

INZRAK

# Jačanje inspekcije zaštite okoliša radi učinkovite kontrole praćenja kakvoće zraka i sustava trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova, kako bi se postigla bolja kvaliteta zraka u Republici Hrvatskoj



REPUBLIKA HRVATSKA

MINISTARSTVO ZAŠTITE  
OKOLIŠA I ENERGETIKE



 **safu** | SREDIŠNJA AGENCIJA ZA  
FINANCIARANJE I UGOVARANJE



Ovaj projekt financira Europska unija



**EKONERG**

Institut za energetiku i zaštitu okoliša



# TEMA 1: Onečišćenje atmosfere

Bojan Abramović dipl. ing. stroj.  
Predrag Hercog, dipl. inž. medicinske biokemije

## 1.5 IZVORI I TIPOVI ONEČIŠĆENJA

Atmosfera se smatra onečišćenom ako je kakvoća zraka takva da može narušiti zdravlje, kvalitetu življenja i/ili štetno utjecati na bilo koju sastavnicu okoliša.

Kakvoća zraka je kvalitativno-kvantitativna ocjena kemijskog sastava atmosfere s obzirom na njezin utjecaj na okoliš i zdravlje ljudi te je globalno direktno povezana s emisijama onečišćujućih tvari u atmosferu koje se u nju mogu emitirati iz prirodnih izvora ili izravnim i neizravnim ljudskim djelovanjem.

## 1.5 IZVORI I TIPOVI ONEČIŠĆENJA

Onečišćujuće tvari u zraku dijele se:

- prema načinu na koji nastaju
- prema fizikalnom stanju

Izvori onečišćenja dijele se:

