

# **Atmospheric contribution to eutrophication of the Adriatic Sea**

**Vesna Đuričić**

**Cleo Kosanović & Jadranka Škevin-Sović**

***Meteorological and Hydrological Service of Croatia  
Air Quality Department***



# ***Sadržaj***

**1. Uvod**

**2. Područje istraživanja**

**3. Materijali i metode**

**4. Rezultati i rasprava**

**5. Zaključak**

## Uvod

**Eutrofikacija** je prirodni proces dotoka hranjivih tvari u vodene eko-sustave, prihranjivanje.

**prirodno:** izdizanje mora, miješanje slatkih i slanih voda, ispiranje zemlje i stijena

**antropogeni izvori:** poljoprivreda, komunalne i industrijske otpadne vode, umjetna gnojiva, fosfati u deterdžentima, ispiranje tla kao posljedica miniranja, građevinskih radova, loše obrađenog zemljišta

**mokro taloženje anorganskog dušika iz atmosfere (25%-35% ukupnog opterećenja)**

**Prihranjivanje je korisno, ali prekomjerman unos i korisnih hranjivih tvari stvara probleme.**

**Čovjek je svojim aktivnostima povećao unos hranjivih tvari u rijeke, jezera i mora preko granice koja je korisna za sustav i koju on može apsorbirati.**

**Eutrofikacija = proces povećanog prihranjivanja vodenog eko-sustava, prvenstveno prekomjernim unosom dušikovih i fosfornih spojeva.**

**Proces eutrofikacije se ne može vidjeti.**

**Vide se efekti.**

## Glavni efekti su:

- cvjetanje mora (češće i intenzivnije)
- invazija meduza i drugih morskih organizama
- povećana učestalost pojave nekih toksičnih tvorevina
- češća pojava algi
- smanjenje biološke raznolikosti
- vidljivo lošija kvaliteta vode, pad estetske i rekreacijske kvalitete mora i obalnog područja

**Jadransko more je polu-zatvoreno more, slabija cirkulacija, plitko**

neke vrste algi luče sluz, smeta kupačima, narušava izgled

pada na morsko dno, izaziva pomor flore i faune, truljenje i odumiranje



Cvjetanje mora, – Splitska luka, 22. 6. 2002. (foto: Đuričić)



Ljepljive tvorevine na 10 m dubine, sjeverni Jadran, kolovoz 1997, (Svetličić et al, Marine Drugs, 2011)

**Na sjevernom Jadranu povremeno područja s uginulim organizmima do 8000 km<sup>2</sup> (26% ukupne površine)**

## Glavni izvori onečišćenja u Hrvatskoj

### Antropogeni izvori dušikovih spojeva

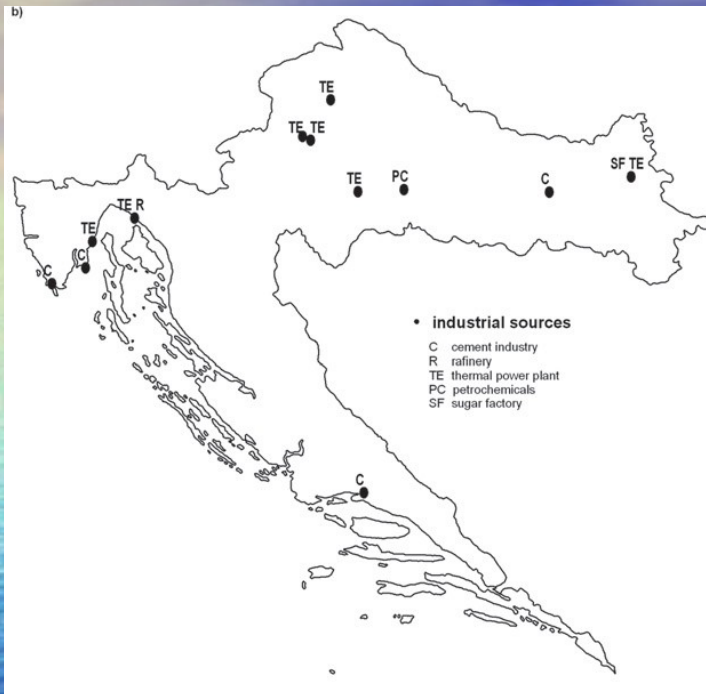
### Sjeverni Jadran:

izgaranje fosilnog goriva

rafinerija nafte

brodogradilište

gust cestovni i pomorski promet



Špoler Čanić et al, JEM, 2009.

