

# Procjena stanja okoliša u Republici Hrvatskoj s obzirom na izvore zagađenja i onečišćenja

---

Požega, Monika

Master's thesis / Diplomski rad

2018

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:011205>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-06**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



FSVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Diplomski studij rudarstva

**PROCJENA STANJA OKOLIŠA U REPUBLICI HRVATSKOJ S OBZIROM NA  
IZVORE ZAGAĐENJA I ONEČIŠĆENJA**

Diplomski rad

Monika Požega

R 185

Zagreb, 2018.

PROCJENA STANJA OKOLIŠA U REPUBLICI HRVATSKOJ S OBZIROM NA IZVORE  
ZAGAĐENJA I ONEČIŠĆENJA

Monika Požega

Diplomski rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu  
Rudarsko-geološko-naftni fakultet  
Zavod za rudarstvo i geotehniku  
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

Sažetak

Diplomski rad opisuje utjecaj različitih pritisaka opterećenja okoliša uz objašnjenje o njihovom načinu djelovanja na okoliš. Također je opisan utjecaj porasta broja stanovnika kao jednog od ključnih čimbenika utjecaja na okoliš. Za vizualni prikaz svih izvora zagađenja, u radu je korišten Geografski informacijski sustav pomoću kojega su prikazane sve lokacije izvora na području Republike Hrvatske. Cilj rada je utvrđivanje zona s najvećim utjecajem na okoliš u Republici Hrvatskoj.

Ključne riječi: okoliš, zagađenje, onečišćenje, GIS

Diplomski rad sadrži: 60 stranica, 4 tablica, 21 sliku i 30 referenci.

Jezik izvornika: Hrvatski

Pohrana rada: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb

Mentor: Dr. sc. Želimir Veinović, docent, RGNF

Ocjenjivači: Dr. sc. Želimir Veinović, docent, RGNF  
Dr. sc. Dario Perković, docent, RGNF  
Dr. sc. Dubravko Domitrović, docent, RGNF

Datum obrane: 16.11.2018. Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu

ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT IN THE REPUBLIC OF CROATIA WITH  
REGARD TO SOURCES OF POLLUTION AND CONTAMINATION

Monika Požega

Thesis completed at: University of Zagreb  
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering  
Institute of Mining and Geotechnical Engineering  
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Abstract

This thesis describes the influence of different environment pressures with an explanation of their way of causing pollution and contamination of the ground, water and air. The impact of population growth is also described as one of the key factors related to the highest environmental pressures. For the visualization of all sources of pollution, a Geographic Information System was used in this thesis, which shows all source locations in the Republic of Croatia. The aim of the thesis is to determine the locations with the highest impacts in the Republic of Croatia.

Keywords: environment, pollution, pressures, GIS

Thesis contains: 60 pages, 4 tables, 21 figures and 30 references

Original in: Croatian

Archived in: Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Pierottijeva 6, Zagreb

Supervisors: Assistant Professor Želimir Veinović, PhD

Reviewers: Assistant Professor Želimir Veinović, PhD  
Assistant Professor Dario Perković, PhD  
Assistant Professor Dubravko Domitrović, PhD

Defence date: 16.11.2018. Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, University of Zagreb

SADRŽAJ	
POPIS SLIKA .....	1
POPIS TABLICA .....	1
1. UVOD.....	2
2. ANTROPOGENI ČIMBENICI OKOLIŠA .....	3
2.1. Promet.....	8
2.1.1. Cestovni promet .....	11
2.1.2. Željeznice .....	13
2.1.3. Zračni promet .....	14
2.1.4. Pomorski promet .....	15
2.1.5. Riječni promet .....	16
2.2. Industrija i poljoprivreda .....	17
2.2.1. Industrija.....	17
2.2.2. Poljoprivreda .....	21
2.3. Odlagališta otpada.....	24
2.3.1. Komunalni otpad .....	27
2.3.2. Tehnološki otpad.....	29
2.3.3. Opasni otpad.....	32
2.4. Naselja .....	32
2.5. Ostali čimbenici .....	35
2.5.1. Turizam .....	36
2.5.2. Prirodni izvori .....	38
2.5.3. Ratna zbivanja.....	39
2.5.4. Groblja.....	40
2.5.5. Divlja odlagališta (azbesta) .....	41
2.5.6. Termoelektrane.....	43
3. GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SUSTAV – GIS .....	44
3.1. Baze podataka .....	45
3.2. Web GIS .....	46
4. GIS ANTROPOGENIH ČIMBENIKA OKOLIŠA U REPUBLICI HRVATSKOJ .....	48
6. RASPRAVA I ZAKLJUČAK .....	56
7. LITERATURA .....	58

## POPIS SLIKA

<b>Slika 2-1</b> Glavni koraci u postupku procjene rizika (Agencija za ugljikovodike, 2017).....	4
<b>Slika 2-2</b> Koraci primjene rizika za okoliš (Kaštelan-Macan i Petrović, 2013) .....	5
<b>Slika 2-3</b> Zagađenje okoliša od izvora do primatelja (Kaštelan-Macan i Petrović, 2013) ...	6
<b>Slika 2-4</b> Staklenički plinovi u % (Birin, 2015).....	9
<b>Slika 2-5</b> Onečišćujuće tvari u zrak iz prometa (Agencija za zaštitu okoliša, 2014).....	10
<b>Slika 2-6</b> Fotokemijski smog (Crvelin, n.d.).....	12
<b>Slika 2-7</b> Zračne luke u Republici Hrvatskoj (Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2018) .....	15
<b>Slika 2-8</b> Nastanak i utjecaj kiselih kiša (Ćaćić, 2009).....	20
<b>Slika 2-9</b> Potrošnja mineralnih gnojiva (Agencija za zaštitu okoliša, 2014) .....	22
<b>Slika 2-10</b> Poljoprivredne površine u sustavu konvencionalne, integrirane i ekološke proizvodnje u Hrvatskoj (Agencija za zaštitu okoliša, 2014).....	24
<b>Slika 2-11</b> Hijerarhija upravljanja otpadom (Briški, 2016) .....	26
<b>Slika 2-12</b> Prijenos zagađivala u vodenom okolišu (Kaštelan-Macan i Petrović, 2013) ....	35
<b>Slika 2-13</b> Prikaz područja izloženima riziku od požara (ArcGIS, 2018) .....	39
<b>Slika 2-14</b> Prikaz popunjenosti Markovog polja (Samec, 2017) .....	41
<b>Slika 2-15</b> Karta lokacija odlagališta azbesta .....	42
<b>Slika 4-1</b> Karta linijskog prometa Republike Hrvatske .....	50
<b>Slika 4-2</b> Karta industrijskih utjecaja u Republici Hrvatskoj .....	51
<b>Slika 4-3</b> Karta gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj.....	42
<b>Slika 4-4</b> Karta utjecaja naselja u Republici Hrvatskoj .....	53
<b>Slika 4-5</b> Područja ekološke mreže u Republici Hrvatskoj.....	54
<b>Slika 4-6</b> Karta ukupnih utjecaja na okoliš u Republici Hrvatskoj .....	55

## POPIS TABLICA

<b>Tablica 2-1</b> Onečišćujuće tvari cestovnog prometa (Briški, 2016) .....	12
<b>Tablica 2-2</b> Potrošnja fosilnih goriva u Europskoj uniji i Republici Hrvatskoj u 2015. godini (PowerLab, 2018) .....	18
<b>Tablica 2-3</b> Mjere postupanja s otpadom iz različitih djelatnosti (Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, 1998).....	29
<b>Tablica 2-4</b> Mjere postupanja s otpadom iz različitih djelatnosti (nastavak) (Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, 1998).....	31

## 1. UVOD

Do pojave industrijske revolucije, odnos čovjeka prema prirodi temeljio se na održivim obilježjima, a postupnim oblikovanjem okoliša, čovjek ga započinje prilagođavati svojim potrebama u mjeri koja tada nije previše utjecala na njegovu prirodnu ravnotežu. Danas je taj odnos narušen jer s razvojem tehnologije i povećanjem zahtjeva za zadovoljenjem vlastitih potreba, čovjek u iznimno velikoj mjeri utječe na prirodnu ravnotežu i uništava brojne ekološke sustave. Koristeći prirodne resurse, iste kultivira na različite načine te time oblikuje svoj vlastiti okoliš koji nije u skladu s prirodnim. S takvim ljudskim djelovanjem pojavile su se prve ekološke katastrofe, čime se odnos čovjeka prema prirodi počeo mijenjati uz promicanje svijesti o ograničenosti resursa kao važnom čimbeniku zaštite okoliša. Stvaranjem neravnoteže između gospodarskog rasta i prirodnog okoliša, neophodno je osiguranje kvalitete okoliša kako bi se u što većoj mjeri sačuvali prirodni resursi.

Industrijski razvoj i ekonomski napredak u posljednjih je godina pozitivno utjecao na životni standard stanovnika. Broj stanovnika se u odnosu na prošlost udvostručio što je izazvalo veliki pritisak na okoliš te u velikoj mjeri utjecalo na iscrpljivanje prirodnih neobnovljivih resursa i smanjivanje ili nestanak pojedinih vrsta u biosferi. S obzirom na pojavu brojnih štetnih utjecaja uslijed antropogenih aktivnosti, zadnjih godina intenzivno raste svijest o potrebi zaštite i očuvanja okoliša.

U diplomskom radu objašnjeni su štetni utjecaji koji se javljaju prilikom antropogenih aktivnosti te na koji način utječu na sastavnice okoliša s obzirom na vrstu pritiska (na tlo, zrak i vodu). Opisano je djelovanje Geografskog informacijskog sustava (GIS) pomoću kojega su prikazane sve lokacije u Republici Hrvatskoj na kojima djeluju pritisci na okoliš. Cilj rada bio je utvrditi lokacije najveće količine pritiska u Republici Hrvatskoj.

## 2. ANTROPOGENI ČIMBENICI OKOLIŠA

U odnosu na prošlost, značaj onečišćenja danas ima sve veću ulogu. U pogledu erozije tla, povećanju ozonske rupe, klimatskih promjena te zagađenja voda, antropogeni uzročnici onečišćenja imaju dalekosežnije i ozbiljnije posljedice od prirodnih onečišćivača.

Antropogeni uzročnici onečišćenja okoliša nastaju isključivo ljudskim djelovanjem te se sukladno tome mogu podijeliti na (M. Črnjar i K. Črnjar, 2009):

- 1) Nagli rast stanovništva i urbanizacije,
- 2) Razvoj industrije i energetike,
- 3) Razvoj prometa i prometne infrastrukture,
- 4) Povećanje količine otpada,
- 5) Razvoj poljoprivrede,
- 6) Razvoj masovnog turizma.

Problem utjecaja antropogenih djelovanja na okoliš znači i pojavu rizika za okoliš. Nakon što jednom dospije u okoliš, zagađivalo se dalje širi zrakom, vodom, tlom, živim organizmima i hranom. Način širenja ovisi o izvoru ispuštanja i vrsti, a sam proces procjene rizika obuhvaća postupke identificiranja opasnosti i kvantificiranja rizika za ljudsko zdravlje i oštećenja ekosustava.

Procjena rizika za okoliš uključuje (Kaštelan-Macan i Petrović, 2013):

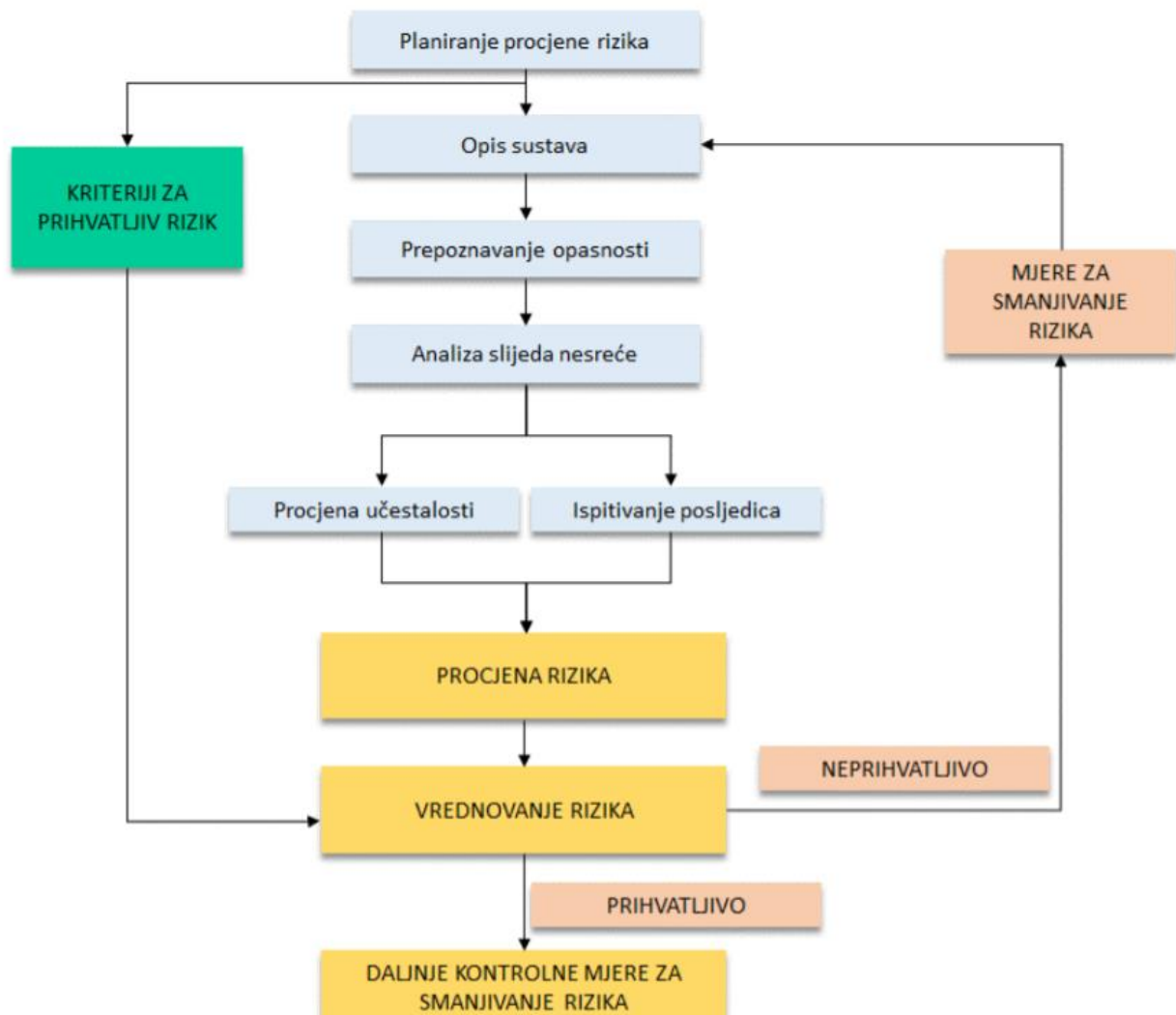
- a) Procjenu rizika za ljudsko zdravlje,
- b) Procjenu ekološkoga ili eko toksikološkog rizika,
- c) Procjenu rizika od specifičnih industrijskih primjena kojima se ispituju pokazatelji promjene u ljudima, biološkim uzrocima ili ekosustavima.

Kaštelan-Macan i Petrović (2013) navode da općenito rizik ovisi o:

- a) Količini kemikalija u različitim medijima u okolišu (vodi, tlu i/ili zraku),
- b) Vremenu u kojemu su osoba ili ekološki primatelj bili izloženi onečišćenom okolišu,
- c) Toksičnosti kemikalije.



Proces procjene rizika započinje prihvaćanjem ideje o potrebi pokretanja postupka upravljanja rizikom, nakon čega slijedi identifikacija opasnosti te analiza slijeda štetnog događaja i utvrđivanje posljedica. Na slici broj 2-1 prikazani su glavni koraci u postupku procjene rizika.



**Slika 2-1** Glavni koraci u postupku procjene rizika (Agencija za ugljikovodike, 2017)



Na prijenos onečišćujuće tvari mogu utjecati (Kaštelan-Macan i Petrović, 2013):

- a) Meteorološki uvjeti (brzina vjetera, temperatura i relativna vlažnost zraka, globalno sunčevo zračenje i stabilnost atmosfere),
- b) Razina na kojoj dolazi do ispuštanja (na prizemnim razinama u cestovnom prometu ili na velikim visinama iz dimnjaka),
- c) Lokalne i regionalne geografske značajke te
- d) Vrsta izvora (točkasti ili difuzni izvor).

Na slici broj 2-3 prikazan je proces prijenosa zagađivala.



**Slika 2-3** Zagađenje okoliša od izvora do primatelja (Kaštelan-Macan i Petrović, 2013)

Aktivni izvori zagađenja su oni koji zasigurno emitiraju zagađenje te mogu biti stalni i povremeni. Stalni izvori emitiraju se cijelo vrijeme promatranja te na iste ne utječu hidrološki uvjeti. Dije se na:

- a) Točkaste izvore - industrijski influenti, uređaji za pročišćavanje otpadnih voda, drenažne rudničke vode, riblje farme, septičke jame i dr.,
- b) Raspršeni ili difuzni izvori - poljoprivredna aktivnost na navodnjavanim površinama.

U stalne izvore zagađenja pripadaju i oni izvori koji bi u idealnim uvjetima trebali pripadati potencijalnim izvorima zagađenja (npr. kanalizacijska mreža, odlagališta komunalnog i industrijskog otpada, divlja odlagališta i napuštene šljunčare).

Potencijalni izvori zagađenja dijele se na:

- a) Točkaste izvore - lokacije istjecanja oborinskih otpadnih voda, odlagališta jalovine u otvorenim površinskim kopovima, odlagališta stajskoga gnojiva i ostalog otpadnog materijala s farmi te
- b) Difuzne izvore - poljoprivredna aktivnost, sustavi odvodnje oborinskih otpadnih voda i pošumljavanje.

U normalnim prilikama, potencijalni izvori zagađenja ne emitiraju onečišćujuće tvari, već do njihove emisije dolazi radi različitih kvarova, nepažnje ili drugih sličnih okolnosti.

Za razliku od voda i zraka, tlo je neobnovljivi dio prirodnog okoliša jer se jednom uništeno tlo teško vraća u svoje prirodno stanje. Oštećenje tla uzrokovano je ljudskom djelatnošću, od izgradnje urbanih područja, prometnica, energetskih i industrijskih postrojenja i odlagališta otpada do zagađenja prouzrokovanoga kemijskim, biološkim i fizikalnim promjenama. Stupanj onečišćenja i zagađenja povećava se i promjenom geokemije okoliša, a ključni geokemijski procesi mogu biti ekstrakcija kemijskih elemenata iz prirodnog okoliša, transformacija složenih kemijskih spojeva i premještanje zagađivala u okolišu.

Nekoliko biotičkih i abiotičkih procesa pridonosi razgradnji i transformaciji kemijskih spojeva u okolišu, a prvenstveno su to abiotička razgradnja koja se javlja pod utjecajem svjetlosti (fotoliza) i vode (hidroliza) te biotička razgradnja i bioakumulacija. Zagađenje tla dobrim je dijelom vezano uz zagađenje njegove vodene faze, a glavnina ljudske aktivnosti odnosi se na izravnu i neizravnu uporabu zemljišta, dok njegova ekspanzija predstavlja sve veće zahtjeve za zemljištem.

