sicer posledica različnih ekoloških dejavnikov, je na omejenem območju najslabše (8).

V Sloveniji je 44 % kraškega ozemlja (13), ki ima bazično geološko sestavo tal (apnenci, dolomiti). Taka tla imajo veliko zmogljivost za nevtralizacijo škodljivega delovanja kislinskih padavin. Lahko pa najdemo kislota prst tudi na bazični kameninski podlagi, na primer v iglastih gozdovih. V Sloveniji je več kot 900 različnih tipov tal (13). Termoelektrarne, ki so največji onesnaževalci zraka pri nas, pa so žal postavljene v okolja, kjer tla nimajo velike zmogljivosti za nevtralizacijo kislinskih padavin. Poleg že omenjene TE Šoštanj je tudi lega termoelektrarne – toplotarne Ljubljana v okolju s sicer rahlo kisloto geološko podlago (Golovec, Janče).

Povprečna letna koncentracija nitrata v padavinah se je v obdobju od leta 1980 v glavnem zvečevala (slika 5). Največje koncentracije nitrata v padavinah so bile v Portorožu, kar lahko pripišemo tudi vplivu iz sosednje Italije. Ob tem ni odveč opozoriti, da biologi že opažajo izginjanje posameznih rastlinskih vrst na območju Trnovskega gozda, ki je najbolj izpostavljen vplivom onesnaženega zraka iz Italije (14).

Povprečna letna koncentracija sulfata se od konca 80. let zmanjšuje (slika 6). V zvezi s tem so zanimivi podatki o emisijah SO_2 in NO_x za Slovenijo (sliki 7 in 8). Slika 7 predstavlja rezultat načrtnih ukrepov za varstvo zraka v Sloveniji, to je postopno zmanjševanje letnih emisij SO_2 po letu 1986. Glavni vir onesnaževanja z žveplovim dioksidom



Slika 8. Emisija NO_x v Sloveniji v obdobju 1980–1995
Figure 8. NO_x emission in Slovenia, 1980–1995

154 so termoelektrarne. S postavitvijo prve učinkovite čistilne naprave za SO_2 (na bloku 4 v TE Šoštanj) se je emisija žveplovega dioksida leta 1995 (11) občutno zmanjšala. Emisija okrog 120 000 ton SO_2 v tem letu pomeni manj kot polovico emisije v letu 1986. Emisija se je začela zmanjševati tudi zaradi postopnega nadomeščanja premoga z zemeljskim plinom v industriji, kotlovnih in drobnih kurščih.

Povsem drugače je z emisijo dušikovih oksidov. Na sliki 8 je videti, da se od leta 1991 zvečuje, predvsem zaradi prometa z motornimi vozili. Promet je vedno gostejši, število osebnih vozil, opremljenih s katalizatorjem, pa se zvečuje le počasi. Vse več je potovanj na kratkih razdaljah (med 3 in 10 km) (9). Pri teh pa tudi ne moremo računati na učinkovito delovanje katalizatorjev.

Dušikovi oksidi delujejo na več načinov škodljivo na ekosisteme. Dušikov dioksid, NO_2 , ki nastaja ob prometnih cestah z veliko emisijo dušikovega monoksida (NO), je neposredno škodljiv, tudi za človekovo zdravje. Dušikovi oksidi vstopajo ob prisotnosti lahkih ogljikovodikov v fotokemične reakcije. To se dogaja predvsem v toplih poletnih dneh, ko je dovolj ultravijoličnega sončnega sevanja. Med škodljivimi snovmi, ki nastajajo pri fotokemičnih reakcijah, je najbolj znan ozon (O_3). To je močan oksidant, škodljiv za zdravje ljudi in ekosisteme že, kadar so naravne koncentracije malo presežene. Zaradi časa, ki je potreben za potek kemičnih reakcij v zraku, in vetrov se lahko velika onesnaženost z ozonom in drugimi produkti fotokemičnih reakcij pojavi tudi več kot 10 km od vira onesnaženja. Naj ponovimo: emisije dušikovih oksidov in amoniaka (preko nitratov) prispevajo h kislosti padavin približno tretjino. Z večanjem emisij dušikovih oksidov pri nas in zmanjševanjem emisij žveplovega dioksida se bo delež nitratov v kislem dežju povečeval. Emisije dušikovih oksidov na kilometer vožnje nad 90 km/h se s hitrostjo vozil hitro zvečujejo. Zato so omejitve največje hitrosti vozil na avtomobilskih cestah primerne tako iz varnostnih kakor tudi ekoloških razlogov. Velika koncentracija nitratov povzroča še eno vrsto škodljivega delovanja v ekosistemi – eutrofikacijo. To je presežek hranilnih snovi, kar deluje neugodno na ekosisteme.

Sklep

Zdravstveno stanje ekosistemov je odvisno od naravnih in antropogenih dejavnikov. Med naravnimi dejavniki so zelo pomembne vremenske razmere, med antropogenimi pa onesnaževanje zraka, čigar posledica je tudi kisel dež. V primeru naravnih ujm, kot so zelo ostra zima ali dolgotrajna suša, je zelo pomembno, v kakšnem zdravstvenem stanju so, denimo, gozdovi. Tako se je po ostri zimi 1984/85 pojavila velika škoda

v gozdovih ravno v širši okolici termoelektrarne Šoštanj, kjer so gozdovi zaradi onesnaženega zraka že sicer precej prizadeti. Pozneje se je pojavila škoda tudi ob hudi suši.