### Srednji i južni Jadran: poljoprivreda

**Oborina – efikasno ispire onečišćenje iz atmosfere**

**Donos onečišćenja na Sredozemno i Jadransko more iz atmosfere je istog reda veličine kao i donos rijekama.**

**Ekološka osjetljivost Jadranskog mora:**

**polu-zatvoreno more**

**zemljopisni položaj**

**kompleksna orografija**

**posebni meteorološki uvjeti**

**broj izvora onečišćenja**

**Praćenje i istraživanje kvalitete oborine i onečišćenja atmosfere u Hrvatskoj – DHMZ, od 1979.**



**Cilj – opterećenje Jadranskog mora mokrim taloženjem dušika iz atmosfere**

**pH i anorganski dušik u oborini (nitrati, amonij-ioni)**

**dnevni bulk uzorci oborine**

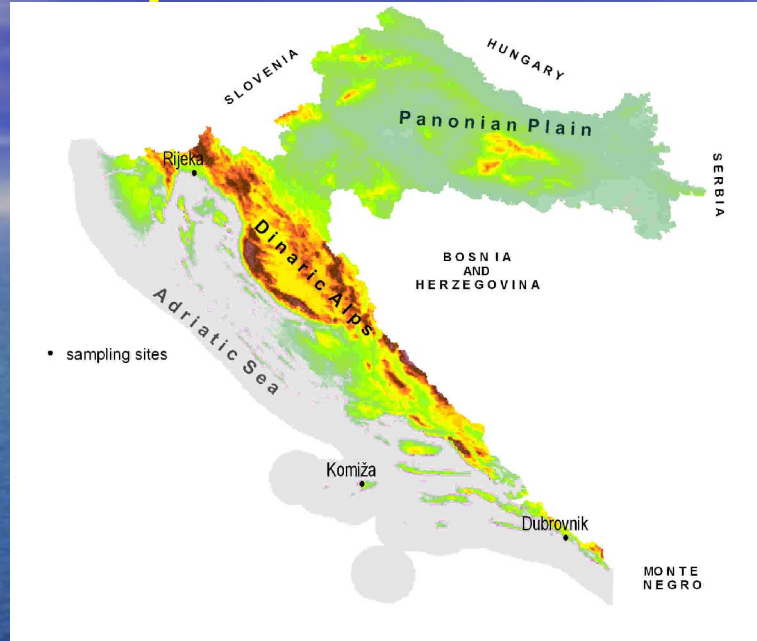
**razdoblje: 2001. – 2010.**

**tri postaje (2 obalne, 1 otočna)**

## Područje istraživanja



**Rijeka**  
brodogradilište, luka,  
rafinerija nafte, naftna  
industrija, koksara, TE,  
lokalna industrija, gust  
cestovni i pomorski  
promet, kućna ložišta



**Dubrovnik**  
nema većih lokalnih  
antropogenih izvora  
onečišćenja, jak  
utjecaj mora (jugo)



**Komiža**  
ribarsko mjesto, nema  
većih lokalnih  
antropogenih izvora  
onečišćenja, jak utjecaj  
mora (jugo)

## **Materijali i metode**

### **Uzorkovanje**

Bulk, dnevni uzorci, PE boce, meteo protokol (07 – 07 CET)

### **Kemijska analiza**

kemijski laboratorij u DHMZ-u , EMEP upute pH, ionska kromatografija

### **Statistička obrada**

srednje koncentracije volumno otežane količinom oborine

**mokro taloženje  $[g/m^2] = C_{vw} [mg/L] \times RR [L/m^2]$**



## Rezultati i rasprava

### Kvaliteta oborine

Parameter	Rijeka	Dubrovnik	Komiža
N	1107	904	775
RR <sub>tot</sub> (L/m <sup>2</sup> )	1525.8	1216.4	832.7
Efficiency (%)	99.1	98.7	98.7
pH <sub>avg</sub>	5.09	5.63	5.48
pH <sub>min</sub>	3.28	4.27	3.94
pH <sub>max</sub>	8.74	8.06	8.06

