

**Seminarska naloga**

**NASTANEK KISLEGA DEŽJA IN  
NJEGOV VPLIV NA OKOLJE**

## 1. UVOD

Imamo svobodno voljo. Smo odgovorni. Imamo oči in ušesa, da zvemo, kaj se dogaja. Obdarjeni smo z intelektom in intuicijo, da dojamemo pomen dobljene informacije. Sposobni smo delovati z močjo, ki varuje in varčno gospodari ali ruši ter uničuje. Nimamo opravičila za nedelovanje. Popolnoma smo odgovorni za vse, kar delamo in česar ne delamo!

Če bomo še naprej onesnaževali tako kot doslej, čez nekaj desetletij ne bo več drevja, ki bi nas spravljal v skrbi.

Glavni človekovi dejavnosti, ki povzročata zakisljevanje okolja, sta sežig fosilnih goriv in intenzivno kmetijstvo – z emisijami SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> ter hlapnih organskih snovi v zrak. Emisije NO<sub>x</sub> in NH<sub>3</sub> lahko povzročijo tudi nasičenost tal ali vode z dušikom. Škodljivi učinki se kažejo predvsem na gozdnih ekosistemih ter na živalskih in rastlinskih vrstah v vodah. Zakisljevanje povzroča škodo tudi na gradbenih materialih in kulturnih spomenikih.

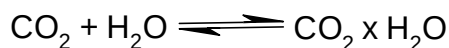
V Sloveniji se izvaja politika varstva pred zakisljevanjem v okviru širše politike varstva okolja in varstva zraka.

## 2. KISLI DEŽ

Po mednarodnem dogovoru so kisle padavine tiste, katerih pH (definiran kot negativni logaritem koncentracije vodikovih ionov) je manjši od 5,6. Padavine postanejo klisle, zaradi plinov, ki razstopijo v dežju različne kisline. Dež je že naravno rahlo kisel, saj je v njem raztopljen ogljikov dioksid in nekaj klora (ta prihaja v dež iz morske soli). To daje dežju pH stopnjo okoli 5,0, nekje po svetu pa tudi 4,0 (takšna stopnja pH-ja je značilna v bližini vulkanov, kjer se žveplov dioksid in hidrogen sulfid tvorita v kislino v dežju).

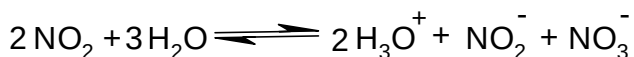
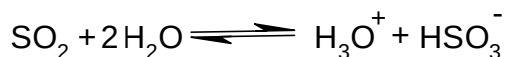
### 2.1 NASTANEK

Ogljikov dioksid, ki povzroča kislost dežja prihaja v ozračje iz naravnih virov in zaradi delovanja človeka pri procesih gnitja, dihanja, gorenju goriva (požari, termoelektrarne, promet itd.)



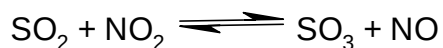
Zaradi raztopljenega ogljikovega dioksida, se deževnici zniža pH- postane nekoliko kisl

Če je zrak čist, je pH deževnice okrog 6. Zaradi onesnaževanja okolja in nekaterih plinov, predvsem  $\text{NO}_2$  in  $\text{SO}_2$  (okoli 70 %), ki pri tem nastanejo in se raztapljajo v vodi, pa se vsebnost kislin v deževnici lahko zelo poveča in pH se zmanjša. Oblaki so močno zakisljeni in na zemljo pada kisli dež. V industrijskih predelih ali v velemestih, kjer je zrak najbolj onesnažen, je pH deževnice tudi manj kot 3.



Človek je s svojo dejavnostjo pripomogel k temu, da je dež postal bolj kisel, kar precej vpliva na življenje na Zemlji. Avtomobilski izpušni plini, izpušni plini iz industrije ter gospodinjstev ter drugi onesnaževalci povzročajo onesnaženje zraka, saj vsebujejo med drugim ogljikov dioksid, dušikove okside, žveplov dioksid, ozon, klorove spojine itd. V

zraku plini, ki so oksidi nekovin, zreagirajo med seboj in z vodo in tvorijo kislino. Sončna svetloba pospešuje te procese, dušikovi oksidi pa delujejo kot katalizatorji.