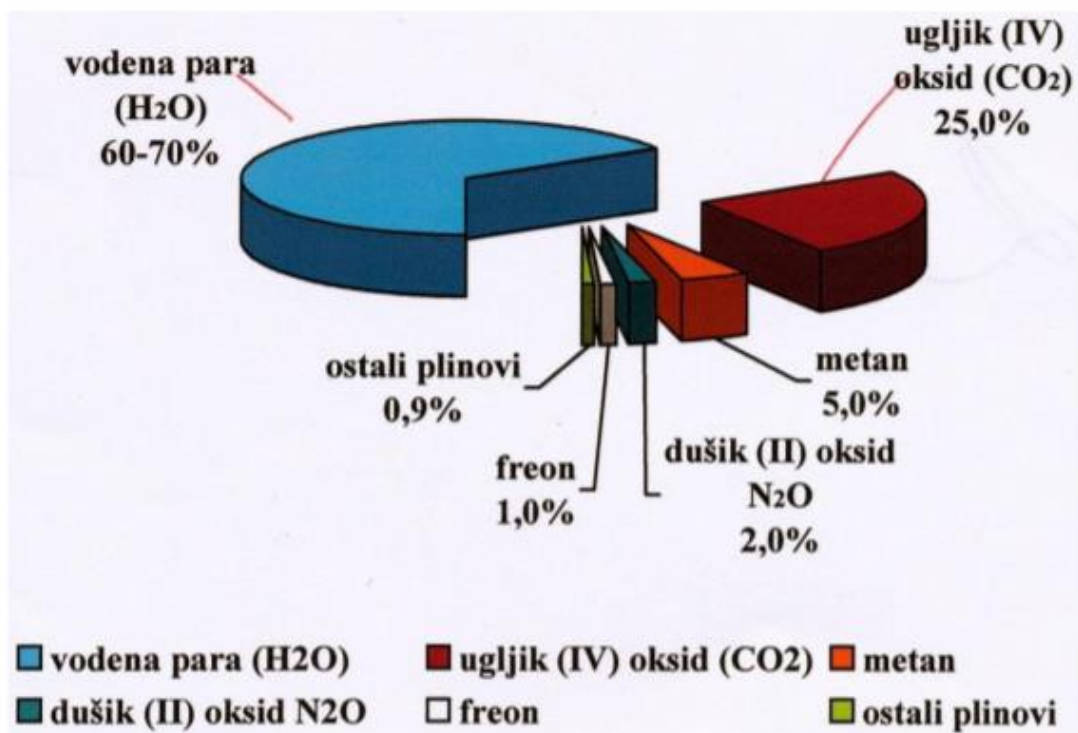
## 2.1. Promet

Promet predstavlja sastavni dio ljudskih aktivnosti, utječe na kakvoću života te ostavlja određene probleme u okolišu. Njegov negativan utjecaj na okoliš očituje se u stalnom povećanju emisija štetnih tvari u zrak kao posljedice stalnog porasta broja motornih vozila, potrošnje motornih goriva te nesreća. Posljednjih godina, naročito u razvijenim zemljama, porasla je uporaba bezolovnog benzina čime se smanjila emisija olova na okoliš. Ipak, porasla je potrošnja dizelskih goriva čime su se povećale emisije čestica i sumpor oksida. Prometna aktivnost nepovoljno utječe na okoliš, ljudsko zdravlje i gospodarstvo, a učinak prometa na okoliš M. Črnjar i K. Črnjar (2009) dijele u tri kategorije:

- 1) Lokalni utjecaj - utječe na osobe koje se nalaze u područjima odvijanja prometnih aktivnosti (buka, lokalni onečišćivači),
- 2) Prekogranični utjecaj - može štetno djelovati na okolna područja (plinovi koji dovode do nastanka kiselih kiša) i
- 3) Globalni utjecaj - utjecaj na sastav atmosfere (emisije stakleničkih plinova).

Pokretni izvori onečišćenja vežu se uz prijevozna sredstva koja ispuštaju onečišćujuće tvari u zrak iz cestovnog prometa (motorna vozila i poljoprivredni strojevi) te pokretni strojevi kao što su npr. buldožeri, gusjeničari, pokretne dizalice, lokomotive, plovni objekti i zrakoplovi.

Jedan od najvećih problema je emisija stakleničkih plinova (vodena para  $H_2O$ , ugljik (IV) oksid  $CO_2$ , metan  $CH_4$ , dušik (II) oksid  $N_2O$ , klorofluorouglijci (freoni – CFC; freon 11-CC 13F; freon A2-CC 12 F2), ozon u troposferi  $O_3$ , sumpor (IV) oksid  $SO_2$ ) a njihov udio u atmosferi može se vidjeti na slici 2-4.



**Slika 2-4** Staklenički plinovi u % (Birin, 2015)

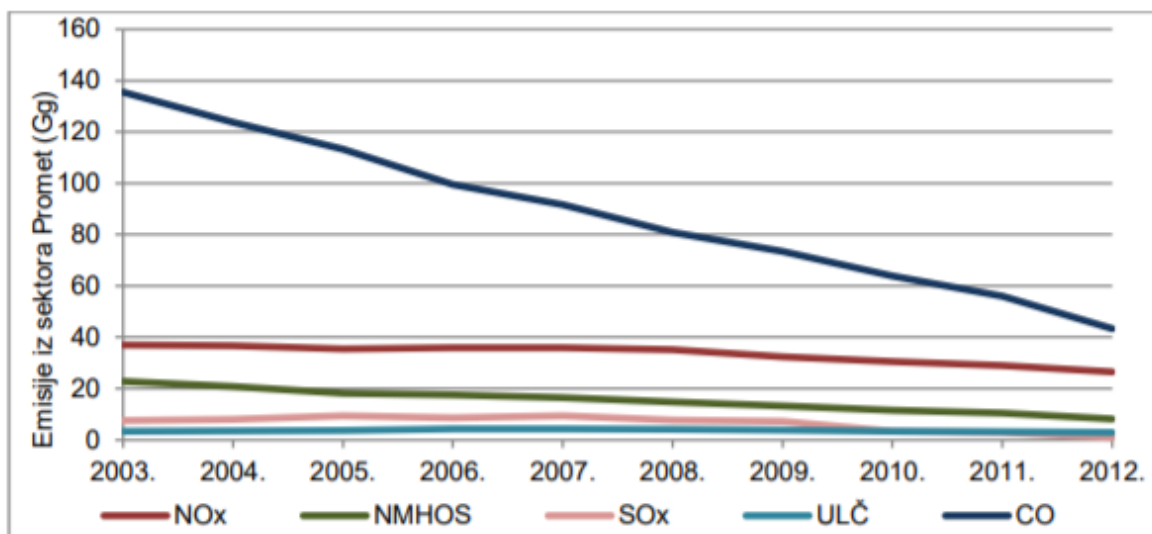
Prometni sustav čini infrastrukturni segment gospodarstva s iznimnim značajem za funkcioniranje gotovo svih gospodarskih i društvenih djelatnosti svake zemlje, za život stanovništva i za uključivanje u međunarodne tokove robe i putnika. U području statistike prometa potrebno je razlikovati pojmove prijevoz i promet. Prijevoz podrazumijeva kretanje putnika ili tereta od jednog do drugog mjesta i predstavlja rad prometnih poduzeća, dok se pod pojmom promet podrazumijeva protok putnika ili tereta u određenom prometnom čvoru kao što su luke, pristaništa, zračne luke i sl.

Prema Državnoj upravi za zaštitu prirode i okoliša (1998), promet označava jednu od glavnih odrednica aktivnosti u okolišu:

- a) Rast broja vozila rezultira stalnim pritiskom na korištenje energije, emisije ugljičnog dioksida, onečišćenje zraka putem onečišćivača kao što su ozon, hlapivi organski spojevi te NO<sub>x</sub>,
- b) U gradskim područjima ljudi su izloženi visokim razinama onečišćenja i buke,
- c) Regionalni i lokalni problemi onečišćenja sve više rastu, a tome značajno doprinosi i promet,

- d) Količina vozila i obujam prometa u stalnom su porastu, što vodi ka prekomjernim razinama prometne zakrčenosti u gradskim područjima i rastućim pritiscima onečišćenja zraka,
- e) S brojem vozila povećava se broj olupina tj. rastu količine otpada te
- f) Pomorski promet tankerima i brodovima s opasnim teretom duž obale realna je opasnost s nesagledivim posljedicama za obalu i more.

Promet značajno doprinosi emisijama onečišćujućih tvari u zrak: NO<sub>x</sub> s 45%, NMHOS (nemetanski hlapivi organski spojevi) s 11,85%, ukupne lebdeće čestice (ULČ) s 10,9%, CO s 15,5% te Pb s 91,4%. U trendu emisija onečišćujućih tvari iz prometa (slika 2-5) vidljivo je da emisije CO i NMHOS značajnije opadaju, dok se i ostale blago smanjuju. Prema Prijedlogu izvješća o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj, u razdoblju od 2003. do 2012. godine emisije SO<sub>x</sub> smanjene su za 89,1% zbog uporabe goriva s nižim sadržajem sumpora (do 10 mg/kg), emisije CO smanjene su za 68,1% radi većeg udjela vozila s katalizatorom, a i emisije NMHOS pokazuju padajući trend (64,4%).



**Slika 2-5** Onečišćujuće tvari u zrak iz prometa (Agencija za zaštitu okoliša, 2014)

### 2.1.1. Cestovni promet

Negativan utjecaj prometa na okoliš vrlo je jak i danas prometni sustavi nisu održivi u odnosu na okoliš. Dinamičan razvoj cestovnog prometa izazvao je nepredvidive i nepoželjne posljedice za čovjeka i za okoliš, dok se s pojavom prevelikih koncentracija štetnih tvari u okoliš javlja obaveza ugradnje sustava za pročišćavanje produkata izgaranja (katalizatora) u novim vozilima. Gospodarski rad uzrokuje nagli rast cestovnog prometa, s čijom se pojavom javljaju problemi zauzimanja prostora u okolišu, povećanje buke i vibracija, trošenje energije te onečišćenje vode i tla. Daljnje povećanje uporabe zemljišta za potrebe prometne infrastrukture očekuje se i dalje, a emisije dušičnih oksida, ugljičnog monoksida, krutih čestica i hlapljivih organskih spojeva mogu samo rasti.

Ispušni plinovi NO<sub>x</sub>, CO i neizgoreni ugljikovodici, kao i čestice ugljika (C) iz transportnih sredstava izrazito onečišćuju zrak uz prometnice, a pri povoljnim meteorološkim uvjetima nastaje i fotokemijski smog (slika 2-6). Upravo iz tog razloga, SAD i Japan prvi su uveli propise o ograničavanju ispuštanja ovih onečišćujućih tvari u zrak, dok su Europa i većina razvijenih zemalja uvele propise o sprečavanju onečišćenja zraka od cestovnog prijevoza, pa je automobilska industrija bila prisiljena proizvesti motore s poboljšanim izgaranjem goriva, katalitičkom konverzijom ispušnih plinova i ugrađenim filtrima za uklanjanje sitnih čestica. Zahvaljujući uvođenju mjera za ograničavanje ispuštanja onečišćujućih tvari iz transportnih sredstava, danas je znatno poboljšana kakvoća zraka u područjima gdje se odvija intenzivni promet. U uvjetima nepotpunog izgaranja ravnoteža se mijenja, jer može doći do emisije nesagorivih ugljikovodika i nastajanja različitih među-produkata izgaranja (ugljkov monoksid (CO), alkoholi, aldehidi, dioksini i aromatski spojevi). Uslijed reakcija toplinske razgradnje mogu nastati ugljikovodici različiti od primarno prisutnih u gorivu, dok većina fosilnih goriva sadržava sumpor i dušik.





**Slika 2-6** Fotokemijski smog (Crvelin, n.d.)

U tablici 2-1 prikazane su najčešće onečišćujuće tvari koje se nalaze u cestovnom prometu te njihov postotak koji dopijeva u zrak.

**Tablica 2-1** Onečišćujuće tvari cestovnog prometa (Briški, 2016)

Onečišćujuća tvar	Lebdeće čestice	CO	Nox = NO + NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	Neizgoreni ugljikovodici
%	6,5	76,7	42,7	2,3	59,7

Automobilski promet utječe na okoliš na sljedeće načine (Lambaša-Belak, n.d.):

- 1) Zrak - sagorijevanjem goriva cestovna vozila izbacuju u atmosferu CO, ugljikovodike, čađu, dim, dušikove okside (NO<sub>x</sub>), Pb i njegove spojeve te SO<sub>2</sub>,
- 2) Otpadne vode - nastaju trošenjem pneumatika i proširenih slojeva kolnika,
- 3) Degradira okoliš oduzimanjem površina prethodno korištenih u druge svrhe,
- 4) Prometna mreža oduzima oko 1-3% površine Zemlje i to na mjestima gdje je velika potreba za drugim načinom korištenja,
- 5) U gradovima zauzima oko 20-50% ukupne urbane mreže (potrebna površina za parkiranje jednog osobnog automobila je oko 10 m<sup>2</sup>).

Cestovna vozila također su izvor buke radi svojeg pogonskog sustava i kontakta guma s površinom kolnika. Dok je u gradskoj vožnji najveći izvor buke motor, vožnjom na autocesti najveću buku proizvode gume i ispuh.

Utjecaj cestovnog prometa na stanje kvalitete vode može se promatrati na sljedeće načine:

- 1) U tijeku izgradnje ceste - izvedbom zemljanih radova, primjenom neodgovarajućeg građevnog materijala, lokacijom i održavanjem gradilišta, skladišta, servisa i
- 2) U tijeku održavanja i eksploatacije cesta uslijed trošenja guma, izgaranja motora, prosipanja goriva i tereta te primjene kemijskih sredstava protiv zaleđivanja.

Većina cestovnih prometnica (osim autocesta) nema odgovarajuće riješenu odvodnju onečišćenih voda s kolnika, niti potrebnu drenažu. Na kvalitetu okoliša utječu i stara i odbačena vozila, istrošene gume ili ulje. Mjere zaštite okoliša koje se mogu provoditi u slučaju automobilske prometa odnose se na kontrolu ispravnosti vozila, sniženje cijena bezolovnog benzina, uporabu alternativnih goriva i sl.

U cestovni promet uključen je gradski prijevoz pod kojim se podrazumijeva organizirani javni prijevoz putnika koji obavljaju poduzeća gradskog prometa (tramvajima i autobusima) u gradskim i prigradskim naseljima, kao i prijevoz do zračnih luka. Pokazatelj prometne situacije u odnosu na okoliš je i brojčano stanje vozila. Danas je prisutno povećanje broja motornih i osobnih vozila, ali i teretnih što ukazuje na još veće onečišćenje okoliša.

### 2.1.2. Željeznice

Utjecaj željezničkog prometa na okoliš u manjem je intenzitetu od cestovnog prometa jer zauzima manje prostora, stvara manje buke, a ista količina tereta prevezena željeznicom u odnosu na cestovni promet troši manje energije te samim time i manje onečišćuje okoliš. Gospodarski je isplativiji i ekološki prihvatljiviji ako se koristi električnom vučom vlakova, a za prijevoz masovnih tereta utroši se gotovo četiri puta manje energije nego kamionskim prijevozom. Prilikom prijevoza putnika razlike su još i veće jer se troši znatno manje energije nego prijevozom osobnim automobilom, a uštede se vežu uz posljedice velike mase vlakova, izbjegavanja čestog zaustavljanja i pokretanja te u smanjenju utroška goriva pri održavanju optimalne brzine. Hrvatske željeznice trenutno zaostaju u razvoju u odnosu na Europu, a to se u prvom redu očituje u nedovoljnom broju vrsta i kvaliteti usluga, još uvijek relativno niskoj tehničkoj razini kapaciteta te nedovoljnoj izgrađenosti željezničke mreže.

### 2.1.3. Zračni promet

Stroge mjere prisutne su glede čistoće goriva u zračnom prometu, a znakovit je i njegov utjecaj radi ispuštanja emisija stakleničkih plinova na velikim visinama gdje je zrak rijedak pa ista količina štetnih ispušnih tvari u većoj mjeri utječe na kvalitetu zraka. Posljednjih godina smanjio se utjecaj buke pri polijetanju i slijetanju zrakoplova, usprkos snažnom porastu ove vrste prometa. Tome su doprinijele stroge međunarodne mjere o bučnosti zrakoplova te njihova provedba, zabrana slijetanja bučnih zrakoplova i visoke pristojbe za iste u pojedinim zračnim lukama. Onečišćenje vode i tla u zračnom prometu povezano je s ispiranjem ili nošenjem vjetra emisije avionskog goriva, antifrizi i soli, dok izgradnja zračnih luka iziskuje velike potrebe za površinama i utječe na promjenu namjene ili nemogućnost određene namjene prostora. Utjecaj na biljni i životinjski svijet ograničen je na gravitacijsko područje same zračne luke (ptice, usitnjavanje staništa životinja).

Zrakoplovi nove generacije emitiraju manju buku i manju količinu štetnih ispušnih plinova, a u primjeni su također i restrikcije za upotrebu zrakoplova starije generacije, s ciljem njihovog postupnog uklanjanja iz prometa te su takve mjere sukladne međunarodnim konvencijama ICAO-a i ECAC-a. Na zračnim lukama uvodi se stalno praćenje utjecaja buke na okoliš. Na slici 2-7 prikazane su zračne luke u Republici Hrvatskoj.



**Slika 2-7** Zračne luke u Republici Hrvatskoj (Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2018)

#### 2.1.4. Pomorski promet

Geoprometni položaj Republike Hrvatske, kao obalne države s izlazom na Jadransko more, predstavlja veliku prometnu prednost i omogućuje pomorsku povezanost Hrvatske s drugim državama, kao i uključivanje u međunarodno tržište. Poveznica pomorskog i kopnenog prometa označava najvažnije točke na obali, čija je razvedenost pogodovala u stvaranju većeg broja luka i lučica. Velike prekomorske brodove može primiti sedam glavnih hrvatskih luka koje se nalaze na kopnenoj obali, a to su sjevernojadranske luke Pula i Rijeka, Srednjojadranske luke Zadar, Šibenik i Split te južnojadranske luke Ploče i Dubrovnik. Djelatnost Jadrolinije podrazumijeva trajektni promet s dužobalnom linijskom povezivanju hrvatske jadranske obale i u povezivanju obale s otocima, kao i konvencionalni putnički servis na relaciji kopno-otoci ili između otoka.

S obzirom na mjesto utjecaja, emisije pomorskog prometa dijele se na (Bolšec, 2017):

1) Emisije u zrak

- radi obavljanja lučkih djelatnosti (pretovara roba, utovara tekućih goriva za vlastite potrebe i dr.),
- kod prijevoza (emisije slijedom izgaranja pogonskog goriva uglavnom kod dieselskog goriva za koga su granice čistoće bitno tolerantnije nego li za cestovna vozila) i
- kod utovara, a osobito istovara nafte i naftnih derivata s tankera (emisije u zrak lako hlapljivih organskih spojeva).

2) Emisije u vode i more

- radi ispuštanja otpadnih voda s brodova i drugih vrsta otpada s brodova,
- radi istovara balastnih voda odnosno mora (koje potječu iz sasvim različitog ekološkog sustava od ekološkog sustava recipijenta (unos stranih vrsta i mikroorganizama)),
- radi nedovoljne predostrožnosti kod prijevoza tekućih tereta (istjecanje dijela nafte i naftnih derivata) i
- radi istjecanja tekućih tereta ili vlastitog goriva kod pomorskih havarija (brodoloma).

3) Utjecaji na tlo radi obavljanja lučkih djelatnosti (pretovari roba, utovari tekućih goriva za vlastite potrebe) te utjecaju na biljni i životinjski svijet devastacijom radi izgradnje luka, sidrišta i sl.

#### 2.1.5. Riječni promet

Status međunarodnih plovnih puteva u Republici Hrvatskoj imaju plovni putevi rijeka Sava do Siska, Drava do Osijeka i Dunava, a međunarodni status imaju i riječne luke u Sisku, Slavanskom Brodu, Osijeku i Vukovaru. S obzirom na europske trendove preusmjerenja većeg dijela prijevoza robe s cestovnog na kombinirani željeznički, riječni i pomorski promet, radi zaštite okoliša i smanjenja troškova prijevoza, riječni promet ima komparativne prednosti za intenzivniji razvitak. Pokretni izvori zagađenja zraka odnose se na prijevozna sredstva koja ispuštaju zagađivala u okoliš izgaranjem pogonskoga goriva. Otpadne vode potječu i od oborina koje ispiru brojne nečistoće s površina prometnica (izliveno motorno gorivo, pijesak i sol koji se u zimskom razdoblju koriste za posipanje cesta).

## 2.2. Industrija i poljoprivreda

Posljednjih desetljeća sve su povoljniji pokazatelji koji upućuju na pritisak industrije na okoliš. Promjene su vezane uz strože ekološko zakonodavstvo, veću energetske učinkovitost, napuštanje ranijeg načina proizvodnje koji je uzrokovao veće onečišćenje, kao i uključivanje poduzeća u dobrovoljne programe s ciljem smanjenja utjecaja na okoliš. Usprkos navedenim poboljšanjima, industrija još uvijek snosi odgovornost za značajno opterećenje okoliša u pogledu onečišćenja i otpada koje taj sektor stvara.