**Sjeverni Jadran – još uvijek kisela (1981-1995: 4.75; 1981-2006: 4.83)**

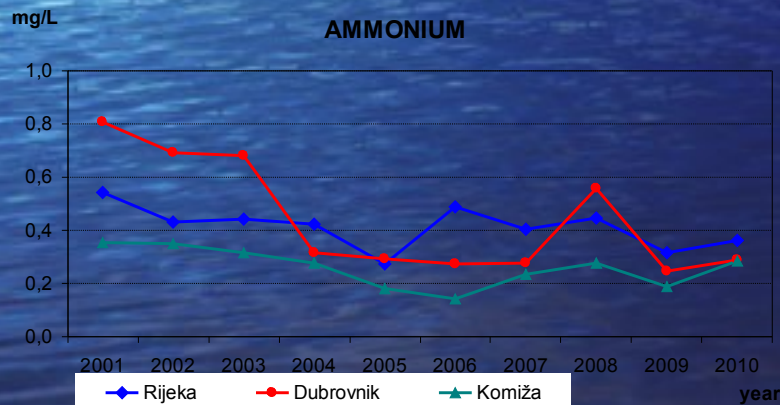
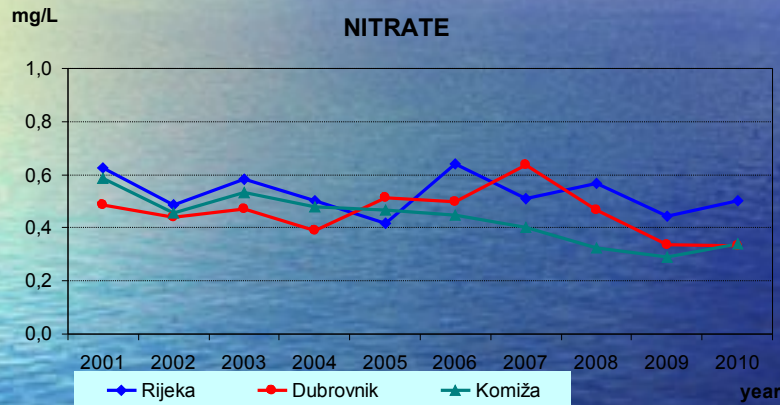
**Otok – umjereno kisela (1981-2006: 5.63)**

**Južni Jadran – nije kisela (1981-1995: 5.12; 1981-2006: 5.53)**

**Postotak kiselih oborina: 20% - 50%, širok raspon pH**

# Kvaliteta oborine

Parameter	Rijeka	Dubrovnik	Komiža
$(\text{NO}_3^- - \text{N})_{\text{avg}}$ (mg/L)	0.52	0.44	0.42
$(\text{NH}_4^+ - \text{N})_{\text{avg}}$ (mg/L)	0.41	0.42	0.26



**Nitrati značajno niži u posljednjoj dekadi**

( $Ri_{1981-1995}$ : 0.94;  $Ri_{1981-2006}$ : 0.84

$Du_{1981-1995}$ : 0.78;  $Du_{1981-2006}$ : 0.72,

$Ko_{1981-2006}$ : 0,54)