SO<sub>2</sub> (žveplov dioksid ali žveplov (IV) oksid) se oksidira z NO<sub>2</sub> (dušikovim dioksidom ali z dušikovim (IV) oksidom) do SO<sub>3</sub> (žveplovega trioksida ali žveplovega (VI) oksida) in se pri tem reducira do NO (dušikovega oksida ali dušikovega (II) oksida).



Dušikov (II) oksid se oksidira z ozonom (O<sub>3</sub>), ki nastane iz kisika s pomočjo sončne svetlobe.

Nastale vodne raztopine kislin skupaj s še nekaterimi drugimi kemičnimi snovmi padejo na tla kot kisle padavine v obliki dežja, snega, rose, megle .....

## 2.2 POSLEDICE

### 2.2.1 Reke in jezera

Kisli dež uničuje ribe v jezerih in rekah, saj postane voda kisla - vse ribe v 140 jezerih v Minnesota so umrle, število lososov in postrvi v Norveških pomembnejših rekah pa se je zelo zmanjšalo, zaradi povišane kislosti vode. V kratkem času se je število zmanjšanja rib še povečalo, vendar se kmalu ne bodo niti razmnoževale. Kislina vsebuje tudi strupene kovine, ki so bile najprej v skalah. Predvsem aluminij, ki ribam onemogoča dihanje.



Rastline in alge v jezerih tudi izginjajo zaradi povišane kislosti vode. Ko gre pH čez 5 ali pa ko se spusti do 4.5, v vodi vse umre.

Kisli dež zastruplja jezera in reke, tako da je v nekaterih življenje že izumrlo, v drugih pa se je število rib in drugih organizmov že zelo zmanjšalo. Poleg tega taka voda postane nepitna oziroma zelo nevarna zdravju, če jo zaužiješ, ker vsebuje škodljive snovi.

Za vode v Sloveniji velja, da je zaradi velikega vnosa kalcija pH-vrednost v površinskih vodah in jezerih relativno visoka. Kljub temu lahko pride do preseganj kritičnih obremenitev na lokalnem nivoju. Zakisljevanje in eutrofikacija se pojavljata na primer pri nepretočnih jezerih, kjer prihaja do kopičenja snovi, in v površinskih vodah, kjer so velike obremenitve z izpusti v vode in z usedlino iz zraka.

### 2.2.2 Drevesa in živali

Kisli dež onemogoča uspevanje dreves, oziroma jih popolnoma uniči, tako da drevo usahne. Še posebej uniči iglavce, saj jim začnejo odpadati iglice in tako zmanjka sadik, da bi lahko pognalo novo drevo. Kislina reagira z hranljivimi snovmi drevesa, npr. z kalcijem, magnezijem in kalijem. Zaradi tega drevo usahne. Tako postane drevo manj odporno še na druge stvari. Tako ga lahko močan veter pa tudi sneg hitro polomi. Posledica tega je manj žuželk, s katerimi se ptice hranijo, več nevarnosti plenilcev in spremembe v navadah parjenja in gnezdenja.



Za gozd velja, da je večina rastišč v Sloveniji na bolj bazičnih podlagah. Na podlagi pedološke karte pa je mogoče oceniti, da je v Sloveniji 24 % takšnih tal, ki so lahko podvržena procesu zakisljevanja. Povprečna osutost slovenskega gozda je 20,3 %, bolj so prizadeti iglavci (23,7 %) kot listavci (19,1 %). Najbolj osute drevesne vrste so jelka (36,9 %), kostanj, hrasti in rdeči bor, izstopa pa tudi mali jesen. Osutost listavcev narašča, osutost iglavcev pa upada.

### **2.2.3 Ljudje**

Čeprav je to presenetljivo, so uplivi kislega dežja na drevesih zasenčili vplive na ljudeh. Veliko strupenih kovin se nahaja v zemljskih sestavinah. Kisli dež spere te sestavine in tako pridejo npr. v reke.

Na Švedskem ima okrog 10,000 jezer preveč strupenih snovi, tako da je bilo ljudem prepovedano jesti ribe iz jezer. Ko postane voda kislila, reagira s svincem in bakrom iz vodovodnih cevi in voda postane nepitna.

Na Švedskem je voda vsebovala toliko bakra, da bi lahko človeški lasje postali zeleni. Toliko bakra v vodi pa lahko povzroči tudi drisko, uniči pa lahko tudi jetra.