### 2.2.1. Industrija

Prije pojave industrijske revolucije, čovjek je za proizvodnju upotrebljavao svoju vlastitu snagu, snagu vode i životinja. Danas, osim što je velik potrošač sirovina i energije te pridonosi povećanju otpada i zagađenju zraka, vode i tla, industrija ima negativan utjecaj na okoliš. Različite grane industrije opterećuju okoliš emisijom štetnih tvari, dok industrija crpi prirodna bogatstva i predstavlja velikog potrošača neobrađenih sirovina. Velik dio njezinih sirovina pripada skupini neobnovljivih resursa koji se s vremenom iscrpljuju, dok se u manjoj mjeri koriste obnovljivi izvori poput sunčeve energije, vode i vjetra. Pojačana industrijalizacija povezana je i s povećanjem broja stanovnika. Sprječavanje negativnog utjecaja na okoliš moguće je planskim gospodarenjem, neprestanim ulaganjem u modernu i čistu tehnologiju te kontinuiranim praćenjem emisije štetnih tvari.

Industrija je bitan čimbenik gospodarskog rasta u Republici Hrvatskoj no isto tako veoma pridonosi onečišćenju okoliša. Posljednjih nekoliko desetljeća zabilježen je postupni pad utjecaja radi uvođenja najboljih raspoloživih tehnika (NRT) i energetske učinkovite tehnologije. Iako pokazuje napredak radi strože regulative u području zaštite okoliša, industrija još uvijek predstavlja opterećenje na okoliš radi velike količine onečišćenja.

Fosilna goriva jedini su ostatak organizama koji su prije više milijuna godina iz atmosfere izvlačili ugljik (Vrsalović-Presečki, 2018). Prilikom paljenja drva, oslobađa se ugljik koji nekoliko desetljeća ne kruži atmosferom, ali kada se koriste fosilna goriva, oslobađa se ugljik koji ne kruži milijunima godina te je takvo njegovo oslobađanje štetno za buduće generacije. Tri glavna oblika fosilnih goriva su ugljen, nafta (tekuće gorivo) i zemni plin (plinovito gorivo).

Tablica broj 2-2 prikazuje potrošnju fosilnih goriva u Republici Hrvatskoj u odnosu na Europsku uniju 2015. godine.

**Tablica 2-2** Potrošnja fosilnih goriva u Europskoj uniji i Republici Hrvatskoj u 2015. godini (PowerLab, 2018)

<i>Milijun tona ekvivalenata nafte</i>	<i>Europska unija</i>	<i>Republika Hrvatska</i>
Nafta	601.8	<b>3,6</b>
Ugljen	288.6	<b>0,67</b>
Plin	394.1	<b>2,8</b>

Glavni antropogeni izvori ispuštanja uglavnom se odnose na procese izgaranja fosilnih goriva pri proizvodnji toplinske, električne ili druge energije, procese izgaranja goriva u motornim vozilima, ali i na ostala industrijska postrojenja (npr. ne energetske izvori). Proučavanje antropogenog onečišćenja zraka odnosi se na onečišćujuće tvari koje se ispuštaju u zrak u obliku plinova i čestica, a koje izravno ili neizravno negativno utječu na fizikalne ili biološke sustave. Onečišćenju zraka također u velikoj mjeri pridonosi izgaranje ugljena, naftnih derivata i bio goriva na osnovi etanola i prirodnog plina, kao i spaljivanje čvrstog otpada i ispuštanje organskih i anorganskih ugljikovih spojeva. Tako onečišćen zrak negativno utječe na ljudsko zdravlje i okoliš, a posljedice su vidljive u obliku smoga u urbanim središtima, onečišćenja zraka u zatvorenom prostoru, kiselih kiša, oštećenja ozonskog sloja i globalnog zagrijavanja Zemlje. Zagađivala svojim reakcijama u atmosferi utječu na pojavu fotokemijskog smoga koji predstavlja mješavinu primarnih i sekundarnih zagađivala do kojih dolazi kada primarna zagađivala i hlapljivi organski spojevi budu izloženi sunčevom zračenju. Fotokemijski smog štetno utječe na okoliš, kao i na zdravlje ljudi, životinja i biljaka.

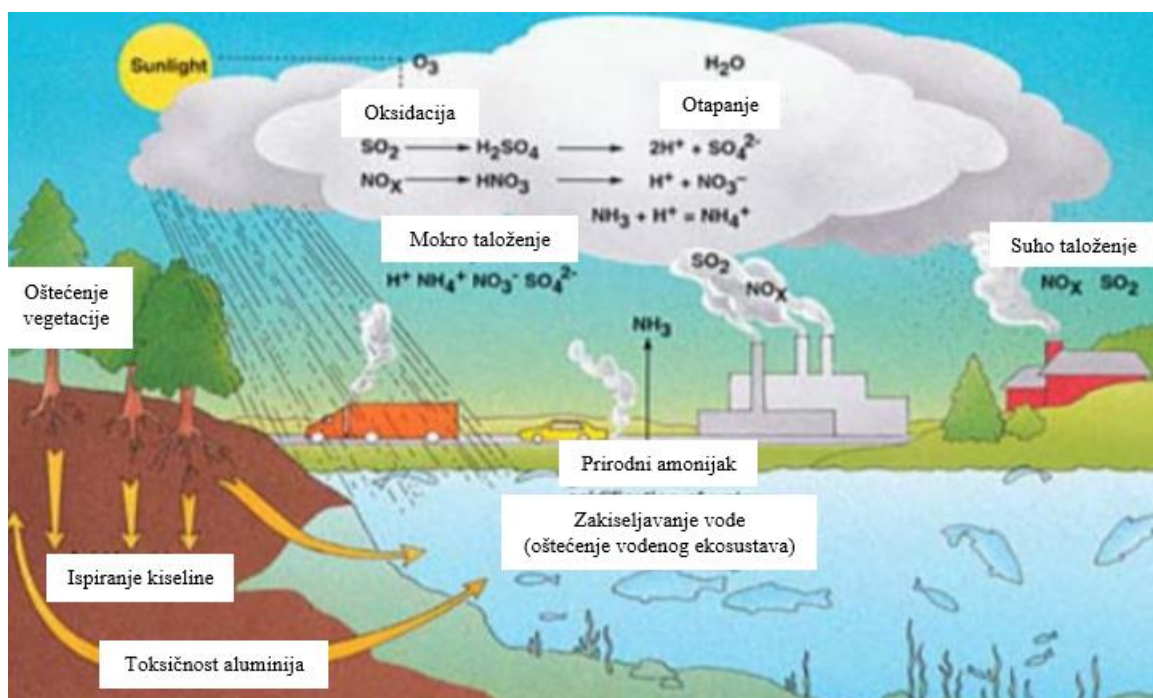
Energija koja se oslobađa prilikom izgaranja navedenih goriva potječe od ugljika i vodika, a s obzirom da ugljik uzrokuje klimatske promjene, gorivo je opasnije za čovječanstvo jer posjeduje više ugljika. Plinovi povezani s fosilnim gorivima utječu na okoliš tako što se zadržavaju u atmosferi čime nastaje efekt staklenika, a sadrže i radioaktivne tvari (uranij i torij) koje se svakodnevno ispuštaju u atmosferu te su izuzetno štetni za okoliš.

Ugljen je najrašireniji energent među raspoloživim zalihama fosilnih goriva, a u odnosu na poznate i raspoložive zalihe, njegova zastupljenost u potrošnji manja je u odnosu na tekuća i plinovita goriva. Posjeduje veliki ekološki utjecaj, nepraktičan je za korištenje u širokoj

potrošnji i koristi se uglavnom u velikim energetske postrojenjima (termoelektranama) za proizvodnju električne energije. Najveći nedostaci ugljena su ekološki utjecaj kod iskopavanja, veliki utjecaj na emisiju u atmosferi te ostaci izgaranja (pepeo) koji često sadrži sastojke koji zrače. U Hrvatskoj se većina ugljenokopa zbog nerentabilnosti zatvorila do 1970ih godina, a upotreba ugljena u industriji je toliko malo zastupljena da se ne smatra velikim onečišćivačem okoliša. Plinovita goriva (nafta) imaju najveću primjenu u transportu i industriji, dok je u elektroenergetici njihov udio nešto manji radi veće cijene. Također su investicijska ulaganja na tekuća goriva (loživo ulje) u izgradnji termoelektrana manja u odnosu na ugljen. Nedostaci plinovitih goriva su značajan utjecaj na okoliš (emisija u atmosferu - manji utjecaj nego kod ugljena), opasnost za okoliš u slučaju izlivanja te manja koncentracija zaliha u zemljama. Prirodni plin je smjesa plinovitih ugljikovodika s najvećim udjelom metana (75-95%) te je njegova potrošnja u elektroenergetici u stalnom porastu. Emisija je bitno manja u odnosu na čvrsta ili tekuća goriva, ali su nedostaci prirodnog plina relativno niska cijena te povećana opasnost od eksplozije i požara.

Emisija plinova u atmosferu ne uzrokuje samo onečišćenje zraka nego dovodi i do stvaranja kiselih kiša. Kisele kiše su padaline koje sadrže kiseline jače od  $\text{CO}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ . Obuhvaćaju sve vrste oborina kao što su kiša, snijeg, magla i rosa te označavaju sve kisele vrste koje dopijevaju iz atmosfere na površinu zemlje (kao što je prikazano na slici 2-8). Pojava kiselih kiša se kao globalni problem veže uz posljedice izgaranja fosilnih goriva, ugljena i nafte u kojima dolazi do emisije velikih količina sumporovog i dušičnog oksida. Kisele kiše očituju se u reduciranoj plodnosti tla gdje prilikom oslobađanja toksičnih sastojaka, kiseline u tlo izlučuju nutrijente te ostavljaju brojne štetne posljedice na vegetaciji, jezerskim ekosustavima radi poremećaja u životnom ciklusu riba i žaba te na građevinama radi trošenja građevinskog kamena.





**Slika 2-8** Nastanak i utjecaj kiselih kiša (Ćaćić, 2009)

Najzastupljenije onečišćujuće tvari zraku su ugljikov dioksid ( $CO_2$ ), oksidi sumpora izraženi kao sumporov dioksid ( $SO_2$ ), oksidi dušika izraženi kao dušikov dioksid ( $NO_2$ ), ugljikov monoksid ( $CO$ ) i čestice ( $PM_{10}$ ). Najveće količine ovih tvari ispuštaju se u proizvodnji cementa, cigle i crijepa, iz postrojenja za proizvodnju životinjskih i biljnih proizvoda iz sektora prehrane i pića, iz ispusta termoelektrana i iz procesnih peći rafinerija, prilikom proizvodnje amonijaka te u čeličanicama s elektrolučnim pećima.

Kada se govori o onečišćenju tla i vode, najviše se govori o količini ispuštanja i prijenosa ukupnog organskog ugljika u vode. Prema podacima iz Registra onečišćavanja okoliša (Agencija za zaštitu okoliša, 2014), obveznici su na prosječno 560 ispusta otpadne vode ispustili bez prethodnog tretmana pročišćavanja. Najmanje opterećenje uslijed industrije zabilježeno je 2012. godine vjerojatno radi gospodarske krize te povećanju izgrađenosti uređaja za pročišćavanje otpadnih voda. Ekološka svijest i činjenica da okoliš treba biti upotrebljiv i za naredne generacije bitan je aspekt razmišljanja i poticanja svijesti o očuvanju okoliša. U industrijaliziranim državama konstantno raste zanimanje za proizvode koji će okolišu nanositi manju štetu, jer je visokom tehnologijom moguće učiniti preokret u smanjenju onečišćenja okoliša. To se postiže inovacijama kojima se stvaraju novi proizvodi i proizvodni procesi koji omogućuju povećanje blagostanja stanovnika, stvarajući pritom ekološki prihvatljive proizvode. Različiti industrijski procesi, kao što su rafinerija i

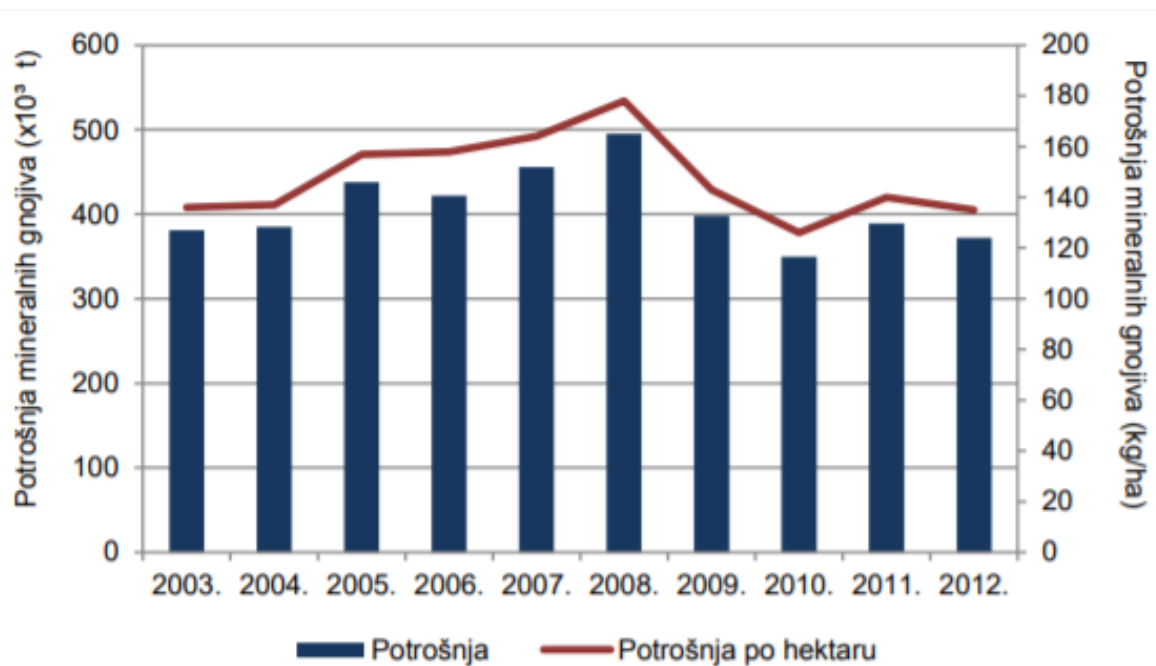
petrokemijska prerada, keramička i staklarska industrija, proizvodnja cementa, mineralnih gnojiva, proizvodnja željeza, čelika i čađe također mogu biti važan izvor ispuštanja zagađivala u atmosferu.

Prirodni okoliš nepresudan je čimbenik za društveni i ekonomski život, a danas je ljudski pritisak na isti veći nego prije u smislu veličine i efikasnosti u narušavanju prirode od kojih velik utjecaj ima upravo industrija. Industrija troši prirodne resurse, velike količine energije i vode, emisijama opterećuje zrak, tlo i vodu i proizvodi velike količine otpada. Nadalje, tijekom prometa i potrošnje industrijskih proizvoda, okoliš se dodatno opterećuje te u slučaju nesreća postaje potencijalan rizik za ljude, okoliš i imovinu. Europski industrijski sektor osigurava mnogo važnih gospodarskih i društvenih prednosti, no najveća europska industrijska postrojenja proizvode golem udio ukupnih emisija stakleničkih plinova i onečišćujućih tvari u zrak, ispuštajući tvari u vode i tlo, stvaranjem otpada i trošenjem energije.

#### 2.2.2. Poljoprivreda

Poljoprivredna proizvodnja može utjecati na tlo na razne načine. U Republici Hrvatskoj do sada nije bila ozbiljan onečišćivač tala i okoliša iz razloga što biljnu proizvodnju označava razmjerno niska razina uporabe sredstava za zaštitu bilja i mineralnih gnojiva u privatnom sektoru. Značajan izvor onečišćenja mogu biti stočarske farme s velikom koncentracijom stoke po jedinici površine i s velikim količinama proizvedenog tekućeg stajskog gnoja te često puta nedovoljnim sustavima za njihovo pravilno gospodarenje. Smanjena primjena agrokemikalija neposredno smanjuje onečišćenja od poljoprivredne proizvodnje, a svako smanjenje obradivih površina znači i veći pritisak na površine koje preostaju za poljoprivrednu proizvodnju.

Potrošnja mineralnih gnojiva jedan je od najznačajnijih pokazatelja trendova u poljoprivredi neke zemlje (slika 2-9). Kao što je vidljivo na dijagramu, u razdoblju od 2008. do 2010. godine smanjena je potrošnja mineralnih gnojiva za 41%. Blagi porast od 11% zabilježen je 2011. godine ali 2012. ponovno dolazi do njezinog pada. S padom potrošnje mineralnih gnojiva došlo je i do smanjenja utroška mineralnih gnojiva po hektaru.



**Slika 2-9** Potrošnja mineralnih gnojiva (Agencija za zaštitu okoliša, 2014)

Fizička i kemijska degradacija svojstava tla značajno utječe na njegovu produktivnu i neproduktivnu funkcije te prvenstveno na njegovu plodnost. U odnosu na visoko razvijene poljoprivrede zemlje Europske unije, fizička i kemijska degradacija tla u Hrvatskoj s obzirom na količinu inputa (prekomjerna primjena mineralnih gnojiva i dr.) koji bi mogli utjecati na degradaciju nije zabrinjavajuća. Međutim, ukoliko je prisutna prevelika intenzifikacija poljoprivrede uz prekomjernu primjenu inputa (mineralna gnojiva, zaštitna sredstva i dr.), poljoprivreda predstavlja najveću prijetnju vrstama i ekosustavima.

Na kvalitetu poljodjelstva vrlo negativno utječu postojana organska zagađivala, među kojima veliku pozornost zaslužuju pesticidi i policiklički aromatski ugljikovodici (PAH). Oni prehrambenim lancem mogu dospjeti u ljudsku prehranu jer procjednom vodom dospijevaju u podzemnu, a zatim i u pitku vodu. Mineralna i stajska gnojiva mogu uzrokovati onečišćenje tla i podzemnog okoliša. Iz gnojiva se najviše ispiru nitrati koji se vežu na čestice tla, dio fosilnih gnojiva sadržava znatne količine kadmija, a u stajskom gnojivu postoje veće količine bakra. Gnojenje obrađenog zemljišta muljem zaostalim nakon obrade otpadnih voda donosi velike količine teških metala, a intenzivna primjena poljoprivredne mehanizacije može negativno djelovati na plodnost tla. Zbijanje može nastati kao posljedica obrade tla u stanju nepovoljne vlažnosti, a najizraženije je na tlima s smanjenim prometom organske tvari gdje se favorizira uporaba isključivo mineralnih gnojiva, što dovodi do smanjenog sadržaja

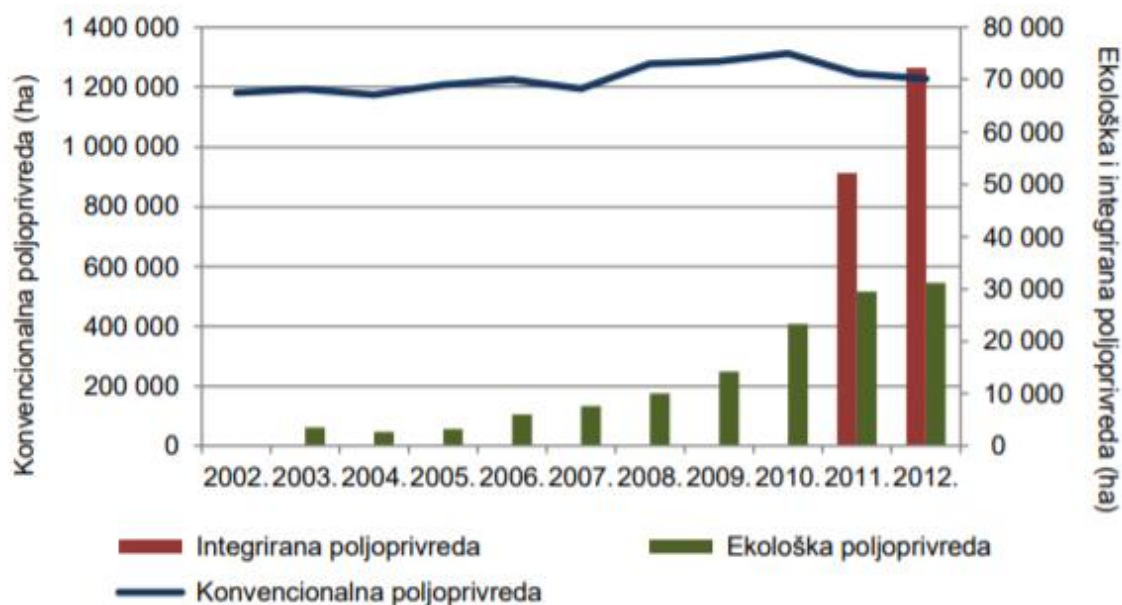
humusa. Posljedica takvog djelovanja je kvarenje strukture, smanjena propusnost tla te sklonost formiranja pokorice.