Prve učinke načrtnih ukrepov za zmanjšanje emisij v TE Šoštanj je že opaziti. Med drugim se je bistveno zmanjšala letna emisija žveplovega dioksida v državi. K pojavu kislega dežja pa prispevajo poleg emisij žveplovih spojin tudi emisije dušikovih spojin. Te so v zadnjih letih v Sloveniji vse večje. Pri tem se ne zvečuje samo nevarnost pojavljanja kislih padavin, ampak je vse pogostejši fotokemični smog z zvečano koncentracijo ozona. Tudi kratkoročne perspektive niso najboljše. Z graditvijo avtomobilskih cest lahko pričakujemo povečano povprečno hitrost vozil pri nas. Pričakujemo lahko tudi povečan tranzit vozil z vzhoda (z ekološko neustreznimi emisijskimi značilnostmi). Zaradi vsega tega so emisije dušikovih oksidov vse večje, s tem pa tudi ogroženost zdravja ljudi in ekosistemov.

Izjemna biotska raznolikost je eno največjih bogastev, kar jih premore naša dežela (13). Hkrati je to tudi vrednota, ki je pomembna za Evropo. To naše bogastvo utegne ogroziti onesnažen zrak. Njegova posledica je tudi kisel dež. Pomembno je, da hkrati s pripravo načrtov za vstop v Evropsko zvezo poskrbimo tudi za omejitve škodljivih emisij, ki jih povzroča promet z motornimi vozili. Omejiti moramo tudi tranzitni promet, kar nam omogočajo oziroma dopuščajo tako evropski predpisi kot določila "Urugvajske runde" Svetovne trgovinske organizacije. Seveda so potrebni tudi ukrepi za omejevanje gostote domačega cestnega prometa z motornimi vozili. To pa je ena najpomembnejših nalog priprave in uresnitve nacionalnega programa varstva okolja.

8. Lešnjak, M. et al., 1989. Air Pollution and Damage on Vegetation near TE-Šoštanj Thermal Power Plant in Slovenia, Man and his Ecosystem, Proc. 8th World Clean Air Congress, 11–15 Sept. 1989, The Hague, Elsevier, Amsterdam, 125–130.

9. Stanje okolja – predlog poročila o stanju okolja 1995, Poročevalec Državnega zbora, 1996, letnik XXII, št. 6/1.

10. Hrček, D., 1994. Varstvo zraka v mednarodnih konvencijah, Bled, 28–30.3.1994, 2/1–2/11.

11. Podatki Hidrometeorološkega zavoda R Slovenije.

12. Hrček, D., 1992. Visoka onesnaženost zraka v okolici termoelektrarne Šoštanj, UJMA 6, Ljubljana, 111–116.

13. Lah, A., Nove razmere in obzorja – pogledi na naravo in varstvo okolja v Sloveniji, 1996. Svet za varstvo okolja Slovenije.

14. Ustna informacija prof. F. Batiča (BTF Univerze v Ljubljani), 1996.

Dušan Hrček

Acid Rain, State and Perspective in Slovenia

Back in the fifties in some lakes of southern Scandinavia the fish had vanished completely. The reason was acid rain because of atmospheric pollution. Sulphur dioxide and nitrogen oxides can form sulphuric acid and nitric acid, which may be carried by the winds over long distances. Sulphur compounds are responsible for about two-thirds of the acidification of rain, and nitrogen compounds for the rest. The largest source of sulphur dioxide is from thermal power plants and the largest source of nitrogen-oxide emissions is from road traffic. The process of acidification results in increased concentrations of aluminium and other toxic metals in the leaching water. It is considered to be among the causes of forest decline in Europe.

The highest levels of acid rain in Slovenia is found in the surrounding area of the thermal power plants in Šoštanj and Trbovlje. Unfortunately, around Šoštanj there is also acid bedrock and therefore the soil is more susceptible to acidification. The forests in the vicinity of Šoštanj are also badly affected. The cause is air pollution and acid rain. Generally the long-term string of measurements of the precipitation quality in Slovenia shows that concentrations of nitrates are increasing over the years, while sulphate concentrations keep diminishing. It is closely connected with the reduction of sulphur emissions in Slovenia after 1986 and on the other hand with increasing road traffic which contributes to higher NO_x emissions.

1. Acidification and Air Pollution, A Brief Guide, 1993. Swedish Environmental protection Agency, Solna, p. 93.

2. Lešnjak, M., 1994. Meritve kakovosti padavin v Sloveniji, Varstvo zraka – stanje in ukrepi za izboljšanje stanja v Sloveniji, Bled, 28–30. 3.1994, 6/1–6/5.

3. Lešnjak, M., Rajh-Alatič, Z., 1993. Nasse Deposition in Slowenien im Zeitraum 1980–1992, Proceedings of Symposium ARGE ALP, Stoffeinträge aus der Atmosphäre und Waldbodenbelastung in den Ländern von ARGE ALP und ALPEN-ADRIA, Berchtesgaden, GSF Bericht 39/93, 30–35.

4. Planinšek, A. et al., 1995. Onesnaženost zraka v Sloveniji v letu 1994. Ljubljana, MOP – Hidrometeorološki zavod R Slovenije, 33.

5. Cooperation to stop Acid Rain, Green Issues, Special Edition for the Signature of the Second Sulphur Protocol in Oslo, junij 1994.

6. Effects and control of Long-range Transboundary Air Pollution, 1995. United Nations, Air Pollution Studies, No. 11.

7. Effects and control of Long-range Transboundary Air Pollution, 1994. United Nations, Air Pollution Studies, No. 10.