### **2.2.4 Zgradbe**

Manj škode povzroča kisli dež na zgradbah. Vpliva na določene materiale, predvsem na apnenec in marmor. Kislina raztopi kalcijev karbonat v kamnu. Ko se kristalčki večajo, popoka kamen in struktura se poruši.

Kisli dež uničuje tudi stavbe in kipe, kar označujemo kot kemijska korozija in kovinske dele naprav-cevovodi, mostovi, kovinske konstrukcije, kar označujemo kot elektrokemijska korozija.

Na mnogih zgodovinsko pomembnih spomenikih, kot sta atenska akropola in Sfinga v Egiptu, so v zadnjih sto letih odkrili številne poškodbe, ki jih pripisujejo vplivom onesnaženja zraka.

Slika na levi kaže, kako je kisli dež poškodoval kip - kip na desni pa je rekonstrukcija.



### 2.3 PREPREČEVANJE

Predvsem v nekaterih severnih državah so poskusili z razžveplevanjem jezer tako, da so dodali apno, ki nevtralizira kislost.

Najučinkoviteje bi bilo to, da bi zmanjšali količino  $\text{SO}_2$  in  $\text{NO}_x$ , ki gre v ozračje, vendar to ni lahko. Tudi če ena država to naredi, bo tam verjetno še vedno padal kisli dež, saj lahko zaradi vetra in drugih dejavnikov prepotuje več kot tisoč kilometrov.

V ozračje bi odšlo precej manj strupenih plinov, če bi vsako vozilo imelo katalizator. Toda le-ti so dragi, nastal pa bi še en problem: večji izpust ogljikovega dioksida v ozračje bi pripomogel k še večjemu učinku tople grede.

Veliko škodljivih plinov bi lahko zadržali tudi z namestitvijo čistilnih naprav na industrijske objekte (predvsem termoelektrarne), vendar je denar tukaj včasih spet problem.

Gotovo bi bilo učinkovito tudi to, da bi uporabljali manj fosilnih goriv in več alternativnih virov energije (sončna vetrna, geotermalna energija, hidroelektrarne), vendar so te možnosti zelo drage, poleg tega pa z njimi tudi posegamo v okolje.

Odločimo se za plin pri ogrevanju (pri energiji iz plinskih elektrarn je manjša stopnja onesnaževanja zraka kot pri elektrarnah na premog), varčujemo z elektriko (npr. varčne

žarnice, z rednim vzdrževanjem ogrevalnih naprav prihranimo do 50 % energije, prav tako z dobro izolacijo), poskusimo omejiti vožnjo z avtomobilom in uporabljajmo kolo ali pa se enkrat mesečno/tedensko odločimo za »dan brez avta« (za vsak liter bencina, ki ga porabi avto, se v ozračje izloči 1,6 - 1,8 kg CO<sub>2</sub>!), redno vzdržujmo avto - vedno polne zračnice, pravilno nastavljen vžig, kupovati bi morali domače pridelke, saj tovarni promet porablja velike zaloge pičlih zemeljskih virov, povzroča kopičenje odpadkov, hrup in posredno tudi gradnjo avtocest (zavzemajo velike površine in uničujejo življenje okoli sebe)...



### 3. MERJENJE KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA IN PADAVIN

Agencija RS za okolje izvaja meritve onesnaženosti zraka in kakovosti padavin. Meritve onesnaženosti zraka potekajo na desetih merilnih mestih, vključno z meritvami ozadja, meritve padavin pa na desetih merilnih mestih. Poleg meritev na stalnih merilnih mestih se izvajajo tudi občasne meritve z uporabo mobilne postaje.

Poleg državne merilne mreže kakovosti zunanjega zraka, ki jo vodi Agencija RS za okolje, potekajo meritve onesnaženosti zraka tudi v treh dopolnilnih mrežah - Ekološkem informacijskem sistemu Termoelektrarne Trbovlje (EIS-TET), Ekološkem informacijskem sistemu Termoelektrarne Šoštanj (EIS-TEŠ) in Ekološkem informacijskem sistemu Termoelektrarne Brestanica. Poleg omenjenih dopolnilnih mrež imajo po eno merilno postajo tudi mestni sistemi - Ljubljana, Mariboru in Celje ter JE Krško, ki izvaja meritve SO<sub>2</sub>.