- prema porijeklu
- prema načinu ispuštanja u atmosferu

## 1.5 IZVORI I TIPOVI ONEČIŠĆENJA

### Podjela onečišćujućih tvari u zraku prema načinu na koji nastaju



## 1.5 IZVORI I TIPOVI ONEČIŠĆENJA

### Podjela onečišćujućih tvari u zraku prema fizikalnom stanju



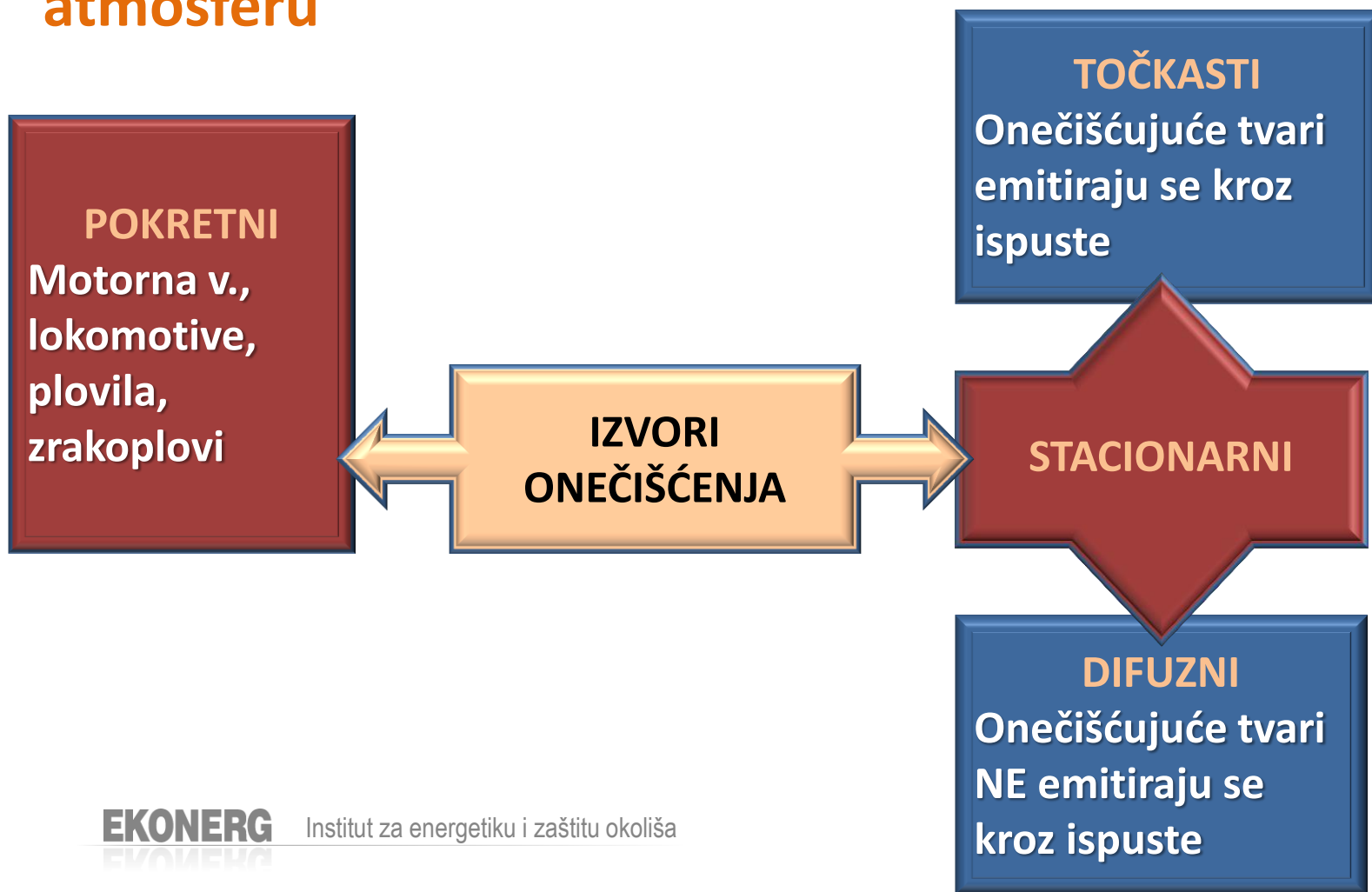
## 1.5 IZVORI I TIPOVI ONEČIŠĆENJA

### Podjela izvora onečišćenja prema porijeklu



## 1.5 IZVORI I TIPOVI ONEČIŠĆENJA

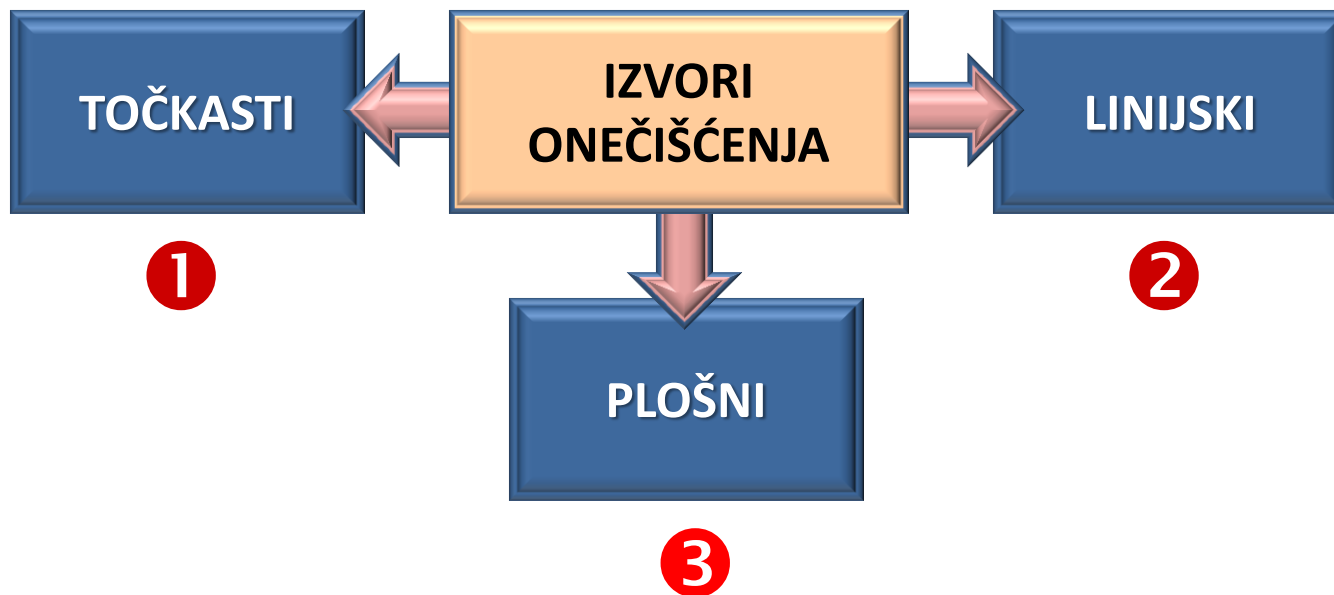
### Podjela izvora onečišćenja prema načinu ispuštanja u atmosferu





## 1.5 IZVORI I TIPOVI ONEČIŠĆENJA

### Kategorizacija izvora onečišćenja u svrhu izrade katastra emisija



## 1.5 IZVORI I TIPOVI ONEČIŠĆENJA

### Kategorizacija izvora onečišćenja u svrhu izrade registar emisija

- 1** Točkasti izvori emisija su oni koji se nalaze unutar površine omeđene stranicama dužine 1 km ili manje.
- 2** Linijski izvori odnose se prvenstveno na cestovni i željeznički promet koji se odvija po linijskim rutama.
- 3** Plošni izvori odnose se na ukupne emisije iz kućanstava, prometa i industrije koji su homogeno i gusto raspoređeni na određenom većem području.