Jedan od najznačajnijih izvora stakleničkih plinova u atmosferu je upravo sektor poljoprivrede. U to se ubrajaju ugljični dioksid ( $\text{CO}_2$ ) koji nastaje potrošnjom energije, metan ( $\text{CH}_4$ ) uzrokovan crijevnom fermentacijom stoke kao i gospodarenjem stajskim gnojem te didušikov oksid ( $\text{N}_2\text{O}$ ) iz kultiviranog poljoprivrednog tla i stajskog gnoja.

Prema Državnoj upravi za zaštitu prirode i okoliša (1998), podaci o poljoprivrednim tlima pokazuju sljedeće:

- a) Reakcija tla (pH): oko 50% oraničnih površina je kisele do jako kisele reakcije. Na jako kiselim tlima u pravilu se javljaju problemi zbog toksičnih koncentracija aluminijskih, a ponekad i željeza i mangana.
- b) Sadržaj humusa znatno varira: 35% površina sadrži do 1,5% humusa, 45% sadrži 1,6-3%, 16% ima 3,1-4,5% a samo 4% površine sadrži više od 4,6% humusa.
- c) Ukupni dušik pokazuje trend povećanja pod utjecajem dugogodišnje primjene većih količina dušičnih gnojiva u tlima gdje se intenzivno proizvodilo.
- d) Ukupni fosfor u tlima u površinskom sloju (0-30cm) kreće se od 0,07 do 0,28%  $\text{P}_2\text{O}_5$ .
- e) Manjak kalcija prisutan je u tlima kisele reakcije, dok je aktivnim kalijem tlo dobro opskrbljeno.
- f) Ukupni magnezij sadržan u tlima varira od 0,5-1,2% magnezija. Problem je niskih koncentracija prisutan na pjeskovitim i slanim tlima.
- g) Biogeni mikro elementi (B, Mn, Cu, Zn, Fe i Mo) zastupljeni su u tlima na razini srednje do dobre opskrbljenosti.
- h) Sadržaj toksičnih elemenata (Cd, Pb, Cr, Hg, V i Ni) veći je u tlima urbanih sredina, uz prometnice te u tlima brdsko-planinskog područja, nego u području intenzivne biljne proizvodnje.

Posljednjih godina javljaju se novi načini poljoprivredne proizvodnje koja su u skladu s načelima održive poljoprivredne proizvodnje (integrirana i ekološka poljoprivreda). Također, dolazi do promjena prakse s naglaskom na zaštitu sastavnica okoliša te je zabilježeno povećanje poljoprivrednih površina takvog karaktera (slika 2-10).



**Slika 2-10** Poljoprivredne površine u sustavu konvencionalne, integrirane i ekološke proizvodnje u Hrvatskoj (Agencija za zaštitu okoliša, 2014)

### 2.3. Odlagališta otpada

Kao značajna funkcija okoliša spominje se asimilacija otpada, no sve intenzivnijim rastom proizvodnje i potrošnje povećava se pritisak na okoliš i nailazi se na problem zbrinjavanja nuklearnog i opasnog otpada, kao i velikih količina komunalnog i tehnološkog otpada. Ključan čimbenik koji u najvećoj mjeri pridonosi pritisku na okoliš polazi od čovjeka i njegovog neodgovornog ponašanja prema prirodi, što dovodi do zaključka o nepostojanju i nedovoljnoj razini ekološke svijesti te iznimno potrebnim koracima njezinog boljeg razumijevanja i primjene u svijesti svakog čovjeka.

Odlagališta otpada predstavljaju pravilno vođena mjesta namijenjena odlaganju otpada gdje se isti mora obraditi i razvrstati sukladno Direktivama o odlagalištima. Obrada samog otpada podrazumijeva njegovo odvajanje, razvrstavanje, recikliranje, kompostiranje, spaljivanje i stabilizaciju. Materijal koji se odnosi na odlagališta dovozi se na područje za prijem gdje nakon provjere i prihvata odlazi na odlagališnu točku. Razvojne aktivnosti provode u fazama u kojima se svi čimbenici moraju uzeti u obzir. U odlagalištima određenih kriterija, otpad se tijekom vremena razgrađuje i mijenja svoju narav pa tako sama priprema mjera za nadzor emisija nastalih izgradnjom (uključujući procjedne vode i odlagališne plinove), čini sastavni dio djelatnosti. Stara odlagališta nisu ustanovljena prema visokim normama ali se moraju

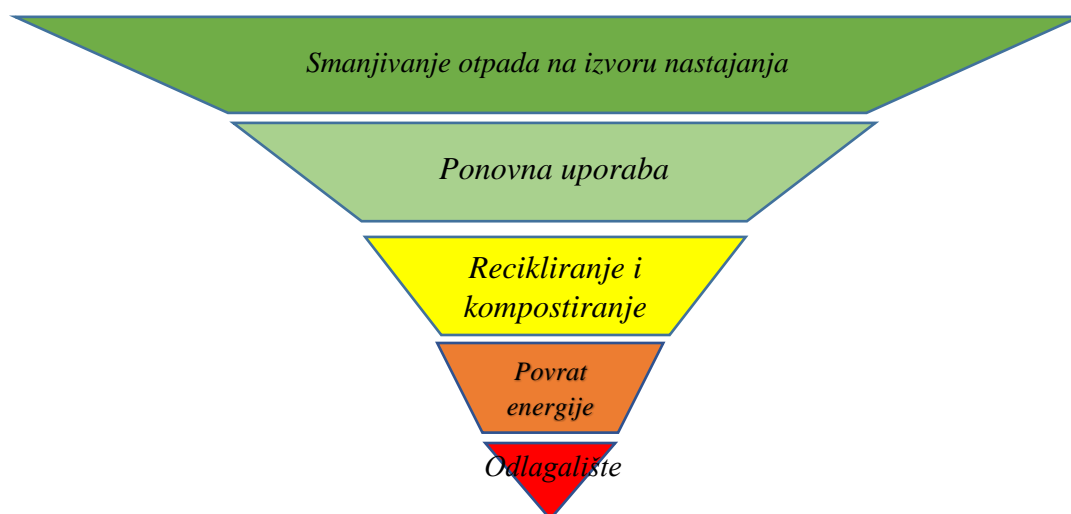
podvrgavati sanacijskim radovima kako bi se spriječilo ispuštanje procjednih voda u površinske ili podzemne vode te spriječila nenadzirana emisija odlagališnog plina. Različite tehnike primjene sanacija kombiniraju se s odlagališnim otapanjem radi uklanjanja materijala, njegova razvrstavanja radi pronalaska vrijednih sadržaja te ponovnog odlaganja u pravilno određen dio odlagališta. Infrastruktura na tlu može služiti kao odlagalište različitih tvari i to uključujući otpad iz domaćinstva te industrijski otpad. Tvari koje se ne mogu odvoditi kanalizacijskim sustavom nazivaju se čvrste otpadne tvari i kao takve se moraju obraditi drugačijim postupkom. Iako se danas sve više uvode različiti tehnološki procesi, količina otpada i dalje se povećava.

U mnogim nerazvijenim zemljama, čvrste otpadne tvari i dalje se odlažu na otvorena odlagališta te samim time ostavljaju velike posljedice:

- a) Raspadanjem biorazgradivih otpadnih tvari nastaju plinovi CO<sub>2</sub> i CH<sub>4</sub> koji pridonose učinku staklenika,
- b) Neispravno i nehigijenski odbačen otpad uzrokuje požare i eksplozije,
- c) Glodavci i insekti koji borave na odlagalištima prenose brojne zarazne bolesti,
- d) Štetne tvari iz odlagališta prodiru u tlo, vodu i zrak,
- e) Vjetar raznosi otpad, umanjuje se estetski izgled okoliša i šire se neugodni mirisi.

Sve je manje novih lokacija za odlagalište otpada, a njegova masa svakodnevno se povećava. Ulaskom Republike Hrvatske u Europsku uniju, značajno se promijenila njezina uloga u zaštiti okoliša gdje Europska unija svojim Direktivama zabranjuje određenu upotrebu i negativno odlaganje otpada, kao i cjelokupnom sustavu zaštite okoliša. Najnovije izmjene koje se odnose na gospodarenje otpadom objavljene su 14. lipnja 2018. godine u Službenom listu Europske unije, tj. objavljen je tzv. „*Paket o otpadu*“ (engl. „*Waste Package*“). Najvažnije izmjene odnose se na ciljeve za države članice kojima se do 2030. godine zabranjuje odlaganje na odlagalište otpada koji se može uporabiti i reciklirati te se smanjuje odlaganje komunalnog otpada na odlagališta na 10% do 2035. godine, uz mogućnost izuzeća za postizanje tog cilja za dodatnih 5 godina za države članice koje veći postotak svog otpada odlažu na odlagališta. Također će se uvesti i novi ciljevi do 2035. godine koji će se odnositi na povećanje pripreme za ponovnu upotrebu i recikliranje bio otpada, ambalažnog i komunalnog otpada prema kojima države članice do 2025. godine trebaju pripremu za ponovnu upotrebu i recikliranje povećati na najmanje 55% mase proizvedenog komunalnog

otpada, a do 2035. godine na najmanje 65% (Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, 2018). Koraci pravilnog upravljanja otpadom prikazani su na slici 2-11.



**Slika 2-11** Hijerarhija upravljanja otpadom (Briški, 2016)

Nezaobilazan i najvažniji stupanj u hijerarhiji upravljanja otpadom predstavlja odlagalište. Neuporabljiv otpad odlaže se u zabrtvljeno odlagalište, ne stvara neugodne mirise i nije opasan niti za podzemne vode i okoliš, kao ni za čovjeka. Idealno bi bilo proizvoditi što je moguće manje otpada, isti pravilno razvrstati i odvojeno odlagati te ukoliko je moguće, dio ponovo upotrijebiti i ostatak mineralizirati.

Procjedne vode mogu se cijediti kroz odloženi otpad i tako pronalaziti put do površinskih i podzemnih voda. Tijekom njihova puta otapaju se štetne i toksične tvari odbačene s ostalim otpadom koje uzrokuju dodatno oštećenje tla i vode. Sanitarno odlagalište razlikuje se od neuređenih (divljih) odlagališta po tome što se otpad odlaže u prethodno propisno zaštićenu udubinu te se svakodnevno komprimira u male sekcije i prekriva tankim slojem nasipnog materijala. Ispravan način odlaganja čvrstog otpada smanjuje broj glodavaca i insekata, mogućnost izbijanja požara i širenja neugodnih mirisa u okoliš. Ukoliko je odlagalište izvedeno u skladu s preporukom o upravljanju otpadom, smanjuje se opasnost od prodora procjednih voda u tlo i vodonosnik, odnosno od onečišćenja tla i vode.

Onečišćenja prisutna u procjednoj vodi iz odlagališta komunalnog otpada mogu se svrstati u četiri osnovne grupe (Briški, 2016)

1. Otopljena organska tvar izražena preko vrijednosti KPK ili TOC (ukupni organski ugljik), hlapivih masnih kiselina te tvari poput huminske i fulvinske kiseline,
2. Anorganske tvari poput kalcija, magnezija, natrija, kalija, amonijevih iona, željeza, mangana, klorida, sulfata i bikarbonata,
3. Teški metali poput kadmija, kroma, bakra, olova, nikla i cinka te
4. Postojani spojevi koje mikroorganizmi ne razgrađuju kao što su aromatski ugljikovodici, pesticidi, plastifikatori te klorirani alifatski spojevi.

Odlagališta otpada mogu biti izvor zagađenja vodenog okoliša i to na način da kišnica protjecanjem kroz otpad prikuplja zagađivala poput amonijaka, teških metala, klorida i tvari koje smanjuju udjel kisika, a otpad sadržava vodu koja se oslobađa prilikom razgradnje nakon što je odlagalište prekriveno. Ukoliko su nekontrolirano puštene u okoliš, procjedne vode mogu izazvati štetne posljedice u podzemnim i površinskim vodama u blizini odlagališta. Također mogu sadržavati znatne količine koncentracije amonijačnih spojeva koji su toksični za brojne organizme, dok vode iz odlagališta tla i građevinskog otpada mogu zbog suspendiranih čestica biti zamućene te ugrožavati vodene organizme.

### 2.3.1. Komunalni otpad

Otpad iz domaćinstva, onaj koji nastaje čišćenjem javnih površina i otpad koji se sličan onomu iz kućanstva i nastaje u gospodarstvu, ustanovama i uslužnim djelatnostima čini komunalni otpad.

Napuštene deponije komunalnog otpada teško je obrađivati iz više razloga (Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, 1998):

1. Postojeća odlagališta stara su u prosjeku između 10 i 30 godina,
2. Došlo je do brojnih strukturnih i kadrovskih promjena u komunalnim poduzećima u manjim gradovima i općinama te
3. Ranije rađena prostorna dokumentacija nije pridavala osobitu pozornost problemu zbrinjavanja otpada.



U Republici Hrvatskoj relativno je dobro razvijeno područje odvajanja komponenti komunalnog industrijskog otpada koji ima slična svojstva s industrijskim otpadom. Problem predstavlja dobivanje kvalitetnih podataka od skupljača i teže prikupljanje takvih podataka u odnosu na one iz djelatnosti zbrinjavanja otpada.

Prema vrstama obrade, odlagališta otpada mogu se podijeliti na:

1. Odlagališta gdje se otpad istresa iz kamiona bez ikakvog plana (nema razgrtanja i nabijanja) te nisu čuvana niti ograđena,
2. Odlagališta gdje se otpad odlaže, razgrće i djelomično nabija,
3. Odlagališta gdje se otpad odlaže i odmah ili periodički pali (obalni pojas, otoci) uz određene mjere zaštite od požara ili samozapaljenja u ljetnim mjesecima,
4. Odlagališta gdje se vrši razastiranje, nabijanje otpadaka te prekrivanje inertnim materijalima (postoji desetak takvih odlagališta) i
5. Sanitarna odlagališta koja rade po svim zakonima i imaju sve potrebne dozvole.

Procjedne vode mogu se obrađivati na licu mjesta i ispuštati u obližnje vodotoke, a moguće ih je i transportirati do postrojenja za obradu kanalizacijskih voda. Nagli rast industrijskog društva 1960-ih i 1970-ih uveo je na tržište, u industriju i kućanstva tisuće novih i poznatih kemikalija. Iako je za razvoj društva neupitna dobrobit kemije, primjena i ispuštanje kemikalija bez nadzora smatraju se potencijalno opasnima za ljude i cjelovitost ekosustava. Procjenom opasnosti od kemikalija moguće je utvrditi nepredvidljivi toksikološki učinak za pojedince, dijelove populacije (skupine organizama) i ljude. Takva procjena zahtijeva multidisciplinarn pristup uključujući discipline kao što su kemija okoliša, fizikalna kemija, ekotoksikologija, ekologija i ostale discipline s ciljem dobivanja neophodnih znanstvenih teorija koje će pomoći u zaštiti okoliša. Kako bi se što učinkovitije procijenio rizik od kemikalija, potrebno je osigurati visinu zakonski postavljenih granica sigurne izloženosti kemikalijama. Popisi spojeva koje je potrebno zakonski regulirati primjer su korištenja znanstvene spoznaje u svrhu javnog interesa, jer pridonose očuvanju prirode, ljudskog zdravlja i dobrobiti čovječanstva. Kako bi se Republici Hrvatskoj očuvalo tlo, potrebno je uspostaviti sustav trajnog motrenja pomoću kojega bi se prikupljale informacije o njegovu stanju i utjecaju prirodnih čimbenika i ljudskih aktivnosti.

### 2.3.2. Tehnološki otpad

Tehnološki otpad predstavlja otpad koji nastaje u proizvodnim procesima u gospodarstvu, ustanovama i uslužnim djelatnostima, a po količinama, sastavu i svojstvu razlikuje se od komunalnog otpada. Glavnina tehnološkog otpada (inertnog i opasnog) odlaganja je na odlagalištima komunalnog otpada, depresije, jame od iskopa i dr. U proteklom razdoblju samo su veći gradovi u Republici Hrvatskoj imali organizirani prijevoz komunalnog otpada, tako da je na odlagalištima u blizini većih industrijskih pogona pretežito odložen tehnološki otpad iz industrije. Većina odlagališta koristi se i danas za odlaganje svih vrsta otpada, a na najvećem broju odlagališta i dalje nisu učinjena nikakva poboljšanja ili sanacijski zahvati. Problem onečišćenih površinskih i podzemnih voda procjednim vodama odlagališta i dalje je vrlo prisutan, naročito u kraškom području gdje se brojni vodeni zahvati nalaze u blizini odlagališta otpada iz kojih se procjedne vode podzemnim putevima slijevaju u smjeru istih.

Područje zahvaćeno negativnim posljedicama nekontroliranog odlaganja otpada na odlagalištima koja ne ispunjavaju osnovne tehničke uvjete je područje Međimurja i Podravine. Odlagališta u tim županijama nalaze se u vodeno-zaštitnim zonama, u neposrednoj blizini vodocrpilišta.

Tablice broj 2-3 i 2-4 prikazuju dosadašnje primjere postupanja s otpadom iz različitih djelatnosti.

**Tablica 2-3** Mjere postupanja s otpadom iz različitih djelatnosti (Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša , 1998)

<i>Oznaka i naziv djelatnosti u kojoj nastaje otpad</i>	<i>Način postupanja otpadom</i>
<b>01 00 00</b> otpad koji nastaje kod istraživanja, kopanja, obogaćivanja i daljnjeg obrađivanja rada i od iskopavanja i drobljenja kamena	Otpad se odlaže na deponije, na eksploatacijska polja ili okolni prostor
<b>02 00 00</b> otpad iz poljodjelske, vrtlarske, kovačke, ribarske i primarne proizvodnje vodenih kultura, pripremanje hrane i prerade	Dio otpada ostaje na polju gdje se biološki razgradi, dio se kondicionira i predaje obrađivaču za proizvodnju stočne hrane, a manji se dio zakapa u zemlju, spaljuje ili odlaže na deponije
<b>03 00 00</b> otpad od prerade drveta i proizvodnje papira, kartona, celuloze, ploča i namještaja	Dio otpada se koristi kao energent, a značajniji dio odlaže na deponije ili ostaje u šumama

<b>04 00 00</b> otpad iz kožarske i tekstilne industrije	Otpad od tekstilne i kožarske proizvodnje odlaže se na deponije, a samo manji dio tekstila se regenerira
<b>05 00 00</b> otpad od prerade nafte, pročišćavanja prirodnog plina i obrade ugljena	Dio otpada se skuplja u posebne taložničke slopove i vraća u sustav prerade. Zauljeni muljevi se na nekim lokacijama solidificiraju, a u većini se slučajeva bez obrade odlažu na deponije.
<b>06 00 00</b> otpad iz anorganskih kemijskih procesa	Proizvođači velikih količina otpada imaju vlastite deponije anorganskog otpada. Manje količine odlažu se na odlagališta komunalnog otpada.
<b>07 00 00</b> otpad iz organskih kemijskih procesa	U manjem broju primjera ostaci iz organskih kemijskih procesa spaljuju se u vlastitim spalionicama, dok se u većini slučajeva odlažu na odlagališta komunalnog otpada ili ispuštaju u kanalizaciju.
<b>08 00 00</b> otpad od proizvodnje, formulacija, prodaje i primjene premaza (boje i lakovi), ljepila, sredstva za brtvljenje i tiskarskih boja	Ostaci od primjene boja, lakova odlažu se u gotovo svim županijama na deponije, a samo iznimno spaljuju.
<b>09 00 00</b> otpad iz fotografske industrije	Dio otpada iz fotografske industrije koristi se za obnovu vrijednih komponenti, a najveći dio se ispušta u kanalizaciju.
<b>10 00 00</b> anorganski otpad iz termičkih procesa	Otpad iz anorganskih termičkih procesa odlaže se na odlagališta komunalnog otpada, koristi za izgradnju podloga za građevinske objekte ili služi za nasipavanje (poravnavanje) terena.
<b>11 00 00</b> anorganski otpad koji sadrži metale, potječe od obrade i zaštite metala, hidrometalurgija obojenih metala	Dio otpada se fizikalno-kemijski obrađuje (neutralizira), dio se reciklira, a značajniji dio je uskladišten kod proizvođača.
<b>12 00 00</b> otpad od oblikovanja obrade metala i plastike	Metalni otpad se predaje skupljačima radi recikliranja, a muljeve koji sadrže strugotine metala odlažu se na deponije.