**Tabela 1:** Podatki o posameznih parametrih oz. onesnaževalih, ki se določajo v vzorcih padavin

<b>Parameter oz. onesnaževalo</b>	<b>Časovni interval vzorčenja</b>	<b>Način vzorčenja na vzorčevalnem mestu</b>	<b>Metoda v kemijskem laboratoriju</b>
količina padavin	24 ur	wet – only	gravimetrija
glavni anioni (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> ) in kationi (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> )	24 ur	wet – only	ionska kromatografija
pH	24 ur	wet – only	elektrometrija
električna prevodnost	24 ur	wet – only	elektrometrija

Za padavine v Sloveniji je značilno, da niso tako kisle kot v nekaterih evropskih državah kljub relativno visokim emisijam žvepla in dušika v zrak. Vzrok so alkalni delci naravnega

prahu v zraku, ki nevtralizirajo kisline. Informacija o geografski razporeditvi kislosti padavin in obremenitvi okolja z usedlino je pomanjkljiva.

Razpoložljivi podatki iz nacionalnega in obratovalnega spremljanja kažejo, da se pojavljajo padavine z najnižjo vrednostjo pH na zahodu države (verjetno zaradi transporta onesnaženega zraka iz Italije) in v širši okolici TE Trbovlje in TE Šoštanj.

### **3.1 OPIS POSTOPKOV IN OPREME VZORČENJA ZA MERITVE KAKOVOSTI PADAVIN**

Na vzorčevalnem mestu poteka dnevno vzorčenje padavin z avtomatskim wet – only vzorčevalnikom Eigenbrodt - NSA 181/S, kjer potekajo tudi meritve količin padavin z meteorološkim dežemerom.

Vzorčenje padavin z wet – only vzorčevalniki poteka avtomatsko osem dni. Osmi dan vzorčenja, t.j. vsak ponedeljek, opazovalec na vzorčevalnem mestu zamenja izpostavljene platenke z novo serijo neizpostavljenih plasten.

Vzorčevalnik ima optični senzor IRSS 88, ki zazna padavine potem, ko dežne kapljice prekinejo pot infra rdečim (IR) žarkom. Ko senzor zazna dežne kapljice, aktivira elektronski kontrolni sistem, ki odpre pokrov vzorčevalnika. Pokrov vzorčevalnika se odpre, če senzor v 90-ih sekundah zazna najmanj 5 dežnih kapljic. Zato vzorčevalnik vzorčuje le mokro usedlino.

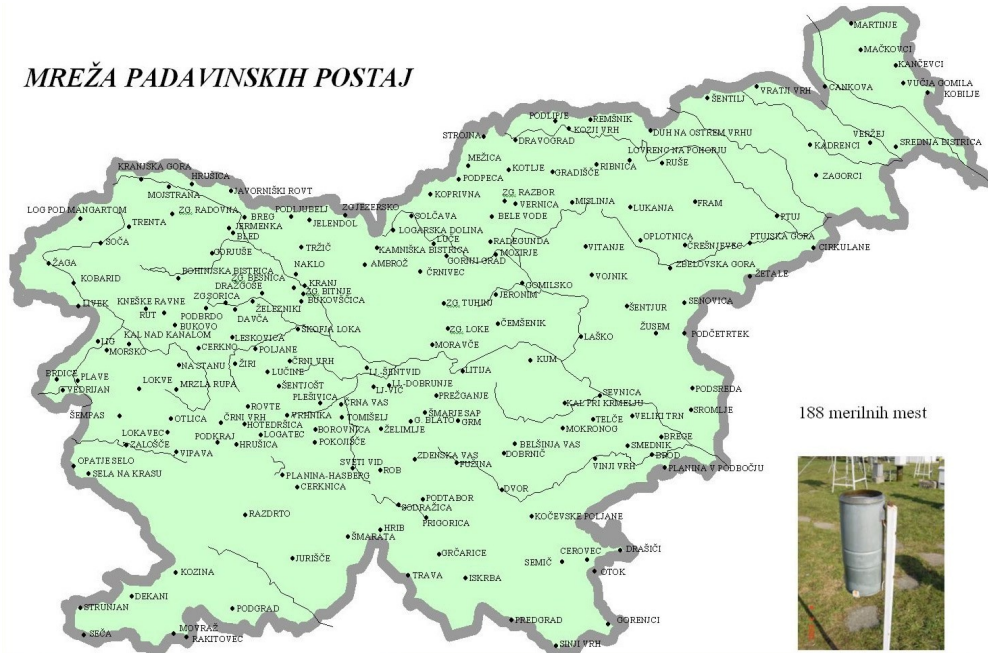
Pokrov vzorčevalnika je odprt le v času padavin. Padavine iz lijaka vzorčevalnika po cevki stečejo v obročast lijak in naprej v vrtljivo glavo, ki je preko odtočnih cevk povezana s posamezno platenko.