## 1.6 ONEČIŠĆIVAČI

Najpraktičnija podjela onečišćivača prikazana je u **Uredbi o graničnim vrijednostima emisija iz stacionarnih izvora** u kojoj su onečišćivači podijeljeni u skupine prema tehnološkim procesima.

Ovome treba dodati veliku grupu onečišćivača – motorna vozila čije emisije su predmet posebnog propisa.

## 1.6 ONEČIŠĆIVAČI

### PROIZVODNJA NEMETALNIH MINERALNIH SIROVINA I PRERADU METALA

1. postrojenja za proizvodnju cementa u rotacijskim pećima suhim ili mokrim postupkom
2. postrojenja za proizvodnju cementa u kupolnim pećima
3. žarenja boksita, dolomita, magnezita, vapnenca, gipsa, diatomejske zemlje, kvarcita i šamota
4. tretiranja perlita, škrljaca ili gline za okside sumpora

## 1.6 ONEČIŠĆIVAČI

5. tretiranja perlita, škriljaca ili gline za okside sumpora
6. peći za taljenje stakla
7. tehnološkog procesa pečenja keramičkih proizvoda na bazi gline
8. tehnološkog procesa toploga pocinčavanja
9. tehnološkog procesa proizvodnje, taljenja i legiranja bakra i cinka  
itd.



## 1.6 ONEČIŠĆIVAČI

### KEMIJSKU I PREHRAMBENU INDUSTRIJU

1. tehnološkog procesa dobivanja sumpora
2. tehnološkog procesa proizvodnje nafte i plina
3. tehnološkog procesa dobivanja čađe
4. tehnološkog procesa dobivanja ugljika i elektrografita
5. sušenja rezanaca kod tehnološkog procesa prerade šećerne repe i rafinacije šećera
6. tehnološkog procesa sušenja trave
7. tehnološkog procesa prženja kave, nadomjestaka za kavu, žita i kaka.
8. sušara kod kojih se produkti izgaranja koriste izravno u proizvodnom procesu



## 1.6 ONEČIŠĆIVAČI

### HLAPIVIH ORGANSKIH SPOJEVA ZA ODREĐENE AKTIVNOSTI

1. nanošenje ljepila (adheziva)
2. proizvodnja drvenih i plastičnih laminata
3. procesi premazivanja – bojenja metal, papir, koža, tekstil, plastika drvo
4. premazivanje zavojnica
5. kemijsko čišćenje
6. proizvodnja obuće
7. proizvodnja premaza, lakova, boja i ljepila
8. proizvodnja farmaceutskih proizvoda
9. tiskanje

## 1.6 ONEČIŠĆIVAČI

10. proizvodnja gumenih smjesa i proizvoda od gume
11. površinsko čišćenje
12. ekstrakcija biljnog ulja i životinjske masti i rafinacija biljnog ulja
13. završna obrada vozila (lakiranje)
14. impregnacija drvenih površina
15. površinska zaštita (premazivanje) žičanih navoja





## 1.6 ONEČIŠĆIVAČI

### UREĐAJI ZA LOŽENJE I PLINSKE TURBINE

1. mala, srednja i velika ložišta s tekućim krutim i plinskim gorivima
2. male, srednje i velike plinske turbine
3. suspaljivanje otpada



## 1.6 ONEČIŠĆIVAČI

### MOTORI S UNUTARNJIM IZGARANJEM

1. motori koji se koriste za proizvodnju električne energije, topline ili za proizvodnju mehaničke energije

### POSTROJENJA ZA SPALJIVANJE OTPADA I POSTROJENJA ZA SUSPALJIVANJE OTPADA



# 1.6 ONEČIŠĆIVAČI

## MOTORNA VOZILA



## 1.7 ONEČIŠĆUJUĆE TVARI

Onečišćujuće tvari u atmosferi postoje u dvama osnovnim fizikalnim stanjima: **plinovito i kruto (čestice)**. U zraku su evidentirane 3000 kemijskih spojeva štetnih za zdravlje, ali za manje od njih 200 regulirane su emisije iz izvora. Najčešće korišteni standardi za utvrđivanje kakvoće zraka sljedeće su onečišćujuće tvari: **lebdeće čestice, dušikovi oksidi (NO<sub>x</sub>), ozon (O<sub>3</sub>), benzen (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) i sumporni dioksid (SO<sub>2</sub>)**, dok na kakvoću življenja mogu negativno utjecati plinovi neugodna mirisa poput sumporovodika (H<sub>2</sub>S) i drugih reducibilnih sumpornih spojeva.