**Slične koncentracije na sve tri postaje  
Amonij u prosjeku podjednak uz obalu, niži  
na otoku**

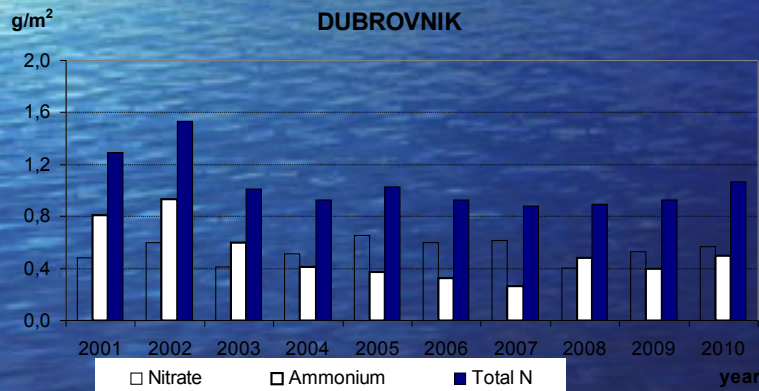
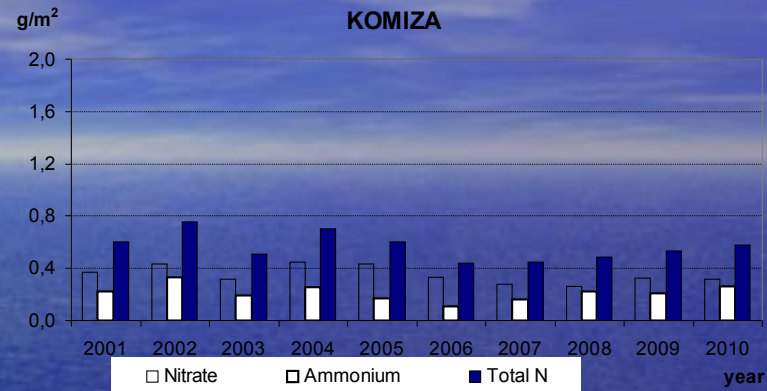
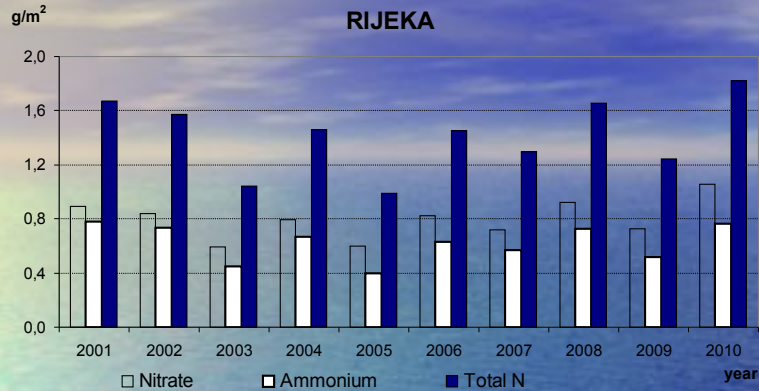
**Dubrovnik: znatno više konc.. 2001-2004,  
2008**

**Sjeverni Jadran: 46% niže ( $Ri_{1981-1995}$ : 0.88;  $Ri_{1981-2006}$ : 0.90)**

**Južni Jadran: 40% niže ( $Du_{1981-1995}$ : 0.50;  $Du_{1981-2006}$ : 0.74)**

**Otok: 10% niže ( $Ko_{1981-2006}$ : 0.29)**

# Mokro taloženje dušika



**Rijeka: 0.99-1.82 g/m<sup>2</sup>, 53-60% nitrati  
lokalna industrija, gust promet  
Nitrati ↓ 50%, amonij ↓ 56%**

**Dubrovnik: 0.87-1.53 g/m<sup>2</sup>,  
53-70% nitrati, u 4 godine amonij  
prevladava (poljoprivredna područja u  
zaleđu, utjecaj mora)  
Nitrati ↓ 36%, amonij →**

**Komiža: 0.44-0.76 g/m<sup>2</sup>, 54-76% nitrati**

**1981-1995 (Đuričić et al, MAP Technical Report, 2001)**

**1 - 4 g/m<sup>2</sup> ukupnog N**



**1 - 2 g/m<sup>2</sup> udaljeni izvori**

**1 - 2 g/m<sup>2</sup> lokalni izvori (sjeverni i srednji Jadran)**

**2001-2010**

**0.4 – 1.8 g/m<sup>2</sup> ukupnog N**



**0.4 – 0.8 g/m<sup>2</sup> udaljeni izvori**

**0.5 g/m<sup>2</sup> (južni); 1 g/m<sup>2</sup> (sjeverni) lokalni izvori**

## **Zaključak**

- **Sjeverni Jadran je još uvijek pod utjecajem kiselih kiša**
- **Ukupno mokro taloženje N: 0.44 – 1.82 g/m<sup>2</sup>**  
**0.4 – 0.8 g/m<sup>2</sup> utjecaj udaljenih izvora onečišćenja**  
**0.5 g/m<sup>2</sup> (južni), 1 g/m<sup>2</sup> (sjeverni)**  
**lokalni izvori onečišćenja**
- **Mokro taloženje nitrata: 50 – 70% ukupnog taloženja N**
- **Mokro taloženje nitrata smanjilo se za 36% (južni),**  
**50% (sjeverni)**
- **Mokro taloženje amonija smanjilo se za 56% (sjeverni)**

**I dalje je potrebna kontrola jer su koncentracije dušikovih spojeva koje dolaze iz atmosfere na Jadransko more 4 puta veće od pozadinskih konc.**





***HVALA NA PAŽNJI!***