Pokrov lijaka vzorčevalnika se zapre, ko senzor v 90-ih sekundah zazna manj kot pet dežnih kapljic.

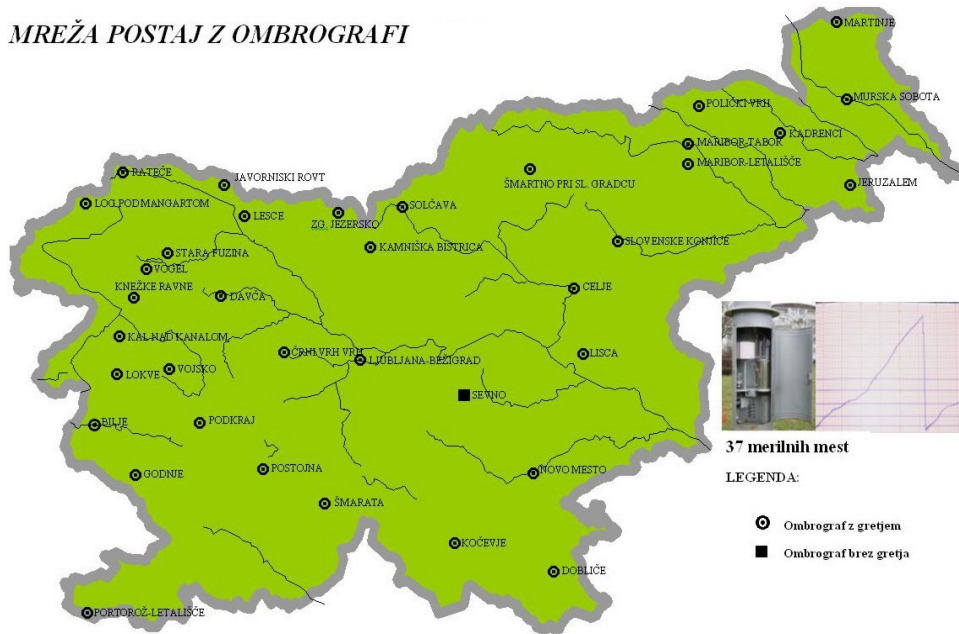
Preklop vrtljive glave na posamezno platenko se izvrši vsak dan ob sedmi uri zjutraj (zimski čas) oz. ob osmi uri zjutraj, ko pomaknemo uro za eno uro naprej (poletni čas).

Ob omenjeni uri poteka redno vsak dan tudi meritev količine padavin iz meteorološkega dežemera. Količino padavin iz avtomatskega wet – only vzorčevalnika (ekološki podatek) primerjamo s količino padavin iz dežemera (meteorološki podatek).

## MREŽA PADAVINSKIH POSTAJ



## MREŽA POSTAJ Z OMBROGRAFI



#### **4. ZAKLJUČEK**

Onesnaženost okolja je že danes precej problematična, najbrž pa bo še huje v naslednjih letih, če se stvari ne bodo izboljšale. Treba je vedeti, da se zadeve nekje vendarle počasi izboljšujejo (vedno več tovarn ima čistilne naprave, tudi različni mednarodni sporazumi o zmanjšanju emisij strupenih plinov v ozračje so že bili podpisani ...), vendar se bomo morali tako posamezniki kot tudi države še bolj potruditi.

Kislost padavin se z leti povečuje na večini urbano-industrijskih lokacijah. V Ljubljani se je od 1993 naprej vrednost pH stabilizirala. Naraščanje koncentracij nitrata v padavinah se je v zadnjih nekaj letih na vseh merilnih postajah ustavilo.