**Tablica 2-4** Mjere postupanja s otpadom iz različitih djelatnosti (nastavak) (Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, 1998)

<i>Oznaka i naziv djelatnosti u kojoj nastaje otpad</i>	<i>Način postupanja otpadom</i>
<b>13 00 00</b> otpadna ulja (osim jestivog 05 00 00 i 12 00 00)	Dio otpadnih ulja se putem skupljača vraća u rafinerijska postrojenja ili upućuje na spaljivanje u velike energetske objekte. Najveća količina se spali u malim ložištim ili ispusti u kanalizaciju.
<b>14 00 00</b> otpad od organskih tvari koje se koriste kao otapala (osim 07 00 00 i 08 00 00)	Otpadna organska otapala se samo u neznatnoj količini regeneriraju, a glavnina se ispušta u kanalizaciju ili čuva na skladištima proizvođača.
<b>15 00 00</b> ambalaža, apsorbenzi, materijali za upijanje, filtarski materijali i zaštitna odjeća koja nije specificirana na drugi način	Drvena ambalaža se koristi za druge namjene ili spaljuje, plastična i papirnata uglavnom se odlaže na deponije (manji dio se reciklira), a neznatan dio staklene ambalaže se sustavno prikuplja i reciklira. Metalna ambalaža se uglavnom reciklira.
<b>16 00 00</b> otpad koji nije drugdje specificiran u katalogu	Stare gume odlažu se na odlagališta komunalnog otpada ili spaljuju (ali ne kontrolirano i energetski učinkovito), akumulatorske baterije se u značajnijim količinama vraćaju proizvođaču.
<b>17 00 00</b> otpad od prerade nafte, pročišćavanja prirodnog plina i obrade ugljena	Građevinski otpad se odlaže na deponije, koristi se kao podloga za puteve, dio se ugrađuje u nove objekte, spali ili predaje skupljaču.
<b>18 00 00</b> otpad koji nastaje kod zaštite zdravlja ljudi i životinja i/ili srodnih istraživanja (isključujući otpad iz domaćinstva i restorana koji ne potječe iz neposredne zdravstvene zaštite)	Mali dio bolničkog otpada spaljuje se u vlastitim spalionicama, dio se spaljuje u energetskim objektima na kruta goriva, a najveća se količina odlaže bez ikakve obrade i selekcioniranja na deponije komunalnog otpada.
<b>19 00 00</b> otpad iz uređaja za obradu otpada, gradskih otpadnih voda i pripremu pitke vode	Otpad iz uređaja za obradu komunalnih otpadnih voda odlaže se na deponije ili na polja.

### 2.3.3. Opasni otpad

Znatan udio (66%) čini opasni otpad od posebnih kategorija otpada kao što su otpadna vozila, elektronički otpad, građevni otpad koji sadrži azbest, otpadna ulja te baterije i akumulatori. U gospodarskim djelatnostima najveći udio opasnog otpada nastaje u sektoru prerađivačke industrije (26%), i to iz djelatnosti proizvodnje metala i metalnih proizvoda, proizvodnji koksa i rafiniranih naftnih proizvoda te proizvodnje električne opreme, prijevoznih sredstava, proizvodnje strojeva i uređaja. Za proizvodnju opasnog otpada također su značajni uslužni sektor (23%) te građevinarstvo (14%).

U odlagalište opasnog otpada odlaže se otpad koji potječe iz brojnih industrija, a njegovi glavni izvori odnose se na organske i anorganske proizvodne procese. Anorganski otpad nastaje iz toplinskih procesa obrade metala i postrojenja za obradu otpada. Prema Direktivi Europske unije 2018/851 (2018), opasni otpad nastao u kućanstvima (opasni otpad od boja, lakova, otapala ili sredstava za čišćenje proizvoda) trebao bi se sakupljati odvojeno kako bi se izbjegla kontaminacija komunalnog otpada opasnim frakcijama otpada koje bi mogle smanjiti kvalitetu recikliranja. Time bi se osiguralo gospodarenje takvim opasnim otpadom prihvatljivo za okoliš te u tom smislu postoje posebne obveze skupljanja za otpadne električne i elektroničke uređaje te otpadne baterije i akumulatore nastale u kućanstvima (Direktiva EU 2018/851). U Hrvatskoj za sada ne postoje izgrađena uređena odlagališta opasnog otpada. Većina opasnog otpada još uvijek se ne odvaja i odlaže se na divlja odlagališta, ili zajedno s komunalnim otpadom, dok je jedini izuzetak zbrinjavanje azbesta u kasete za azbest.

### 2.4. Naselja

Urbana središta posebna su po suparništvu korisnika prostora gdje je prisutan raznovrstan utjecaj na pedosferu (industrijski pogoni, komunalna hidrologija, vodonosnici, širenje građevinskog zemljišta, podzemni cjevovodi, prometnice, područja rekreacije), najveću varijabilnost pokazuju sadržaji fosfora i kalija, a najmanju reakcija tla te velike i jake promjene u stanju humosfere. Naseljenost gradova, komunalni život i gospodarska djelatnost predstavljaju temeljni uzrok opterećenja okoliša. Otpadne vode produkt su svakodnevnih ljudskih aktivnosti pa nastaju u industrijskoj proizvodnji (kemijska industrija, prehrambena industrija), kućanstvima, bolnicama, institutima i brojnim uslužnim djelatnostima.

Ispuštanje neobrađene otpadne vode u vodeni okoliš (prijemnik) izaziva višestruku štetu jer se u njemu smanjuje koncentracija otopljenog O<sub>2</sub> i dolazi do biorazgradnje organske tvari koja je prisutna u otpadnoj vodi. Nakon toga dolazi do promjene flore i faune, a okus i miris vode iz vodocrpilišta koje je u blizini prijemnika postaje neugodan. Otrovnne i toksične tvari uključuju se u hranidbeni lanac vodnih organizama, neke vrste zbog toga ugibaju, a procjeđivanjem dospijevaju u vodocrpilište i negativno utječu na zdravlje ljudi. Porast stanovništva uzrokovao je povećanje ispuštenog obujma komunalnih i industrijskih otpadnih voda, a time i zagađenje koje danas predstavlja jedan od najvećih utjecaja čovječanstava na okoliš. Zagađenje vodenog okoliša posljedica je porasta stanovništva i tehnološkog razvoja, a na stanovništvo utječe remećenjem prirodnog hranidbenog lanca te narušavanjem vodenih ekosustava.

Sukladno navedenom, s različitim utjecajem na ljudi i okoliš razlikuju se sljedeće vrste zagađenja voda (Udovčić, 2016):

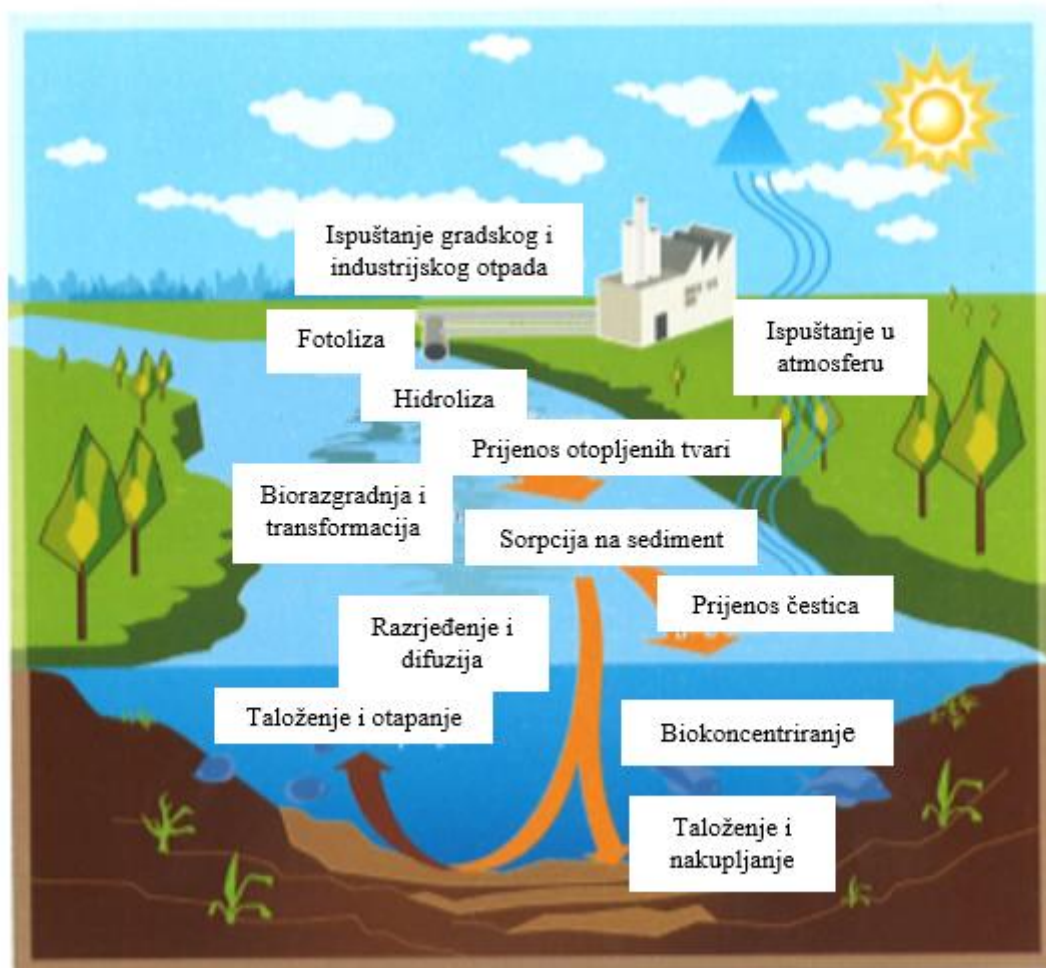
- a) Organske i hranjive tvari (spojevi dušika i fosfora) koje uzrokuju pojačani rast aerobnih alga i iscrpljuju kisik iz vode,
- b) Mineralne soli (kloridi, sulfati) i metali otrovni za vodeni svijet (ribe i školjke) preko kojih mogu utjecati i na ostatak hranidbenog lanca,
- c) Organska (mikro) zagađivala, otrovni spojevi koji su opasni za vodenu faunu i one koji se njome hrane. Neka zagađivala mogu utjecati na razmnožavanje morskog svijeta i poremetiti strukturu žive zajednice u vodenome okolišu,
- d) Mikroorganizmi iz otpada koji često uzrokuju zarazne bolesti vodenih i kopnenih bića (preko pojilišta),
- e) Radioaktivne tvari,
- f) Suspendirane čestice u vodi koje mogu smanjiti prodiranje sunčeva svjetla u vodu i time poremetiti rast biljaka i mikroorganizama koji fotosintetiziraju te
- g) Fizikalno-kemijske promjene poput toplinskog zagađenja (ispuštanje vruće vode), promjene kiselosti ili boje vode.

Osim industrijskog razvoja, raste i broj stanovnika na planetu, javlja se kompeticija za zemljištem koja se ne odnosi samo na gradsko područje već i na ruralne predjele (izraziti sukobi između šumara i poljoprivrednika). S obzirom na raspoloživa dobra, geofizički položaj i političko ustrojstvo Republike Hrvatske, moguće je predvidjeti daljnji intenzivan razvoj industrije, prometa i poljoprivrede za što je potrebno osigurati dodatne količine vode.

Zaštita kakvoće voda u slivnom području Jadranskog sliva ima posebno značenje jer se sliv, zajedno s ostalim izvorima, nalazi na kraškom području s vrlo složenim hidrogeološkim odnosima i vrlo velikim površinama zona utjecaja na kakvoću voda izvorišta. Najveće količine otpadnih voda u Jadranskom slivu stvaraju se oko područja Splita, Zadra, Rijeke i Šibenika. Pročišćavanje otpadnih voda u navedenim naseljima ima osobito značenje glede zaštite kakvoće voda i mora, kao i za razvoj turizma kao najvažnije gospodarske djelatnosti.

U urbanim sredinama, zagađenje zraka ovisi o stupnju emisije štetnih tvari u atmosferi, topografiji i klimatskim uvjetima koji određuju stupanj koncentracije i transporta zagađivala, kao i stupanj njihove transformacije u manje štetne pojave. Na veličinu i učestalost pojave štetnih učinaka zagađivala utječu i klimatski uvjeti, a do zagađenja zraka dolazi i u uvjetima kada je prisutna njegova ograničena cirkulacija u donjim dijelovima atmosfere. Tada nastaje temperaturna inverzija, tj. stanje kada hladan sloj zraka stagnira ispod toplog sloja zraka. Ukoliko postoji određeno opterećenje industrijskim i komunalnim otpadnim vodama, u ovu kategoriju zagađenja mogu se svrstati i površinske vode. Određene vrste zagađivala (npr. klorna otapala) imaju veliku gustoću i relativno malu viskoznost što im omogućuje brzo vertikalno procjeđivanje kroz vadoznu zonu do nepropusne podine.

Slika broj 2-12 prikazuje proces prijenosa zagađivala u vodenom okolišu.



**Slika 2-12** Prijenos zagađivala u vodenom okolišu (Kaštelan-Macan i Petrović, 2013)

## 2.5. Ostali čimbenici

Osim spomenutih najsnažnijih antropogenih čimbenika koji utječu na stanje okoliša, veoma je važno spomenuti i ostale čimbenike koji svojim pritiscima također mijenjaju njegovo stanje te je iznimno važno pokušati smanjiti njihov utjecaj.



### 2.5.1. Turizam

S obzirom na rast turističkog prometa i značajke pojedine vrste turizma, raste i opterećenje na okoliš. Prostorna i vremenska raspodjela turista, osobito na određenim destinacijama i u najposjećenijim zaštićenim područjima osjetno opterećuje komunalnu infrastrukturu, a time i sastavnice okoliša.

Kao primaran resurs turizma, okoliš za svoj razvoj traži kvalitetan i očuvan prostor te ukoliko se izvodi odgovarajućom tehničkom infrastrukturom, turizam ne mora nužno biti veliki onečišćivač okoliša. S obzirom na uvjete u kojima djeluje turističko gospodarstvo, javljaju se sljedeći problemi:

- a) Prometna mreža (cestovna, željeznička, pomorska i zračna),
- b) Većina smještajnih kapaciteta prilagođena je potrebama masovnog turizma (loše održavanje),
- c) Ne provodi se planska i pravovremena izgradnja komunalne infrastrukture (odvodnja i pročišćavanje voda i zbrinjavanje komunalnog otpada),
- d) Nedostatak kvalificirane radne snage,
- e) Nerazvijenost sustavnih oblika integralnog planiranja i upravljanja,
- f) Neusklađenost društvenog i granskog planiranja s prostornim planovima i dr.

Kao najbrže rastuća grana u svijetu i temelj razvoja mnogih zemalja, negativna strana turizma odnosi se na njegov pritisak na okoliš. Negativni pritisci mogu nastati od strane turista ili od organizatora u turističkoj djelatnosti. Turizam može koristiti prostor u svrhe u kojima će privući turiste radi prirodnih ljepota zemlje, kulture, kao prostor na kojem se gradi prometni sustav povezivanja ili kao prostor koji je namijenjen izgradnji smještajnih kapaciteta kao što su kuće ili hoteli.

Prema Črnjaru (2002), utjecaji turizma dijele se na:

- a) Fizički utjecaj na okoliš - onečišćenje okoliša, korištenje resursa, degradacija ekosustava, buka i prometna zakrčenost,
- b) Socijalni i kulturni utjecaj,
- c) Ekonomski utjecaj - u zemljama u razvoju gdje se turizmom želi ubrzati ekonomski razvoj.

Rješenje daljnjeg onečišćenja okoliša i neadekvatnog gospodarenja okolinom je održivi turizam koji predstavlja razvoj unutar nosivog kapaciteta destinacije, ali uz obavezno očuvanje biološkog i kulturološkog integriteta (npr. ekoturizam). Osnovne karakteristike ekoturizma odnose se na društvenu i ekološku odgovornost, edukaciju i uključuju prirodna i zaštićena područja, čuvaju resurse i ne doživljavaju turizam isključivo kao avanturu.

S ciljem daljnjeg razvoja održivog turizma postigao bi se sljedeći učinak:

- 1) Optimalno iskorištavanje prirodnih izvora kao ključnih elemenata turističkog razvoja,
- 2) Održavanje glavnih ekoloških procesa i pomoć kod očuvanja prirodnog nasljeđa,
- 3) Poštivanje društveno-kulturološke autentičnosti lokalne zajednice,
- 4) Osiguranje dugoročne primjenjive gospodarske mjere koja će donijeti društvenu i ekonomsku dobrobit svim sudionicima.

Održivi turizam zahtijeva dugoročno planiranje kod kojega je važno uzeti u obzir gospodarski, društveni i ekološki interes lokalnog stanovništva, zajednice, posjetitelja, industrije i uprave. Nakon provedbe svih spomenutih čimbenika, jednom uspostavljen održivi turizam postaje ključan smjer razvoja turizma s minimalnim pritiscima na okoliš. U Republici Hrvatskoj problem i dalje predstavljaju brojna turistička mjesta, naročito na obalama i na otocima, koja još uvijek nemaju riješeno osnovno komunalno pitanje. Turizam na obali vezan je uz različite prednosti i nedostatke turističke ekspanzije gdje je posebno istaknuta opasnost od masovnosti turizma, kao i njegova sezonalnost s odgovarajućim posljedicama. Za vrijeme turističke sezone, pojedina mjesta na Jadranu postaju nepodnošljiva za turiste, kao i za domaće stanovništvo te postoji opasnost od prostorne devastacije. Rješenje navedenog problema može se pronaći u suradnji sektora turističke izgradnje i zaštite prostora. Uvođenje edukacija u kontekst razvoja kontinentalnog turizma te predavanja i promocije održivog turizma potrebno je provoditi na svim razinama društva, kako bi se stanovništvo uključilo u suživot s turistima što je jedan od glavnih ciljeva održivog turizma.

S obzirom na navedene pritiske na okoliš, kao posljedica antropogenog djelovanja navodi se i porast globalne temperature s nizom globalnih klimatskih promjena, što može uzrokovati promjene u ekosferi s političkim, gospodarskim i društvenim implikacijama. Razvoj masovnog turizma u velikoj mjeri ugrožava kvalitetu okoliša gdje se nerazumnim djelovanjem čovjeka onečišćuje zrak, voda, more i tlo te se povećava količina otpada, nastaje buka, prometne gužve i dr.

#### 2.5.2. Prirodni izvori

Prirodni izvori ispuštanja u zrak predstavljaju različite procese anaerobne mikrobiološke razgradnje tla, vulkanske erupcije, atmosferska električna izbijanja, izgaranje biomase (šumski požari) te isparivanje s površina mora i oceana. Spojevi poput CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> i NO mogu u znatnijem obujmu nastati prirodnim procesima, a postoje prirodni mehanizmi njihova uklanjanja iz atmosfere. Kako je broj antropogenih izvora emisije različitih zagađivala svakim danom sve veći, pridaje im se mnogo veća pozornost. Prirodne pojave ugrožavaju okoliš i ljudsko zdravlje te iako se radi o pojavama koje su samostalne, na njih sve više utječe i ljudski faktor. Prirodni uzročnici koji djeluju na okoliš mogu biti erozija tla, poplave, potresi, vulkanske erupcije, požari, suše, tajfuni, orkanski vjetrovi i dr.

Teritorij Republike Hrvatske tradicionalno predstavlja visoki rizik od ljetnih šumskih požara u priobalnom području i na otocima, što zahtjeva pojačane kapacitete obrane od požara i dobru pripremljenost na udaljenim područjima. Šumski požari značajna su prijetnja ljudskim životima, što može rezultirati visokim izravnim i neizravnim štetama uz veliki pritisak na mogućnost učinkovitog reagiranja sustava u teže pristupačnim područjima. Kako bi se što više ublažili negativni utjecaji ove vrste pritisaka, Republika Hrvatska aktivirala je program *Copernicus EMS [EMSN041]*, odnosno kartu rizika i ranjivosti od požara koja pokriva 27 područja s ciljem planiranja aktivnosti smanjenja rizika i ranjivosti.