## 1.7 ONEČIŠĆUJUĆE TVARI

### Primarne onečišćujuće tvari

Primarne onečišćujuće tvari (sumporni dioksid -  $\text{SO}_2$ , 5% od ukupno emitiranih dušikovih oksida -  $\text{NO}_x$ , ugljični monoksid -  $\text{CO}$ , lako hlapivi organski spojevi – VOC, ugljikove i neugljikove lebdeće čestice) emitiraju se u atmosferu direktno iz izvora onečišćenja

### Sekundarne onečišćujuće tvari

Sekundarne onečišćujuće tvari stvaraju se kemijskim reakcijama u atmosferi iz primarnih onečišćujućih tvari. Među njima vrlo je važan dušikov dioksid ( $\text{NO}_2$ ) koji je izuzetno štetan za ljudsko zdravlje, a njegova konverzija (pretvorba) u atmosferi povezana je s atmosferskim ozonom ( $\text{O}_3$ ).

## 1.7 ONEČIŠĆUJUĆE TVARI

### Sekundarne onečišćujuće tvari (nastavak)

#### Primjer 1.



**Zaključak:**

Ako se želi smanjiti koncentracija  $\text{NO}_2$  u zraku, potrebna je vrlo velika redukcija emisija  $\text{NO}$  u atmosferu.

## 1.7 ONEČIŠĆUJUĆE TVARI

### Sekundarne onečišćujuće tvari (nastavak)

U situacijama kada dolazi do oksidiranja reaktivnih ugljikovodika u fotokemijskim reakcijama, stvaraju se visoko reaktivni peroksidni radikali koji u onečišćenoj atmosferi reagiraju s NO oksidirajući ga u NO<sub>2</sub>

#### Primjer 2.



U ovoj reakciji RO<sub>2</sub> konvertira NO u NO<sub>2</sub> bez utroška molekula ozona. U jako onečišćenoj atmosferi u velikim gradovima koncentracije RO<sub>2</sub> su visoke jer potječu iz antropogenih izvora.

## 1.7 ONEČIŠĆUJUĆE TVARI

### Sekundarne onečišćujuće tvari (nastavak)

U odgovarajućim kemijskim i fizikalnim uvjetima u atmosferi nastaju sekundarne lebdeće čestice. U nekim djelovima Zemlje sekundarno stvorene čestice čine više od 50% ukupnih koncentracija čestica u zraku.

**Osnovne komponente sekundarno stvorenih lebdećih čestica**





## 1.7 ONEČIŠĆUJUĆE TVARI

### Sekundarne onečišćujuće tvari (nastavak)

- Prve su sulfatne koje se stvaraju u atmosferi oksidacijom iz sumpornog dioksida te sudjeluju u stvaranju sumpornog trioksida koji vrlo brzo reagira s vodom stvarajući sumpornu kiselinu. U područjima s malim emisijama amonijaka sumporna kiselina stvara najveći dio sulfata. U područjima s obilnim emisijama amonijaka, koji neutralizira sumpornu kiselinu, stvaraju se čestice amonijeva sulfata.

## 1.7 ONEČIŠĆUJUĆE TVARI

### Sekundarne onečišćujuće tvari (nastavak)

- Dušikov oksid u reakciji s vodom u atmosferi stvara dušičnu kiselinu koja je prisutna u zraku u obliku pare. Dušična kiselina ( $\text{HNO}_3$ ) reagira ili s amonijakom ( $\text{NH}_3$ ) ili kalcijevim karbonatom ( $\text{CaCO}_3$ ) ili natrijevim kloridom ( $\text{NaCl}$ ) stvarajući krute čestice nitrata. To je druga najčešća komponenta sekundarno stvorenih čestica. Ako stvara amonijev nitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), taj je proces reverzibilan.



U uvjetima visoke temperature i male relativne vlažnosti amonijev nitrat može disocirati u dušičnu kiselinu i amonijak.

## 1.7 ONEČIŠĆUJUĆE TVARI

### Sekundarne onečišćujuće tvari (nastavak)

- Treći osnovni oblik sekundarnih lebdećih čestica jest sekundarni organski aerosol koji nastaje oksidacijom organskih tvari stvorenih u atmosferi u reakcijama s lako hlapivim organskim spojevima (VOC). Prirodni VOC kao što je alfa pinen koji emitira drveće jako je reaktivan i u šumskim područjima predstavlja važan izvor sekundarnog organskog aerosola. Antropogeni VOC-ovi u onečišćenim područjima također stvaraju sekundarni organski aerosol. Brzina stvaranja sekundarnih lebdećih čestica u atmosferi različita je, a ovisi o njihovoj vrsti i fizikalnim uvjetima u atmosferi. Stvaranje sekundarnog aerosola relativno je spor proces (24 sata ili više), dok se nitrati u atmosferi stvaraju mnogo brže.



**EKONERG**

Institut za energetiku i zaštitu okoliša

EKONERG



**HVALA NA PAŽNJI**