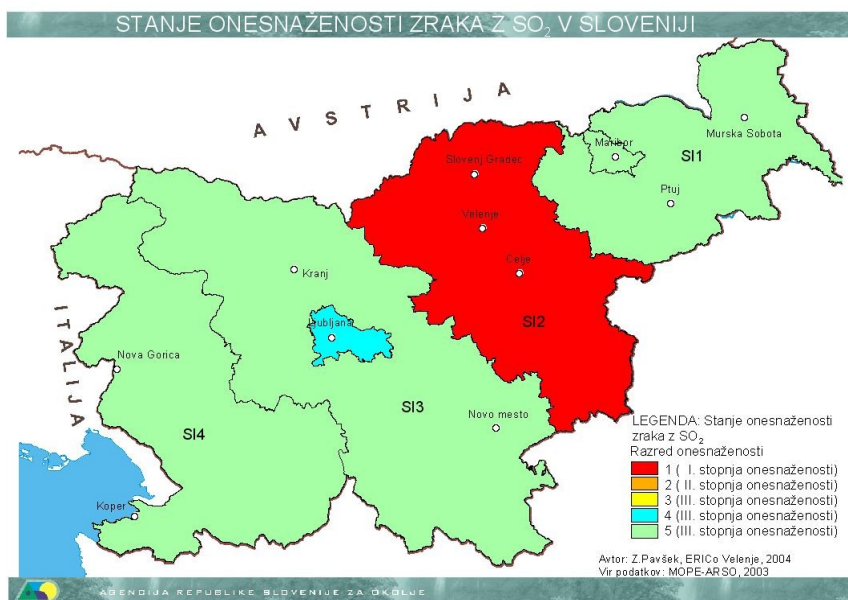
## 5. VIRI

1. Ekologija, dostopno na internetni strani: <http://rcm.rutka.net/Strokovno/ekologija.htm>
2. Kisli dež, dostopno na internetni strani: <http://www.minet.si/sola/slovarcek.php>
3. Kisli dež, dostopno na internetni strani: <http://www.minet.si/sola/gradivo.php>
4. Kisli dež, dostopno na internetni strain: <http://dxmain1.tripod.com/kis.htm>
5. Brez ptic v gozdovih?, dostopno na internetni strani: <http://novice.svarog.org/index.php?Novica=196>
6. pH padavin, dostopno na internetni strani: [http://eionet-si.arso.gov.si/Dokumenti/GIS/zrak/stanje/094\\_opis.htm](http://eionet-si.arso.gov.si/Dokumenti/GIS/zrak/stanje/094_opis.htm)
7. Okolje v Sloveniji 1996: dostopno na internetni strani: [http://www.arso.gov.si/poro~cila/Poro~cila\\_o\\_stanju\\_okolja\\_v\\_Sloveniji/por96\\_z.pdf](http://www.arso.gov.si/poro~cila/Poro~cila_o_stanju_okolja_v_Sloveniji/por96_z.pdf)
8. Program monitoringa kakovosti zunanjega zraka za leto 2004, Republika Slovenija, Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, dostopno na internetni strani: [http://www.arso.gov.si/podro~cja/zrak/programi/zrak\\_program\\_2004.pdf](http://www.arso.gov.si/podro~cja/zrak/programi/zrak_program_2004.pdf)