Na slici 2-13 prikazana su područja na teritoriju Republike Hrvatske s velikom izloženošću riziku od požara.



**Slika 2-13** Prikaz područja izloženima riziku od požara (ArcGIS, 2018)

Zagađivala u atmosferi imaju prirodno porijeklo i prirodne emisije zagađivala mogu nastati prilikom oslobađanja plinova SO<sub>2</sub> i HS (uslijed biološkog raspadanja organskih tvari u močvarama ili iz vulkana). U donjim dijelovima atmosfere povišena koncentracija ozona nastaje kao posljedica nestabilnih meteoroloških uvjeta, a do emisije različitih čestica dolazi uslijed elementarnih nepogoda (poplava, oluja i dr.). Iako na zagađenje zraka djeluju i brojni prirodni izvori, njihov je utjecaj na kakvoću zraka manji od djelovanja antropogenih izvora.

### 2.5.3. Ratna zbivanja

Nuklearnim i kemijskim tehnikama razaranja ugrožava se život čovjeka i okoliša, a ratni sukobi ostavljaju teške posljedice na ljude, materijalna dobra, kulturnu baštinu te prirodni okoliš. Republika Hrvatska je 1991. godine pretrpjela veliku ratnu štetu na prirodnim i gospodarskim dobrima. Osim što je u rijeku Savu isteklo više od 80.000 tona nafte i naftnih derivata, velike posljedice osjećaju se i danas na područjima prekrivenim minama. Upravo radi postojanja mina na određenim područjima, nastaje gubitak poljoprivrednog zemljišta koje se iz tog razloga ne može koristiti. Mine i eksplozivna sredstva predstavljaju veliku opasnost radi kojega je stanovništvu onemogućeno ili ograničeno kretanje i obavljanje svakodnevnih aktivnosti i poslova na određenim područjima.

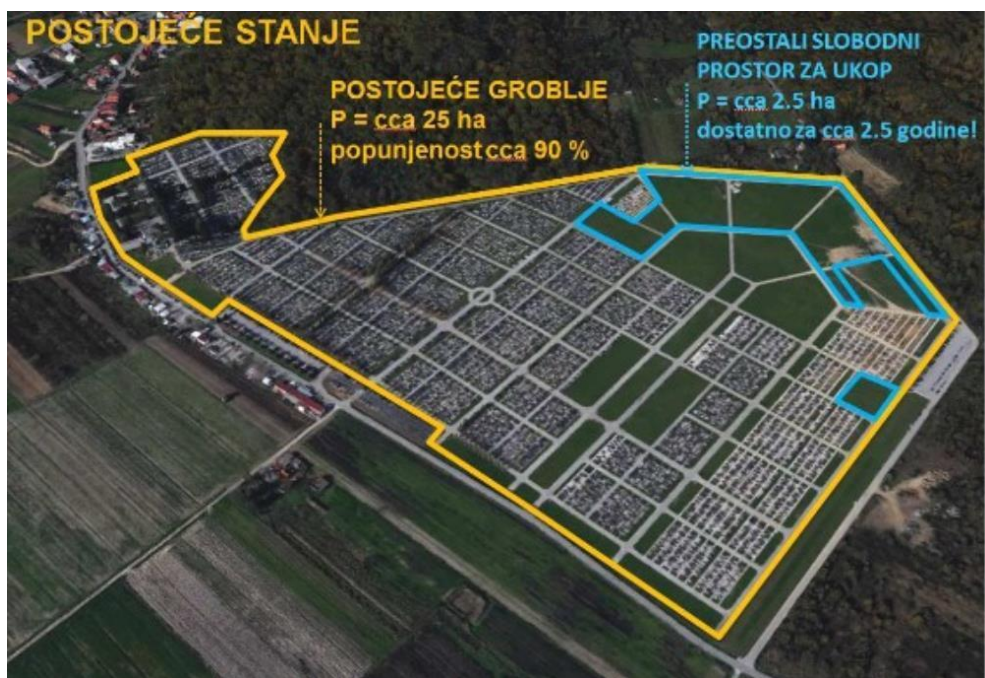
#### 2.5.4. Groblja

Tema posmrtnih ostataka ljudi, s porastom broja stanovnika, dobiva sve veći značaj za životnu sredinu. Ova tema je naročito osjetljiva radi običaja i tradicije, te bilo kakvo rješenje nalazi na otpor stanovništva. U Hrvatskoj, u tradiciji sahranjivanja posmrtnih ostataka, jedno grobno mjesto zauzima otprilike oko dva kvadratna četvorna metra zemljišta. S obzirom na rast gradova, groblja su sve udaljenija od mjesta stanovanja te zahtijevaju i prateću prometnu infrastrukturu. Naročito su izraženi problemi u vezi sa zagađenjem zemljišta i podzemnih voda, uništavanje plodnog tla i prirodnih ekosustava, sječa drva za proizvodnju lijes, upotreba štetnih ljepila, boja i lakova za izradu kovčega, vađenje kamena za nadgrobne spomenike i ploče, izgradnja pratećih objekata, izgradnja grobnica itd. Pored zauzimanja slobodnih površina javlja se i problem zakopavanja lijesa (sanduka) i kemikalija koje se primjenjuju za privremeno čuvanje tijela od raspadanja, kao što je npr. formaldehid. Isto tako, za izradu drvenih kovčega koriste se i razna ljepila, boje i lakovi s visokim sadržajem VOC materija (može ugroziti zdravlje ljudi) koji se tokom raspadanja lijesa oslobađaju u prirodno zemljište (Bogičević, 2011).

Jedan od prijedloga zaštite okoliša je odbacivanje korištenja luksuznih ljesova i korištenje ekoloških ljesova po standardu EU. Također, za njegovo spaljivanje u krematoriju potrebno je manje energije. Međutim, ovo je samo primarno rješenje kojim se ne može dugoročno smanjiti zauzimanje zemljišta te korištenje resursa za izradu nadgrobničkih spomenika. Uzimajući u obzir da se prilikom tradicionalnih načina sahrane, konkretno u SAD-u, godišnje u tlo prilikom ukopa unese četiri milijuna litara formaldehida (sredstva za balzamiranje), devedeset tisuća tona lima, skoro dva milijuna tona betona, a da uz to groblja zauzimaju dosta zemljišta i nemaju mogućnost prenamjene te da su njihova kupnja i održavanje skupi, ekološka groblja predstavljaju svojevrsno adekvatno rješenje (Kovačević, 2012)

Kada se govori o ekološkom groblju, od izuzetne je važnosti naglasiti da se koriste bio razgradivi ljesovi koji omogućuju kontakt tijela s tlom te na taj način dopuštaju mikrobiološku razgradnju.

Na slici 2-14 prikazano je najveće groblje u Hrvatskoj, Markovo polje, površine 26,42 hektara na kojemu je izgrađeno 16 000 grobova.



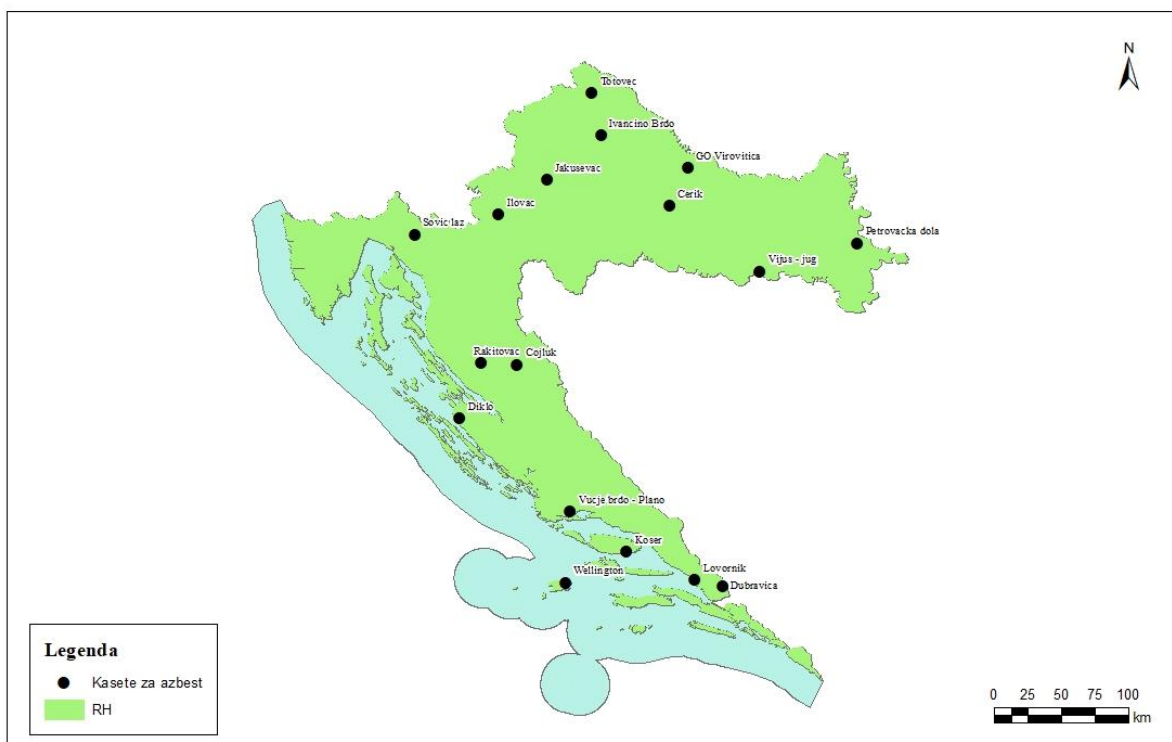
**Slika 2-14** Prikaz popunjenosti Markovog polja (Samec, 2017)

#### 2.5.5. Divlja odlagališta (azbesta)

Komunalni otpad se odlaže na više lokacija, slučajno odabranom prostoru koji je idealan za nelegalno odlaganje otpada radi lake dostupnosti i teže kontrole. Takve neuređene prostore zovemo divlja odlagališta otpada. Većina divljih odlagališta otpada sadrži otpad iz domaćinstava ali i velike količine građevinskog i opasnog otpada.

Na slici 2-15 nalaze se lokacije svih uređenih odlagališta azbesta u Hrvatskoj.

## Lokacije odlagališta azbesta



**Slika 2-15** Karta lokacija odlagališta azbesta

Azbest se radi svojih dobrih tehnoloških sredstava koristio u građevinarstvu i nizu industrijskih granate ga se iz tog razloga može naći na divljim odlagalištima otpada. Kao prirodni mineral, iako nije otrovan, kancerogen je i uzrokuje neizlječivi rak mezoteliom, smrtonosni rak pluća i progresivnu bolest azbestozu (Srdoč, 2017). Posljedice se javljaju desetljećima nakon kontaminacije azbestnim vlaknima. Kako je spomenuto ranije, divlja odlagališta sadrže veliku količinu građevinskog otpada, a time i azbesta. Od 2008. godine uspostavljen je sustav koji građanima omogućuje da građevni otpad koji sadrži azbest besplatno predaju ovlaštenom sakupljaču na zbrinjavanje. Otpad se od 2011. godine odlagao na ukupno 8 od 17 izgrađenih kaseti na kojima je odloženo ukupno 11.161 t, a dio otpada se izvezio.

Osnovni neželjeni utjecaji divljih odlagališta su (Gospodarenje otpadom Sisak, n.d.):

1. Onečišćenje tla,
2. Onečišćenje podzemnih i površinskih voda procjednim vodama,
3. Onečišćenje zraka uzrokovano izbijanjem požara,
4. Neugodni mirisi,
5. Raznošenje laganog materijala vjetrom te
6. Buka.

Manje ili veće onečišćenja tla i podzemne vode ovisiti će o sastavu odloženog otpada, karakteristikama mjesta samog odlaganja te količini vode koja se procjeđuje kroz sami otpad. Plinovi koji se stvaraju prilikom razgradnje organskih tvari na odlagalištu mogu posredno ili neposredno utjecati na okoliš. U najvećoj količini prisutni su metan i ugljični dioksid, dok u manjoj količini sumporovodik i dr.

Karakteristična pojava za divlja odlagališta otpada su požari koji onečišćuju atmosferu otrovnim produktima nepotpunog izgaranja te izazivaju onečišćenje okoliša u obliku dima i zagađenja zraka, a dodatna opasnost je mogućnost širenja požara na okolno raslinje.

#### 2.5.6. Termoelektrane

Termoelektrane su energetska postrojenja koje energiju dobivaju sagorijevanjem goriva, a glavna primjena i svrha termoenergetskih postrojenja je proizvodnja pare koja će pokretati turbinu, a potom i generator električne energije. Budući da su veliki onečišćivači okoliša, danas ih je sve manje. Na okoliš utječu prilikom izgaranja fosilnih goriva, a manji onečišćivač je toplinsko onečišćenje jezera ili rijeka. Kada se govori o izgaranju fosilnih goriva, kod termoelektrana se ispuštaju plinovi kao što su CO, voda, dušikovi oksidi (NO<sub>x</sub>), različiti ugljikovodici i sl. Vrsta i sastav plinova nastalih uslijed izgaranja ovisi o sastavu goriva koje izgara u procesu. U potpunom izgaranju postoji CO<sub>2</sub> kao produkt dok se kod djelomičnog izgaranja javlja CO. Upravo iz tog razloga veći udio CO nalazi se u termoelektranama na ugljen jer je teže osigurati kvalitetno miješanje goriva i zraka. Izgaranjem vodika dobiva se voda, a izgaranjem sumpora SO<sub>2</sub>. O količini sumpora u produktima izgaranja najviše ovisi udio sumpora u samom gorivu, a važno je napomenuti i izuzetno veliku količinu pepela kojeg jedna prosječna termoelektrana izbaci u okoliš.



### 3. GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SUSTAV – GIS

Geografski informacijski sustav (GIS) označava sustav za upravljanje prostornim podacima i njima pridruženim osobinama. U užem smislu, GIS predstavlja računalni sustav sposoban za integriranje, spremanje, uređivanje, analiziranje i prikazivanje geografskih informacija. Razvijen je radi omogućavanja analiziranja prostornih informacija, stvaranju interaktivnih upita nad digitalnim kartama te vizualizaciju istih. GIS sadrži veliku mogućnost i sposobnost kreiranja točnijih i kvalitetnijih povratnih informacija a ujedno i pouzdanijih konačnih informacija. Obuhvaća bazu podataka, geometrijske podatke (geografske elemente) i računalno temeljenu vezu između njih, odnosno kombinira geoprostorne podatke s ostalim vrstama podataka i vizualizira ih na kartama. Njegova tehnologija koristi se za znanstvena istraživanja, upravljanje resursima, imovinsko upravljanje, planiranje razvoja i puta te kartografiju. Sustav može pohraniti svaku varijablu koja se može prostorno smjestiti te posjeduje funkciju pretvaranja postojeće digitalne informacije u oblike koje može prepoznati i koristiti.

Raspon institucija koji koriste GIS je impresivan. U poljoprivredi se pokazao veoma potreban pri formiranju poljoprivredne statistike i kontroli raspodjele financijske potpore. Također, pomoću GPS i GIS tehnologije, stvoreni su digitalni katastarski sustavi koji su temelj razvoja poljoprivrede. GIS tehnologija važna je i za ekologiju jer na zaštićenim područjima omogućuje praćenje divljih životinja i ugroženih vrsta. Pokazao se odličnim za procjenu štete nastale elementarnim nepogodama a prikupljeni podaci koriste se za određivanje rizičnih područja. GIS tehnologija tradicionalno se koristi za prostorno planiranje, eksploataciju mineralne rude i identificiranje područja s visokom seizmičkom aktivnošću ali i u ostalim aspektima ljudskog djelovanja kao što su turizam, telekomunikacije, pružanje humanitarne pomoći, prikupljanje statističkih podataka o stanovništvu i marketingu.

Model prostornih podataka označava prikaz određenih dijelova stvarnog svijeta te omogućuje proučavanje i rad na modelu umjesto u stvarnom svijetu (npr. karta). Podaci u GIS-u predstavljaju objekte u stvarnom svijetu pomoću digitalnih podataka, dok se objekti u stvarnom svijetu mogu podijeliti na sljedeće apstrakcije (FMLC Hrvatska, n.d.):

- a) Zasebne objekte (kuće) i
- b) Neprekidna polja (količina oborina ili visina).

Za navedene apstrakcije postoje dvije metode korištenje pri pohrani podataka, a to su rasterska i vektorska metoda. Rasterska metoda obuhvaća objekte precizno definiranih granica koji se mogu izbrojiti, a prikazuju svijet kao konačan broj varijabli mjerljivih u svakoj točki na površini Zemlje. Vektorski model označava model entiteta gdje su objekti precizno definiranih granica te se mogu izbrojiti. Primjena GIS-a obuhvaća širok raspon područja djelovanja, a neki od njih su katastar i zemljišne knjige, ekologija i analiza utjecaja na okoliš, otkrivanje područja bogatih rudom, naftom ili plinom, praćenje vegetacije usjeva i širenja bolesti i dr. Cjeline od kojih se svaki GIS sastoji vezane su uz podatke, hardver, softver, korisnika i metode. Podaci su najvažniji elementi jer njegova funkcionalnost i ograničenja izravno ovise o načinu prikazivanja podataka.

### 3.1. Baze podataka

Baze podataka Geografsko informacijskog sustava sastoje se od grafičkog i tabličnog (atributivnog) dijela koji su funkcionalno povezani. Programi mogu prikazivati dvodimenzionalne ili trodimenzionalne prikaze određenog dijela Zemljine površine na kojem su nanoseni geografski sadržaji. Može poslužiti za prostornu analizu unutar jednog kupa podataka (npr. analiza riječne mreže ili mreže prometnica) ili za više različitih podataka (npr. erozija zemljišta preklapanjem podataka o nagibu terena, otjecanju, sastavu tla i pošumljenosti). Pomoću GIS-a moguće je obaviti vrlo složene prostorne analize koje uključuju goleme skupove podataka unesene iz različitih izvora. Ti izvori mogu biti geografske karte, zračne ili satelitske snimke, statistički podaci i dr. Navedeni podaci mogu olakšati razumijevanje vrijednosti ili pogodnosti zemljišta, upravljanje ili učinkovito kretanje mrežnim sustavima ili analizirati statističke podatke po prostornim jedinicama. Također je moguće predvidjeti pojavu prirodnih katastrofa, učinak određenog oštećenja, učinak izgradnje nove prometnice i dr.

Prednost GIS-a je njegova vizualizacija realnog svijeta. U bazi podataka spremljeni su geometrijski, odnosno vektorski, podaci koji predstavljaju različite objekte. Poligoni predstavljaju polja, stambene objekte, linije SE najčešće koriste prilikom definiranja prometnica, a točke pri sitnim mjerilima predstavljaju gradove. Najčešći format korišten za spremanje geometrijskih podataka su shape datoteke (.shp), razvijene od strane kompanije ESRI te je takav format prihvaćen kao standard.

### 3.2. Web GIS

Internet otvara novo tržište prostornih podataka. S razvitkom tehnologije i sve lakšeg dostupa iste, povećava se broj WEB GIS aplikacija. Za njihovo korištenje potreban je samo web preglednih čime se gotova rješenja mogu lako prenositi korisnicima putem weba i nadograđivati.

Prema sofisticiranosti sustava, WEB GIS aplikacije možemo podijeliti u tri osnovne skupine (Tatarević, n.d.):

1. Aplikacije s pristupom pregledu statičnih karata i mogućnošću spremanja istih na računalo korisnika.
2. Aplikacije s dinamičkim pregledom digitalnih karata s različitim temama koje čine cjelinu.
3. Aplikacije s dinamičkim pregledom digitalnih karata, pristupom prostornim upitima korištenjem atributnih ili geometrijskih podataka.

WEBGIS sustav nam može koristiti za pristup svim mogućim informacijama o pojedinom području ili objektu i to iz svih raspoloživih digitalnih sadržaja: geoprostorni podaci o točkastim objektima-katastrima iz raznih baze podataka, topografske podloge Državne geodetske uprave, podloge svjetskih servera geoprostornih podataka, geološke GIS podloge i dr.