## PRILOGA

### OCENA STANJA ONESNAŽENOSTI Z ŽVEPLOVIM DIOKSIDOM (SO<sub>2</sub>) IN Z DUŠIKOVIM OKSIDOM (NO<sub>3</sub>)V SLOVENIJI

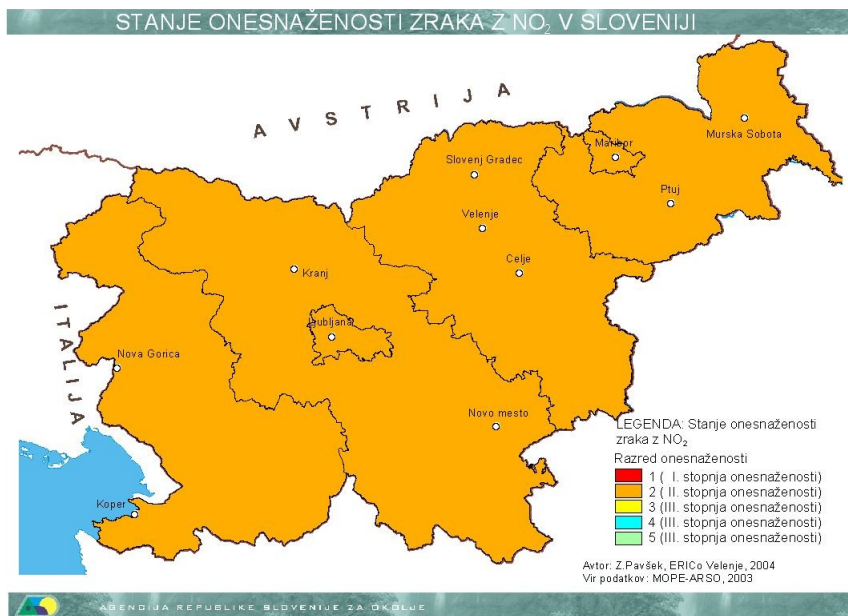
9. Najslabša kakovost zraka glede onesnaženosti z SO<sub>2</sub> je na območju SI2. Na tem območju so največji viri SO<sub>2</sub> v Sloveniji: Termoelektrarni šoštanj in Trbovlje in industrijski obrati. Izmerjene vrednosti koncentracij kažejo preseganje vsote mejnih vrednosti in sprejemljivega preseganja, kar pomeni 1. stopnjo onesnaženosti z SO<sub>2</sub> na območju SI2 (Koroška, Savinjska, Zasavska, Spodnjėsavska). Koncentracije niso enakomerno porazdeljene po celem območju, kar bo treba upoštevati pri zahtevah glede meritev in pri ukrepih. Koncentracije nad spodnjim pragom za ocenjevanje se pojavljajo poleg območja SI2 tudi na območju SI3 (poselitveno območje mesta Ljubljana), drugod pa so koncentracije nižje od spodnjega praga za ocenjevanje (III. stopnja onesnaženosti).
- 10.



- 12.
13. Največji vir dušikovih dioksidov je promet. Gre za linijske vire, ki so porazdeljeni po celi državi. Veliki viri so tudi termoenergetski objekti, vendar emisije iz posameznih tovrstnih objektov niso tako velike, da bi v okolici povzročale preseganje mejne

vrednosti za dušikov dioksid. Meritve NO<sub>2</sub> ob cestah kažejo, da koncentracije občasno presežejo mejno vrednost, kar se dogaja na vseh območjih.

14.



15.

16.

17. Glede na kakovost zraka so območja razdeljena na 5 razredov, dodane so ustrezne stopnje onesnaženosti kot jih določa Uredba o ukrepih za ohranjanje in izboljšanje kakovosti zunanjega zraka

18.

19. **Tabela 2:** Kategorije stanja onesnaženosti

20. Razred	21. Raven koncentracije	22. Stopnja onesnaženosti
23. 1	24. Presežena mejna vrednost + dopustno odstopanje	25. I
26. 2	27. Med mejno vrednostjo in vsoto mejne vrednosti + dopustnega odstopanja	28. II
29. 3	30. Med zgornjim pragom za ocenjevanje in mejno vrednostjo	31. III
32. 4	33. Med spodnjim in zgornjim pragom ocenjevanja	34. III
35. 5	36. Pod spodnjim pragom ocenjevanja	37. III

## 38. KAZALO

39.		
2.1	NASTANEK.....	3
2.2	POSLEDICE.....	4
2.2.1	Reke in jezera.....	4
2.2.2	Drevesa in živali.....	5
2.2.3	Ljudje.....	6
2.2.4	Zgradbe.....	6
2.3	PREPREČEVANJE.....	7
<b>3.</b>	<b>MERJENJE KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA IN PADAVIN.....</b>	<b>9</b>
3.1	OPIS POSTOPKOV IN OPREME VZORČENJA ZA MERITVE KAKOVOSTI PADAVIN.....	10
<b>4.</b>	<b>ZAKLJUČEK.....</b>	<b>12</b>
	OCENA STANJA ONESNAŽENOSTI Z ŽVEPLOVIM DIOKSIDOM (SO <sub>2</sub> ) IN Z DUŠIKOVIM OKSIDOM (NO <sub>3</sub> )V SLOVENIJI.....	14