Uz pojam Web GIS, često se vežu još dva termina, Internet GIS i geoprostorni Web (Internet). Termini Internet GIS i Web GIS se često koriste kao sinonimi iako to nisu. Internet podržava veliki broj servisa dok je Web samo jedan od njih. GIS aplikacija koja koristi bilo koji internet servis, ne samo Web, može se smatrati Internet GIS. U stvarnosti, Web se često smatra internetom tako da vrlo često kada pričamo o Web GIS-u, mislimo na Internet GIS.

Internet i Web uklonili su granice i omogućili jednostavniji pristup te upravo iz ovog razloga Web GIS aplikacije imaju brojne prednosti u odnosu na klasični desktop GIS (Miler, n.d.):

1. Globalni pristup: korisnik može pristupiti aplikaciji s bilo koje lokacije, potreban je samo pristup internetu i internet pretraživač.
2. Veliki broj korisnika: klasične desktop GIS aplikacije su uglavnom vezane uz jedno računalo, dok Web GIS aplikacije mogu posluživati stotine tisuća aplikacija u istom trenutku.
3. Više podržanih platformi: za većinu Web GIS aplikacija potreban je samo internet pretraživač za korištenje, što znači da aplikacija više nije ograničena samo na jedan operativni sustav već se može koristiti na skoro svim platformama.
4. Manja cijena po korisniku: s obzirom da broj korisnika jedne Web GIS aplikacije može biti velik, kada se uspoređi s održavanjem aplikacije po jednom korisniku, razlika u odnosu na klasične desktop GIS aplikacije je drastična.
5. Jednostavnost korištenja: klasične desktop GIS aplikacije su namijenjene profesionalnim GIS korisnicima s godinama iskustva i s adekvatnom izobrazbom. Web GIS aplikacije su uglavnom namijenjene širem broju korisnika te korisnicima koji imaju ograničeno znanje o GIS-u. Web GIS aplikacije moraju biti jednostavne za korištenje kao i klasične Web stranice.
6. Ujednačeno ažuriranje: kod klasičnih GIS aplikacija, ažuriranje se vrši pojedinačno na svakom računalu, dok se Web GIS aplikacije ažuriraju samo na jednom mjestu, na poslužitelju. Nakon ažuriranja, svi korisnici će koristiti najsvježiju verziju aplikacije.
7. Različitostrukturalne aplikacije: za razliku od klasičnih desktop GIS aplikacija koje su opće namjene, Web GIS aplikacije su uglavnom specijalizirane za jednu namjenu. Ovo stvara veliki broj različitih aplikacija koje su jednostavnije za korištenje i imaju ugrađene procedure i postupke za samo jednu domenu korištenja.

#### 4. GIS ANTROPOGENIH ČIMBENIKA OKOLIŠA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Prometni sustav označava infrastrukturni segment gospodarstva s iznimnim značajem za funkcioniranje gotovo svih gospodarskih i društvenih djelatnosti svake zemlje, za život stanovništva i za uključivanje u međunarodne tokove robe i putnika. Kao mediteranska i srednjeeuropska zemlja, Hrvatska ima povoljan geografsko-prometni položaj. Na slici 4-1 prikazan je sustav linijskog prometa koji sadrži državne ceste, autoceste te pruge. Glavni cestovni pravci u Hrvatskoj su djelomični istarski "Y" Pula-Pazin-Umag i Pazin-Rijeka, jadranska turistička cesta (Trst)-Rijeka-Split-Dubrovnik-(Kotor), ceste Rijeka-Delnice-Karlovac, Zadar-Gračac-Plitvice-Karlovac, Gračac-Knin-(Šibenik)-Split, Knin-Sinj-Split, Karlovac-Josipdol-Žuta Lokva-Senj, Žuta Lokva-Gospić-Gračac i Sinj-Cista Provo-(Aržano)-Imotski. Kada je riječ o željeznicama, važno je napomenuti čvorove Lupoglav, Rijeka, Oštarije, Karlovac, Perković i Knin. Jadranski otoci povezani su kopnom te lokalnim i brzim brodskim i trajektnim prugama, dok su najznačajnije jadranske luke Pula, Rijeka, Bakar, Zadar, Šibenik, Split i Ploče s kontinentom povezane željezničkim i cestovnim pravicima.

Negativni utjecaji industrije vežu se uz razliku između industrijskih postrojenja i industrijskih ispusta. Ispusti se odnose na one u vodi, odnosno riječ je o onečišćavanju vode i tla, dok industrijska postrojenja najviše onečišćuju zrak uslijed ispuštanja plinova. Na slici 4-2 prikazane su lokacije svih industrijskih postrojenja i ispusta, kao i lokacije velikih nesreća. Godine 2009. u tvrtci DINA – Petrokemija d.d. u Omišlju dogodio se požar uslijed ispuštanja etilena te nisu evidentirani podaci o utjecaju na okoliš. S druge strane, u Rafineriji nafte Sisak (INA d.d.) je 2011. godine uslijedio požar uslijed ispuštanja benzina. Godinu kasnije, na području terminala Žitnjak (JANAF d.d.) došlo je do oštećenja cjevovoda radi sumporne kiseline te je jedino na tom području zabilježen podatak o onečišćenju uslijed izlivanja u tlo (Crnjak-Thavenet i Zanoški Hren, 2017).

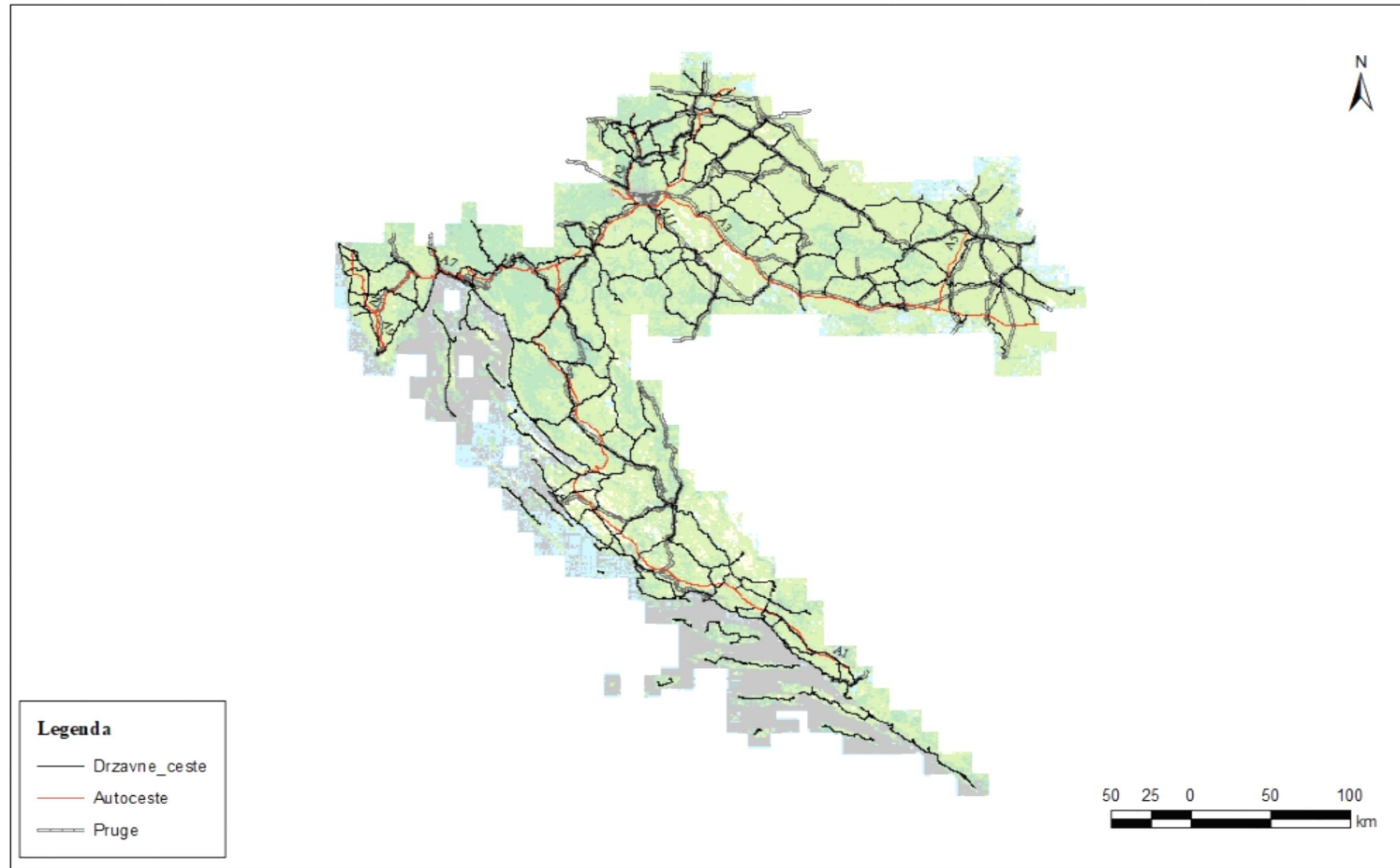
U Republici Hrvatskoj, svi pravni akti vezani uz otpad usklađeni su s pravnom stečevinom Europske unije. Zakonom o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/2013) utvrđene su mjere za sprječavanje ili smanjenje štetnog djelovanja otpada na ljudsko zdravlje i okoliš, što podrazumijeva smanjenje količine otpada u nastanku i/ili proizvodnji i uređenje gospodarenja otpadom bez uporabe rizičnih postupaka za ljudsko zdravlje i okoliš, uz korištenje vrijednih svojstava otpada. Na slici 4-3 prikazane su lokacije odlagališta otpada,

kasete za azbest u sklopu odlagališta otpada, reciklažna dvorišta te centri za gospodarenje otpadom. Kod urbanih središta javlja se raznovrstan utjecaj na pedosferu. Utjecaji se ne odnose samo na širenje građevinskog zemljišta i stvaranje otpada već i na komunalnu hidrologiju, podzemne cjevovode, prometnice, područja rekreacije i sl. Naseljenost gradova, njihov komunalni život i gospodarska djelatnost predstavljaju temeljni uzrok opterećenja okoliša. Lokacije ispusta i naselja nalaze se na slici 4-4.

Natura 2000 označava ekološku mrežu sastavljenu od područja važnih za očuvanje ugroženih vrsta i stanišnih tipova Europske unije (Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, 2017). Cilj mreže je očuvati ili ponovno uspostaviti povoljno stanje ugroženih i rijetkih vrsta te prirodnih i poluprirodnih stanišnih tipova. Temelji se na EU direktivama i u obzir uzima interese i dobrobit ljudi. Ljudske aktivnosti i korištenje prirodnih resursa značajno je smanjilo biološku raznolikost, dok je više od 700 vrsta upisano u Crveni popis vrsta kojima prijete izumiranje u Europi. Natura 2000 predstavlja program kojim se pokušava zaustaviti negativan trend u određenom teritoriju te je sukladno tome, na slici 4-5 prikazana ekološka mreža u Republici Hrvatskoj, odnosno područja od iznimne važnosti te zaštićena područja koji ujedno i čine dio programa.

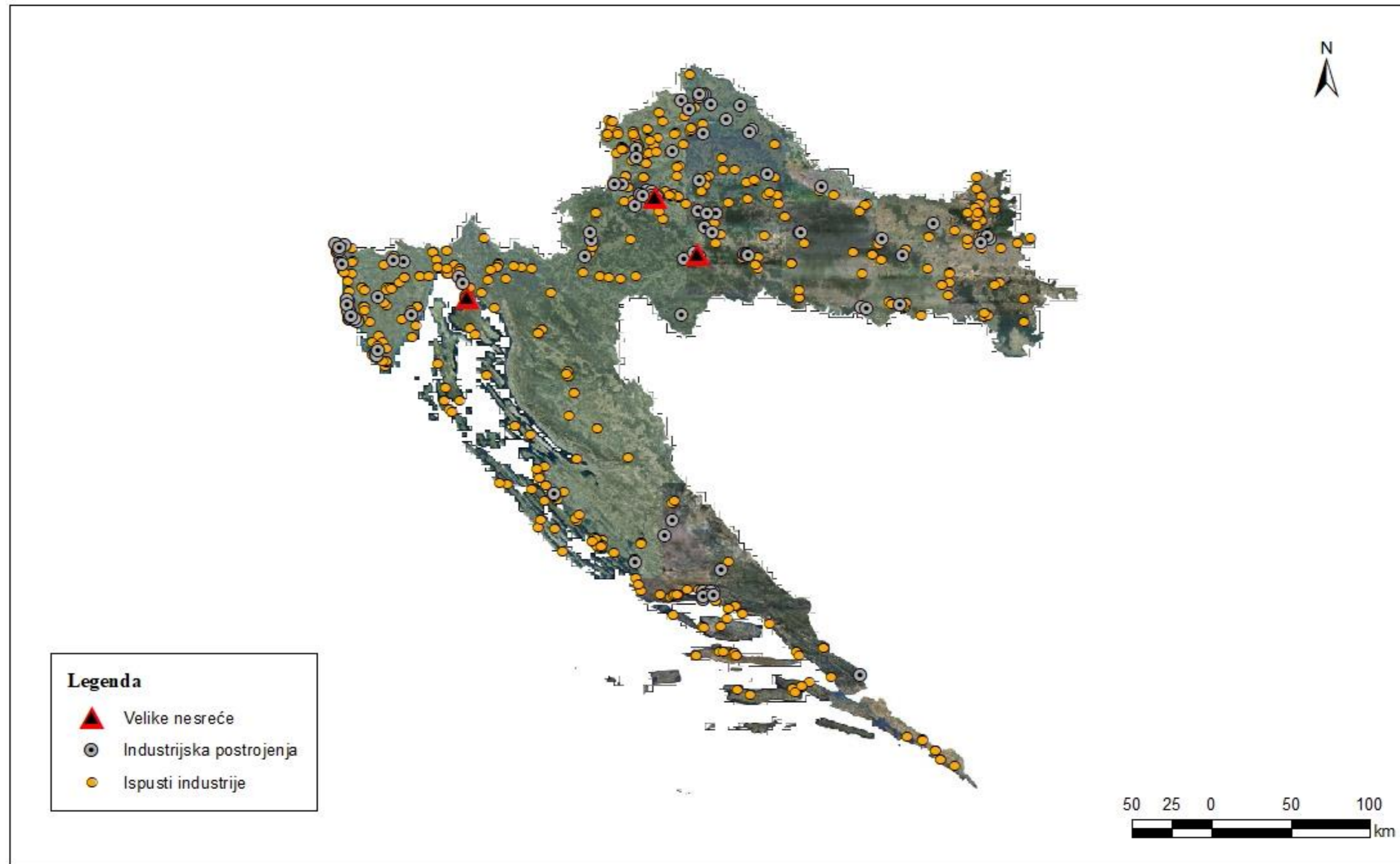
Slika 4-6 prikazuje lokacije ukupnih utjecaja okoliša u Republici Hrvatskoj gdje su obilježena sva naselja kao poligonski onečišćivač te označeni linijski i točkasti izvori onečišćenja.

# Linijski promet



Slika 4-1 Karta linijskog prometa Republike Hrvatske

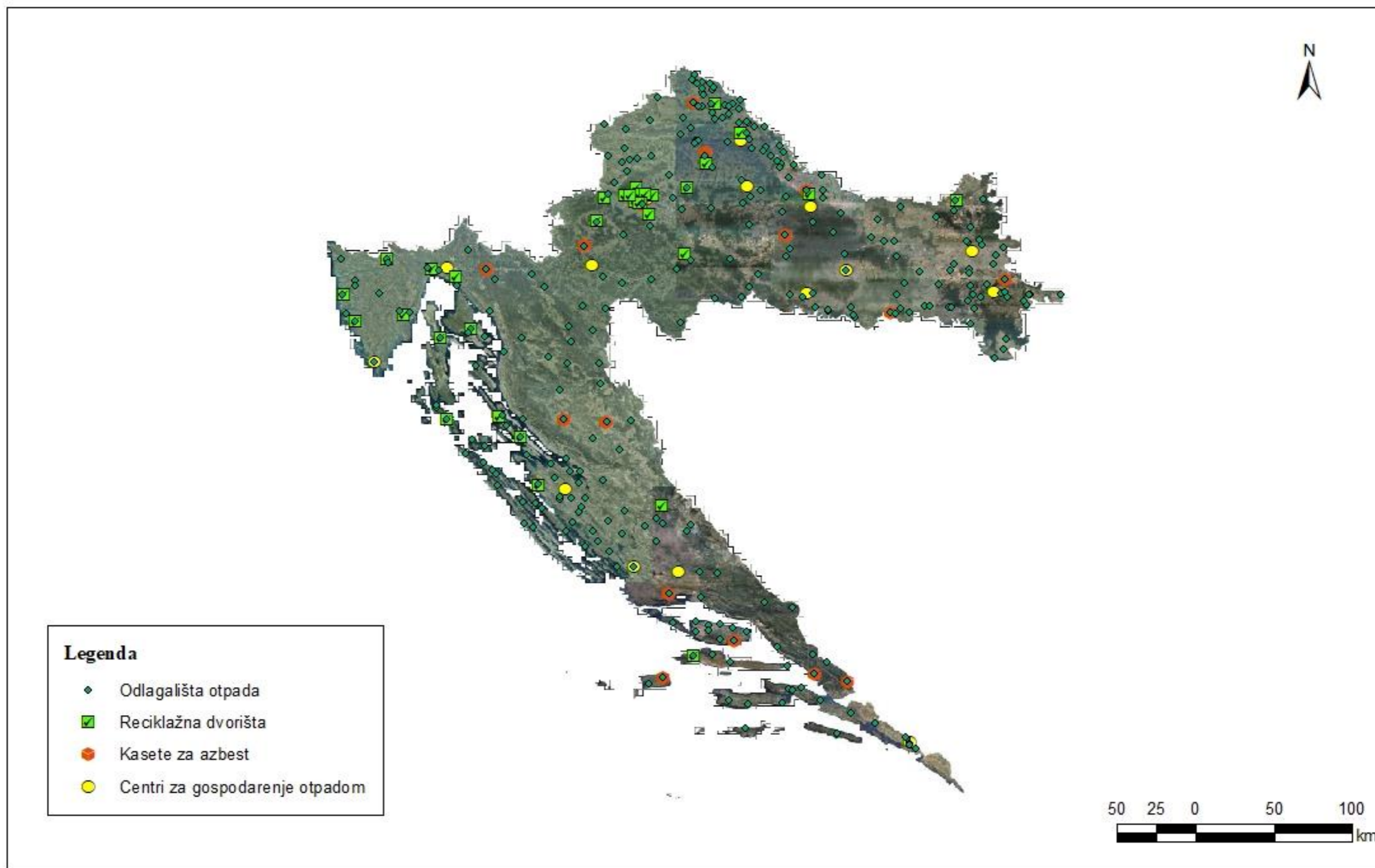
# Industrija



Slika 4-2 Karta industrijskih utjecaja u Republici Hrvatskoj

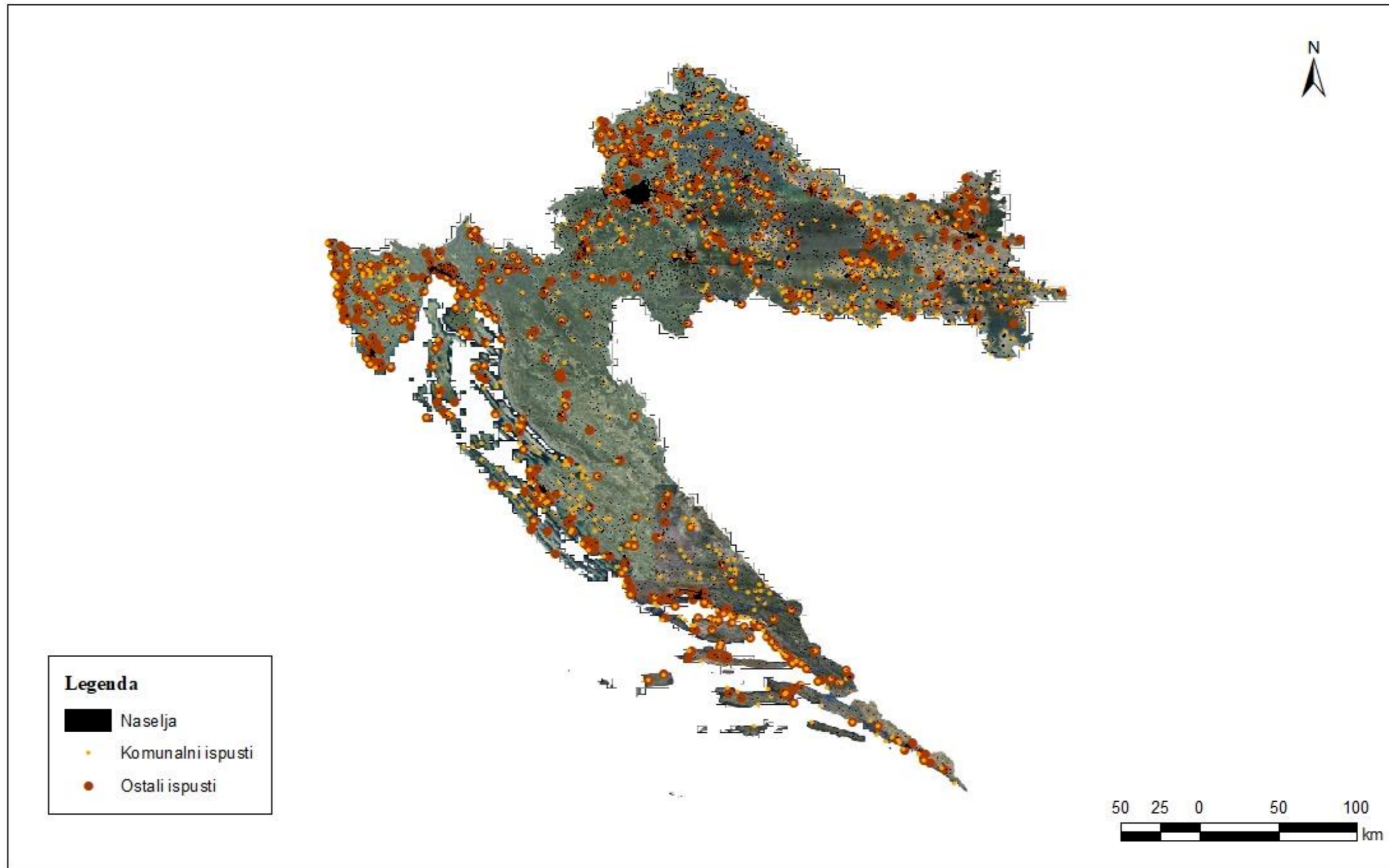


# Gospodarenje otpadom



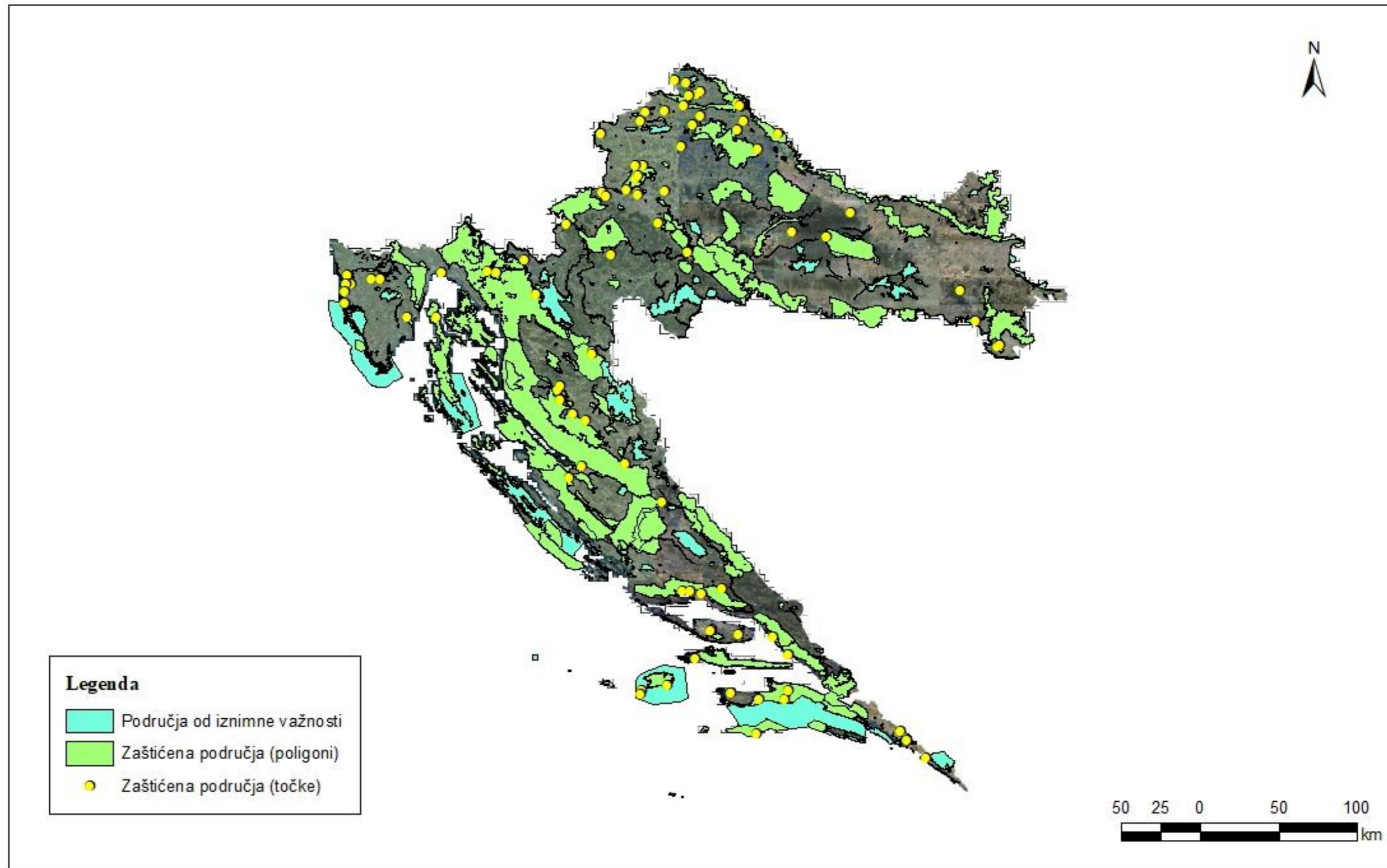
Slika 4-3 Karta gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj

# Utjecaj naselja



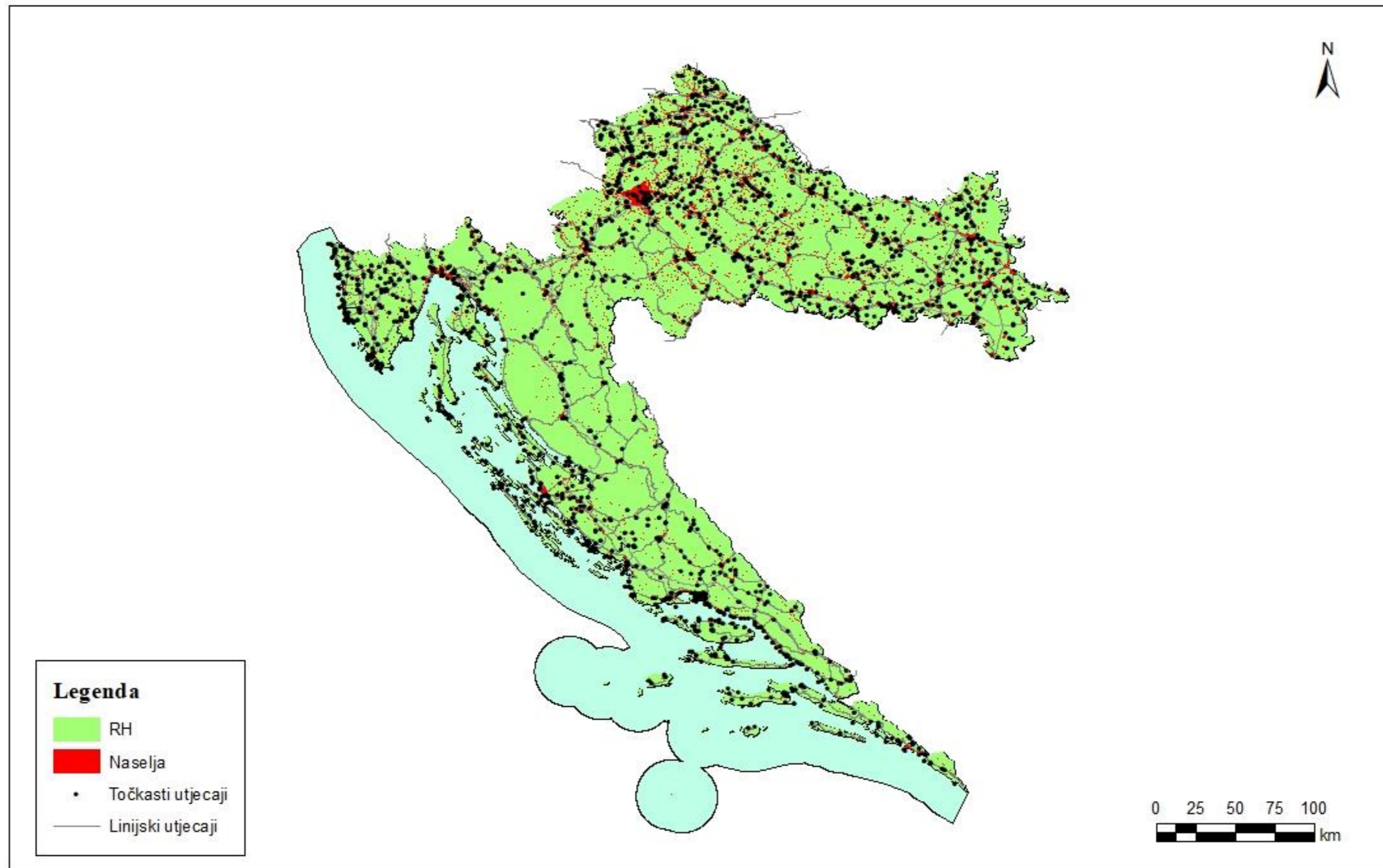
Slika 4-4 Karta utjecaja naselja u Republici Hrvatskoj

# Natura 2000



Slika 4-5 Područja ekološke mreže u Republici Hrvatskoj

## Lokacije ukupnih utjecaja



Slika 4-6 Karta ukupnih utjecaja na okoliš u Republici Hrvatskoj

## 6. RASPRAVA I ZAKLJUČAK

Kasnih osamdesetih godina 20. stoljeća počinje razrada postupaka sprječavanja i smanjivanja nastanka otpada u gospodarstvu i uslužnoj djelatnosti. Razvijene zemlje donose strategije upravljanja otpadom na nacionalnoj razini koje uključuju smanjivanje otpada na izvoru nastanka, ponovnu uporabu proizvoda te recikliranje otpada u cilju dobivanja sekundarnih sirovina i zaštite prirodnih resursa. U skladu s glavnim ciljem, ograničiti porast prosječne svjetske temperature, europske zemlje donijele su niz mjera za smanjenje ispuštanja stakleničkih plinova u zrak. Ispuštanje stakleničkih plinova za EU-28 smanjilo se za 19% u razdoblju od 1990. do 2012. godine unatoč porastu broja stanovnika od 6% i rastu proizvodnje od 45%. Ovom smanjenju ispuštanja stakleničkih plinova doprinijeli su makroekonomski trendovi, političke inicijative i promjena energetske politike (energetska učinkovitost i povećanje udjela obnovljivih izvora energije) u zemljama Europske unije.

Utjecaj naselja na okoliš prvotno ovisi o veličini naselja i broju stanovnika, kao i o prevenciji onečišćivača. Na kartama je prikazana ovisnost industrije i većih gradova, odnosno naselja, dok se najveća koncentracija industrijskih postrojenja na Jadranskom dijelu Hrvatske nalazi se na području Istarske županije i duž dalmatinske obale. Kada je riječ o industriji u kontinentalnom dijelu Hrvatske, značajna koncentracija industrijskih ispusta i postrojenja može se pronaći u Gradu Zagrebu te Varaždinskoj, Krapinskoj, Zagrebačkoj i Osječkoj županiji. S ciljem utvrđivanja lokacija na kojima se nalazi najveća koncentracija onečišćivača odnosno utjecaja na okoliš, izrađena je karta prikazana na slici 4-6.

Najveća količina odlagališta otpada kao jednog od negativnog utjecaja na okoliš može se pronaći u Međimurskoj i Koprivničko-križevačkoj županiji, dok je značajna količina vidljiva i na području Zadarske županije i na otoku Braču. Pregledom GIS baze podataka o reciklažnim dvorištima na području Republike Hrvatske, vidljivo je da su ista većinom koncentrirana na području Grada Zagreba (9). U ostatku RH tek je 24 reciklažnih dvorišta što značajno otežava ozbiljnije gospodarenje otpadom. Ukupni utjecaji prostiru se na području cijele Republike Hrvatske gdje se najveća količina utjecaja nalazi se na području Središnje Hrvatske (Međimurska, Varaždinska, Krapinsko-zagorska, Koprivničko-križevačka, Zagrebačka županija te Grad Zagreb), Istarske županije, dijela Slavonije (Osječka i Brodsko-posavska županija) te na samom rubu dalmatinske obale. S time se dolazi do zaključka kako je veličina grada usko povezana s brojem utjecaja što je jasno

vidljivo i na prikazanim kartama. Najveće koncentracije negativnih utjecaja na malom području zabilježene su u velikim gradovima poput Zagreba, Splita, Šibenika, Rijeke, Pule i Osijeka.

Radi očuvanja okoliša Republike Hrvatske potrebno je uspostaviti sustav trajnog monitoringa kako bi se prikupile informacije o trenutnom stanju okoliša, ali i o utjecaju prirodnih i antropogenih aktivnosti. Sukladno tome, potrebno je urediti i nadopuniti niz zakona i pravnih akata vezanih ne samo za gospodarenje otpadom i njegovim recikliranjem, nego i za zakonski postavljene granice uporabe i štetnosti određenih kemikalija i dr. Isto tako, kako bi se što efikasnije i racionalnije riješio problem zaštite okoliša, potrebno je kontinuirano osiguranje nadzora nad djelatnostima koje bi mogle izazvati površinska i podzemna onečišćenja. Jedan od neizostavnih koraka je informiranje javnosti o štetnim utjecajima na okoliš te njihovom utjecaju da smanjuju ili u potpunosti eliminiraju štetni utjecaj.

## 7. LITERATURA

1. AGENCIJA ZA UGLJIKOVODIKE, 2017. *Godišnji plan učinkovitog nadzora rizika za 2018. godinu*. URL: <https://www.azu.hr/media/1094/smjernice-za-procjenju-rizika.pdf> (01.10.2018.)
2. AGENCIJA ZA ZAŠTITU OKOLIŠA, 2014. *Prijedlog izvješća o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj*. Zagreb: Agencija za zaštitu okoliša.
3. ARCGIS, 2018. *Karta rizika i ranjivosti od požara - Copernicus EMS*. URL: <https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=a3d7b6f52d6b40a5903a1d2cae7d957d> (11.06.2018.)
4. BIRIN, D., 2015. *Strategija i metode smanjenja emisija ugljičnog dioksida iz cestovnog prometa: završni rad*. Zagreb: Fakultet Prometnih znanosti.
5. BOGIČEVIĆ, M., 2011. *Groblja - utjecaj na životnu sredinu, urbani potencijal i održivi razvoj*. URL: <http://www.gradjevinarstvo.rs/tekstovi/1579/820/groblja-uticaj-na-zivotnu-sredinu-urbani-potencijal-i-odrzivi-razvoj> (01.10.2018.)
6. BOLŠEC, I., 2017. *Utjecaj prometa na okoliš: završni rad*. Čakovec: Međimursko veleučilište u Čakovcu.
7. BRIŠKI, F., 2016. *Zaštita okoliša*. Zagreb: Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije.
8. CRNJAK-THAVENET, A., ZANOŠKI-HREN, M., 2017. *Pregled odabranih podataka sustava RPOT/OPVN (Sprječavanje velikih nesreća koje uključuju opasne tvari/Očevidnik prijavljenih velikih nesreća)*. Zagreb: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu.
9. CRVELIN, G., *Nije li već kasno?* URL: <http://www.zzjzpgz.hr/nzl/62/zrak.htm> (28.10.2018.)
10. ČACIĆ, T., 2009. *Utjecaj kiselih kiša na živi svijet: završni rad*. Zagreb: Prirodoslovno–matematički fakultet.
11. ČRNJAR, M., 2002. *Ekonomika i politika zaštite okoliša*. Rijeka: Ekonomski fakultet.
12. ČRNJAR, M., ČRNJAR, K., 2009. *Menadžment održivoga razvoja*. Rijeka: Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu.

13. DRŽAVNA UPRAVA ZA ZAŠTITU PRIRODE I OKOLIŠA, 1998. *Izvešće o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj: CIP – katalogizacija u publikaciji*. Zagreb: Nacionalna i sveučilišna knjižnica.
14. EUROPSKI PARLAMENT I VIJEĆE EUROPSKE UNIJE, 2018. 2018/851. *Direktiva (EU) Europskog parlamenta i Vijeća o izmjeni Direktive 2008/98/EZ o otpadu*. Europski parlament i Vijeće Europske unije.
15. FMLC HRVATSKA. *Što je to Geografski informacijski sustav (GIS)?* URL: <https://www.fmlc.com.hr/sto-to-geografski-informacijski-sustav-gis/> (21.05.2018.)
16. GOSPODARENJE OTPADOM SISAK. *Što su divlja odlagališta?* URL: <http://www.gos.hr/divlja-odlagalista/sto-su-divlja-odlagalista/> (01.10.2018.)
17. HRVATSKA AGENCIJA ZA OKOLIŠ I PRIRODU, 2017. *Održivo korištenje prirodnih dobara i ekološka mreža*. URL: <http://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/odrzivo-koristenje-prirodnih-dobara-i-ekoloska-mreza/ekoloska-mreza/natura-2000> (01.10.2018.)
18. KAŠTELAN-MACAN, M., PETROVIĆ, M., 2013. *Analitika okoliša*. Zagreb: HINUS & Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije.
19. KOVAČEVIĆ, V., 2012. *Ekološka groblja*. URL: <http://www.urbancult.hr/11159.aspx> (01.10.2018.)
20. LAMBAŠA-BELAK, Ž., *Zaštita okoliša: interna skripta*. Zadar: Sveučilište u Zadru.
21. LEKSIKOGRAFSKI ZAVOD MIROSLAV KRLEŽA, 2018. *Zračna luka*. URL: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=67439> (01.10.2018.)
22. MILER, M., *Što je WebGIS?* Zagreb: Geodetski fakultet.
23. MINISTARSTVO ZAŠTITE OKOLIŠA I ENERGETIKE, 2018. *Izmjene EU direktiva o otpadu*. URL: <https://www.mzoip.hr/hr/ministarstvo/vijesti/izmjene-eu-direktiva-o-otpadu-.html> (18.06.2018)
24. NARODNE NOVINE br. 94/13. *Zakon o održivom gospodarenju otpadom*. Zagreb: Narodne novine d.d.
25. POWERLAB, 2018. *Energetika i okoliš*. URL: [http://powerlab.fsb.hr/enerpedia/index.php?title=ENERGETIKA\\_I\\_OKOLI%C5%A0](http://powerlab.fsb.hr/enerpedia/index.php?title=ENERGETIKA_I_OKOLI%C5%A0) (11.06.2018.)



26. SAMEC, B., 2018. *Konačno kreće proširenje groblja Markovo polje*. URL: <http://www.sesvete-danas.hr/vijesti/konacno-krece-prosirenje-groblja-markovo-polje-7226> (18.10.2018.)
27. SRDOČ, S., 2017. *Tihi ubojica: Azbest u pet godina usmrtio gotovo 500 ljudi*. URL: <https://www.tportal.hr/vijesti/clanak/tihi-ubojica-azbest-u-pet-godina-usmrtio-gotovo-500-ljudi-20170707> (05.10.2018.)
28. TATAREVIĆ, V. *WEB GIS – od ideje do realizacije*. URL: [file:///C:/Users/Monika/Downloads/ekscentar9\\_43\\_46.pdf](file:///C:/Users/Monika/Downloads/ekscentar9_43_46.pdf) (05.10.2018.)
29. UDOVČIĆ, N., 2016. *Razgradnja memantina u vodi UV-C/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> procesom*: završni rad. Zagreb: Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije.
30. VRSALOVIĆ-PRESEČKI, A., 2018. *Uvod u ekoinženjerstvo*: interna skripta. Zagreb: Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije.