

Strokovno posvetovanje

ODPADKI IN EMISIJE V SISTEMU KROŽNEGA GOSPODARSTVA

Organizatorji

Zveza ekoloških gibanj Slovenije-ZEG
Znanstveno - raziskovalno središče Bistra Ptuj
Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede
Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
Združenje »Biogen«, Beograd

Soorganizator

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

Urednika

- Karel Lipič
- dr. Klavdija Rižnar

Organizacijski odbor

- Karel Lipič, predsednik
- dr. Viktor Grilc, podpredsednik
- dr. Peter Novak, podpredsednik
- dr. Leo Šešerko, podpredsednik
- dr. Niko Samec
- dr. Miran Lakota
- dr. Filip Kokalj
- dr. Klavdija Rižnar
- dr. Štefan Čelan
- dr. Janez Ekart
- dr. Marinka Vovk
- Drago Dervarič
- mag. Rudi Vončina
- Franc Cipot
- Milan Rogulja
- Vilko Pešec
- Ivan Kukovec

Izdajatelj

Zveza ekoloških gibanj Slovenije
Cesta krških žrtev 53, Krško
Tel: 081/ 612 895 , GSM: 064 253 580
zegslo20@gmail.com

Oblikovanje in prelom

Melita Rak

Naklada: 150 izvodov

Ljubljana, 2017

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

502.173:338.1(082)

ODPADKI in emisije v sistemu krožnega gospodarstva : strokovno posvetovanje 2017, Moravske Toplice, Hotel Ajda, 30. in 31. marec 2017 / organizatorji [Zveza ekoloških gibanj Slovenije - ZEG ... et al.], soorganizator Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ; [urednika Karel Lipič, Klavdija Rižnar]. - Ljubljana : Zveza ekoloških gibanj Slovenije, 2017

ISBN 978-961-6119-22-1

1. Lipič, Karel 2. Zveza ekoloških gibanj Slovenije
289499648

Za vsebinsko in jezikovno ustreznost besedil odgovarjajo avtorji sami.

Vse pravice pridržane. Brez pisnega dovoljenja Založbe je prepovedano reproduciranje, distribuiranje, javna priobčitev, predelava ali druga uporaba tega avtorskega dela ali njegovih delov v kakršnekoli obsegu ali postopku, s fotokopiranjem, tiskanjem ali shranitvijo v elektronski obliki, v okviru določil Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah.

Moravske Toplice, Hotel AJDA

30. in 31. marec 2017

Jubilejno 20

STROKOVNO POSVETOVANJE 2017

ODPADKI IN EMISIJE V SISTEMU KROŽNEGA GOSPODARSTVA

Organizatorji



ZRS Bistra
P T U J



Univerza v Mariboru

Fakulteta za kmetijstvo
in biosistemske vede



Univerza v Mariboru

Fakulteta za strojništvo

БИОГЕН

Soorganizator



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,
GOZDARSTVO IN PREHRANO



KAZALO

- 7 PREDSTAVITEV NAMENA STROKOVNEGA POSVETOVANJA:**
 - **POSVETU NA POT**
 - » Karel LIPIČ
 - **ODPADKI V SISTEMU KROŽNEGA GOSPODARSTVA**
 - » dr. Viktor GRILC
 - **KAKOVOST ZRAKA V SLOVENIJI**
 - » prof. dr. Peter NOVAK
- 17 PREDSTAVITEV PARTNERSTVA ZA ZELENOKOSPODARSTVO SLOVENIJE**
 - » Tadej SLAPNIK
- 19 DOSEŽKI IN IZZIVI PRI VZPOSTAVLJANJU CELOVITEGA RAVNANJA Z ODPADKI V SLOVENIJI**
 - » dr. Viktor GRILC
- 27 KAKO IN KDAJ, ČE SPLOH, LAHKO ZAŽIVI KROŽNO GOSPODARSTVO?**
 - » dr. Viktor SIMONČIČ
- 35 IZZIVI NA PODROČJU RAVNANJA S KOMUNALNIMI ODPADKI V SLOVENIJI**
 - » Sebastijan ZUPANC
- 37 RAVNANJE Z ODPADKI V KROŽNEM GOSPODARSTVU**
 - » Janja LEBAN
- 43 TOWARDS CIRCULAR ECONOMY IN SERBIA**
 - » Marina ILIC, Sinisa MITROVIC, Marija BOGDANOVIC
- 51 LITIJEVE BATERIJE – KAJ NAJ STORIMO?**
 - » Gerald SCHMIDT
- 57 PAPIRNIŠTVO V SISTEMU KROŽNEGA GOSPODARSTVA**
 - » dr. Mija SEŽUN

- 63 GOSPODARENJE OTPADOM U GRADU ČAKOVCU**
» Saša AVIROVIĆ
- 69 IED UREDBA S POUĐARKOM NA KEMIKALIJAĐ IN ODPADKIĐ**
» mag. Vilma FECE, mag. Damijan POVODNIK, Anica PAVLIĆ
- 87 UPORABA BLATA ČISTILNIĐ NAPRAV KOT KMETIJSKO GNOJILO S POMOČJO ODSTRANJEVANJA TEĐKIĐ KOVIN S FUNKCIONALIZIRANIMI MAGNETNIMI NANODELCI**
» Urban AJDNIK, dr. Silvo HRIBERNIK, red. prof. dr. Riko ŠAFARIĆ, dr. BoĐidar BRATINA, dr. Janez EKART, izr. prof. dr. Marjana SIMONIĆ, red. prof. dr. Lidija FRAS ZEMLJIĆ
- 97 MOĐNOSTI ENERGIJSKE IZRABE BLAT KOMUNALNIĐ ČISTILNIĐ NAPRAV Z UPLINJANJEM**
» prof. dr. Niko SAMEC, dr. Filip KOKALJ, mag. Beno ARBITER
- 105 PREDELAVA MULJEV-BLAT ČISTILNIĐ NAPRAV S PROCESOM PIROLIZE**
» dr. DuĐan KLINAR, dr. Klavdija RIĐNAR, dr. Štefan ČELAN
- 117 UPORABA BLATA IZ BIOLOŠKIĐ ČISTILNIĐ NAPRAV ZA PREDELAVO V BIOPLIN – PRIMER IZ PRAKSE**
» dr. Damijan KELC, prof. dr. Miran LAKOTA, doc. dr. Peter VINDIŠ
- 125 PRIDOBIVANJE DOVOLJENJ ZA PREDELAVO BIOMASE S PROCESOM PIROLIZE**
» Mirko ŠPRINZER, dr. DuĐan KLINAR
- 127 SPREMEMBA ZASNOVE IZDELKA ZA ZAGOTAVLJANJE PONOĐNE UPORABE**
» dr. Marinka VOVK, Barbara JANČIĆ
- 135 TRAJNOSTNO UPRAVLJANJE Z METALURŠKIMI ODPADKI PROJEKT SWIM**
» Metka GOSTEČNIK
- 143 NEVARNI ODPADKI IZ GOSPODINJSTEV IZKUŠNJE IZ PRETEKLEGA OBDOBJA**
» BoĐtjan ŠIMENC, Jure FLERIN
- 153 ODVAJANJE IN ČIŠČENJE ODPADNIĐ VODA BREZ ODPADKOV?**
» Igor ILAR
- 155 TRETIRANJE MEDICINSKOG OTPADA U LABORATORIJAMA TRANSFUZIOLŠKE SLUĐBE KAO BIOHAZARDNOG MATERIJALA**
» prof. dr. sci. med. Bratislav STANKOVIĆ, prof. dr. Dejan MITRAŠINOVIĆ, prof. dr. sci. med. Isidora MILANOVIĆ, prof. Marina STANKOVIĆ
- 165 POVEČANJE ZAKONSKIĐ PREDNOSTI V POVEZAVI Z EMA REGISTRACIJO (LIFE PROJEKT B.R.A.V.E.R.)**
» dr. Klavdija RIĐNAR, dr. DuĐan KLINAR, dr. Štefan ČELAN
- 173 BIOMASA SLOVENIJE KOT SUROVINA ZA NOVA GORIVA IN NE VEĆ VIR ONESNAĐEVANJA**
» prof. dr. Peter NOVAK
- 181 VZPOREDNE KORISTI BLAĐENJA PODNEBNIĐ SPREMEMB ZA ZMANJŠANJE ONESNAĐENOSTI ZRAKA**
» prof. dr. Lučka KAJFEĐ BOGATAJ
- 189 OCENA IZPOSTAVLJENOSTI ONESNAĐENOSTI ZUNANJEGA ZRAKA Z DELCI PM10 TER UČINKI NA ZDRAĐJE: EKOLOŠKA PROSTORSKA RAZISKAVA NA RAVNI OBČIN V SLOVENIJI**
» doc. dr. Andreja KUKEC, dr. Peter OTOREPEC
- 195 KAKOVOST ZRAKA IN NOV PRISTOP PRI MODELIRANJU RABE ENERGIJE**
» MatjaĐ ČESEN, mag. Jure ČIĐZMAN, mag. Damir STANIĆIĆ
- 207 ONESNAĐENOST ZRAKA Z ULTRA-FINIMI DELCI (NANODELCI)**
» mag. Viviana GOLJA, dr. Peter OTOREPEC
- 213 KORIŠČENJE OKOLJU IN LJUDEM PRIJAZNIĐ VIROV ENERGIJE**
» dr. Štefan MERKAČ
- 227 IZPOSTAVLJENOST PREBIVALCEV OZONU IN VPLIVI NA ZDRAĐJE: SOMO**
» doc. dr. Agnes ŠÖMEN JOKSIĆ
- 237 OBREMENJENOST SLOVENSKIĐ GOZDOV Z DUŠIKOVIMI SPOJINAMI**
» dr. Mitja SKUDNIK
- 243 VPLIV KAKOVOSTI LESNIĐ GORIV NA KAKOVOST ZRAKA**
» dr. Nike KRAJNC
- 245 ZEMELJSKI PLIN – OKOLJU PRIJAZEN ENERĐENT**
» Marko KOGOĐŠEK

- 253 UKREPI MESTNE OBČINE MURSKA SOBOTA ZA ZMANJŠANJE ONESNAŽENOSTI ZRAKA**
» Angelca DOKL – MIR, Bernardka RYAN
- 261 PROMETNO ONESNAŽEVANJE OZRAČJA S Poudarkom NA KAKOVOSTI ZRAKA OB CESTAH**
» Kristina GLOJEK, mag., izr. prof. dr. Matej OGRIN,
doc. dr. Katja VINTAR MALLY
- 267 UTEKOČINJENI ZEMELJSKI PLIN V PROMETU**
» Martin RAHTEN
- 279 OKOLJSKE MERITVE – KDAJ JIM LAHKO ZAUPAMO**
» Jaroslav ŠKANTAR, Nina MIKLAVČIČ, Andrej ŠUŠTERŠIČ
- 285 OKOLJSKI KRIMINAL V SLOVENIJI**
» Nada PAVŠER

Predstavitev namena strokovnega posvetovanja



POSVETU NA POT

Zveza ekoloških gibanj Slovenije - ZEG, nevladna okoljska organizacija (s statusom društva v javnem interesu po ZVO), soorganizator posveta, obeležuje 25. letnico ustanovitve in delovanja slovenskega ekološkega gibanja ter 20 let nepretrganega organiziranja uspešnih okoljskih strokovno-izobraževalnih dogodkov.

Na dveh vzporednih letošnjih posvetovanjih (odpadki-zrak in sevanja) bo 60 tujih in domačih strokovnjakov udeležencem predstavilo aktualne okoljske teme, povezalo domača in tuja znanja v iskanju možnosti za večje sodelovanje civilne družbe, NVO, občin, državnih institucij in stroke pri skupnem reševanju okoljskih problemov, zelenih mediacij ter omogočilo srečanje domačih in tujih strokovnjakov iz različnih področij.

Ob zaključku posveta bodo oblikovani zaključki in predlogi sklepov, ki bodo posredovani širši javnosti in pristojnim institucijam z namenom, da postanemo (bolj) gospodarna in odgovorna družba do našega okolja preko trajnostnega razvoja sodobne družbe.

Karel Lipič

Predsednik organizacijskega odbora

ODPADKI V SISTEMU KROŽNEGA GOSPODARSTVA

Varovanje kakovosti življenjskega okolja in ohranjanje neobnovljivih naravnih virov postajata neogibna obveza človeške družbe, ki je edina odgovorna za nesprejemljivo onesnaževanje lastnega okolja in nesmotrno izčrpavanje surovinskih virov. Najsodobnejša usmeritev Evropske unije, ki ga lahko obravnavamo kot zgled za vse človeštvo, je vzpostavljanje družbe recikliranja oz. krožnega gospodarstva. To je dolgoročno trajnostna rešitev, ki odraža odgovornost naše generacije do naslednjih generacij, da jim bomo prepustili zdravo in stabilno življensko okolje ter vire za nadaljnji razvoj. Vzpostava tega pristopa na globalnem nivoju bo trajala več generacij in ključne naloge čakajo prav razviti zahodni svet. Odgovor je večplasten in zahteva družbeno in individualno celosten odnos do okolja. Najprej moramo stopiti korak nazaj in pojmu *„čisto in zdravo okolje“* pridati sopomenko *„tudi moja odgovornost“*. Govorimo o okoljskem odtisu vsakega od nas, ki pri sedanjem načinu življenja v Sloveniji dvakrat presega samoobnovitveno sposobnost narave. Znotraj tega moramo v pomisleku na pojem *„odpadek“* zatreči dosedanjo asociacijo *„odlagališče“* in jo nadomestiti z *„reciklaža“*. Da smo to sposobni, dokazujemo že sedaj z zavidljivo visoko stopnjo ločenega zbiranja in recikliranja komunalnih odpadkov. To moramo razširiti na vse vrste odpadkov in poleg materialnih potencialov upoštevati tudi energetske načine možne izrabe. Skupni okvir delovanja na tem področju je novi Program ravnanja z odpadki (MOP RS, dec. 2016). Ta prikazuje ukrepe, s katerimi bo Slovenija poskušala izpolniti ambiciozne okoljske cilje na področju ravnanja z odpadki, ki smo jih sprejeli skupaj z drugimi članicami EU v okviru 7. okoljskega akcijskega programa in tudi državami podpisnicami mednarodnih konvencij o varstvu okolja (npr. Pariški sporazum o podnebnih spremembah, 2016).

Svoje poglede na letošnjem posvetu predstavljajo predstavniki državnih organov, raziskovalnih ustanov, industrije, komunalnih podjetij, inšpekcij in civilne družbe. Aktivirati moramo namreč inovativne potenciale vseh vpletenih deležnikov: proizvajalcih dobrin in ponudnikih storitev (okolju prijaznejši tj. trajnejši, razstavljeni, reciklabilni izdelki), pri izvajalcih komunalnih dejavnosti (odpadki, blata komunalnih čistilnih naprav, bolnišnični odpadki), v razvojno-raziskovalnih oddelkih povzročiteljev, predelovalcev in odstranjevalcev odpadkov vseh vrst ter pritegniti civilno družbo k motiviranju prebivalstva za izvajanje izbranih programov preprečevanja, zbiranja in ravnanja z odpadki.

Program »Nič odpadkov« (*Zero waste*) se kot uspešno civilno-družbeno gibanje uveljavlja tudi v Sloveniji, tudi v izboljševanju delov sistema za ravnanje z odpadki, ki ne delujejo dobro, npr. odpadna hrana in embalaža. Brez spreminjanja vzorcev individualnega obnašanja odmik od potrošništva pač ne bo možen.

dr. Viktor Grilc

Podpredsednik organizacijskega odbora

Vsako leto ponovno ugotavljamo, da zrak v zimskem obdobju v Sloveniji ni čist. Emisije iz lokalnih kurišč (na podeželju) in iz prometa (v naseljih) presegajo predpisane meje. Kljub številnim predpisom in novim tehnologijam za čisto zgorevanje biomase, se v praksi nič ne spremeni. Letošnji prispevki so posvečeni predvsem informiranju udeležencev, da obstojajo načini, kako priti do boljšega zraka in kako preprečiti zdravju škodljive posledice. Na kratko bomo povzeli vsebine letošnjega posveta. Predavanja lahko združimo v tri skupine: ocena stanja, vplivi na zdravje in pogled naprej.

Ocena stanja onesnaženosti zraka v Sloveniji je podana v petih prispevkih, ki razpravljajo o: o obremenjenosti naših gozdov z dušikovimi spojinami, o vplivih kakovosti lesnih goriv na emisije, vplivu prometa na zrak ob cestah, o problematiki meritev in o ukrepih Murske Sobote za zmanjšanje onesnaženosti zraka.

Vplivi onesnaženega zraka na zdravje so podani v treh prispevkih: onesnaževanje z delci (PM_{2,5}, PM₁₀), nano delci, in vpliv ozona.

Pogled naprej predstavljajo prispevki: koristih blaženja klimatskih sprememb, biomasa naj bi postala surovina za sintetična goriva, naravni plin (navadni, komprimirani ali utekočinjeni) je rešitev za zmanjšanje emisij in kako zmanjšati okoljski kriminal v Sloveniji.

Ker je v pripravi novi EKS, lahko pričakujemo, v skladu z energetskega svežnjem, danim v javno razpravo lansko leto, veliko sprememb v energetiki. Spremembe, ki se napovedujejo, predstavljajo pravo revolucijo v energetiki in blaženju podnebnih sprememb, katerim bomo priča v naslednjem desetletju.

Naloga nas vseh, strokovnjakov in civilne družbe je, da napovedane spremembe podpremo in zahtevamo takšno realno politiko, ki bo vodila k čistemu zraku in lepem okolju.

Naj bo naš posvet kamenček v mozaiku teh naporov.

prof. dr. Peter Novak

Podpredsednik organizacijskega odbora

Prispevki:

CELOVITO
RAVNANJE
Z ODPADKI



PREDSTAVITEV PARTNERSTVA ZA ZELENO GOSPODARSTVO SLOVENIJE

PRESENTATION OF THE PARTNERSHIP FOR A GREEN ECONOMY SLOVENIA

» Tadej SLAPNIK

državni sekretar Vlade Republike Slovenije

Vlada Republike Slovenije

Gregorčičeva 20-25, 1000 Ljubljana

01 / 478 1000

info.ukom@gov.si

DOSEŽKI IN IZZIVI PRI VZPOSTAVLJANJU CELOVITEGA RAVNANJA Z ODPADKI V SLOVENIJI

ACHIEVEMENTS AND CHALLENGES AT THE INTEGRAL WASTE MANAGEMENT IN SLOVENIA

» dr. Viktor GRILC

Visoka šola za varstvo okolja
Trg mladosti 2, Velenje
viktor.grilc@guest.arnes.si

Povzetek

Podana je ocena stanja urejanja in ravnanja z odpadki v Sloveniji v pogledu sodobnih pristopov k odpadkom kot virom onesnaževanja in alternativnih surovin. Kriteriji ocenjevanja so predvsem trajnostni, ki naj usmerjajo k vzpostavljanju odgovorne družbe recikliranja oz. krožnega gospodarstva. Ugotovitve kažejo na velike pozitivne spremembe in ugodne trende na vseh segmentih urejanja, kar se odraža v zmanjševanju pritiskov na okolje in gospodarnejši družbi; podanih pa je tudi nekaj predlogov za izboljšanje.

Ključne besede: ravnanje z odpadki, dosežki in izzivi, trajnostno ravnanje, Slovenija

Abstract

A critical overview over contemporary waste management in Slovenia is given, focusing on wastes as pollutants and potential resources. The situation has been much improved during last 20 years with respect to environmental load (pollution) as well as material retrieval. Waste generation is stable, separate waste collection,

treatment and recycling are very efficient, rendering only small fraction of waste for landfilling. Environmental load is being reduced and much materials recovered. Some proposals are given on certain identified weak points to be improved.

Key words: waste management, achievements and challenges, Slovenia

UVOD

Slovenija ima dolgo tradicijo ravnanja z odpadki, saj je prvi zakon o odpadkih izšel že leta 1979, pravilnik o nevarnih odpadkih pa leta 1986. Po osamosvojitvi smo pri zasnovi okoljevarstvene zakonodaji že upoštevali tedanje odpadkarske direktive EU, katerih večino zahtev smo implementirali do naše vključitve v novi gospodarsko-politični prostor. V splošno kulturo naroda prištevamo tudi odnos do okolja, v številni ravnanje z odpadki. Ta kultura oz. odgovornost je bila pri prebivalcih v Sloveniji (tako v statusu industrijskih kot tudi komunalnih onesnaževalcev) visoka in zato kakovost ravnanja z odpadki nikoli ni drastično zaostajala za razvitimi evropskimi državami.

V obdobju zadnjih dvajsetih let je v kontekstu razvoja trajnostne družbe v EU (*Towards sustainability, 1993*) odnos do odpadkov doživel znatne spremembe. V 6. evropskem okoljskem programu so bili – skupaj z naravnimi viri – uvrščeni med štiri prednostne cilje, v 7. programu pa že med najbolj potencialne alternativne vire za izvajanje krožnega gospodarstva oz. družbe recikliranja. Nova razvojna paradigma prepoznava ravno odpadke kot bistven potencial za ohranjanje surovinskih virov za kasnejše rodove, s sorazmernim prispevkom k preprečevanju onesnaževanja okolja. To vnaša v materialne dejavnosti nove izzive in postavlja vse ambicioznejše normative, katere bo potrebno dosegati v zaostrenih pogojih konkurenčnega trga. Ravnanje z odpadki vse bolj postaja celostno gospodarjenje z njimi. V prispevku bodo zato kritično analizirani nekateri pomembnejši vidiki sedanjega gospodarjenja z odpadki v Sloveniji, predvsem v vidu trajnostnosti in gospodarnosti.

Merila uspešnosti ravnanja z odpadki

Do nedavna je bilo merilo uspešnosti ravnanja njegova trajnostnost, ki vključuje tri sestavine: ekonomičnost, socialnost in okoljskost. Najpogosteje uporabljena metoda za kvantitativno vrednotenje takega ravnanja je primerjalno vrednotenje (benchmarking). Nabor kazalnikov je lahko zelo različen, tudi do sto (COST), in vključuje vse tri sestavine trajnostnosti. Taka ocena za Slovenijo še ni bila izdelana. Načelno je trajnostno ravnanje z odpadki tisto, ki je ekonomsko zdržno, prispeva k zaposlenosti in povzroča najmanj negativnih vplivov na okolje. Pri vrednotenju uspešnosti krožnega gospodarstva bo pozornost pri odpadkih usmerjena

predvsem k masno-bilančni uspešnosti vračanja v proizvodne kroge, ki pa so spet povezani z ekonomiko in zaposlovanjem. Okoljski vpliv bo vse manjši, čim več odpadkov bo recikliranih, vendar pa je potrebno paziti na ustrezno trajno kakovost materialnih tokov. Krožno gospodarjenje z viri naj bi postopno povsem odpravilo dva najpogostejša načina končnega ravnanja (odlaganje in sežiganje), ki povzročata največje vplive na okolje.

KAKO USPEŠNI SMO PRI VZPOSTAVLJANJU TRAJNOSTNEGA RAVNANJA Z ODPADKI V SLOVENIJI?

Nacionalni sistem ravnanja z odpadki se oblikuje in izvaja z nenehnim usklajevanjem - praviloma konfliktnih - interesov med tremi ključnimi deležniki: državo (zakonodajca, družbeni plani), povzročitelji odpadkov (proizvodno-storitveni sektor, občani) ter izvajalci dejavnosti (javna in privatna podjetja za ravnanje z odpadki). Zainteresirana javnost se lahko kot neodvisni kritični partner vključuje kot četrti dejavnik v obliki civilno-družbenih gibanj.

Predpisi in družbeni plani (naloge državne uprave)

Slovenska okoljska zakonodaja je v celoti prenešana iz okoljskih direktiv EU, ki so med najnaprednejšimi (in zato najzahtevnejšimi) na svetu. Upoštewane so tudi določila mednarodnih sporazumov in protokolov. Osnovni problem te zakonodaje je preroguliranost, saj so predpisi med seboj pogosto neusklajeni, pa tudi premalo upoštevajo naše omejene resurse. Še precej večji problem kot priprava te obsežne in zahtevne zakonodaje je njeno izvajanje v pogojih ekonomsko in kadrovsko šibke Slovenije. Ta je bila ob vstopu v EU postavljena v težaven položaj, ko je morala v kratkem času vzpostaviti enake okoljske standarde kot razvitejše stare članice. A v vseh članicah morajo biti dogovorjeni okoljski cilji dosežani v postavljenih rokih.

Načrtovanje nacionalnega sistema ravnanja z odpadki zahteva celostni pristop (vsi odpadki v vsej državi), mora biti preventivno naravnano in biti kontinuirano. Zbrane odpadke grupiramo v skupine, ki zahtevajo podobno ravnanje. Način doseganja zakonskih ciljev preprečevanja, nastajanja in ravnanja z odpadki v Sloveniji določa nov operativni program (MOP RS, 2016). Ta obsežen in izčrpen dokument opredeljuje ukrepe za doseganje ciljev iz EU/SLO zakonodaje, mednarodnih sporazumov in drugih planskih dokumentov za vzpostavljanje trajnostnega razvoja, z upoštevanjem usmeritve v krožno gospodarstvo, s časovnim horizontom izvajanja ukrepov do leta 2030. Program vsebuje splošne (univerzalne) cilje in posebne (nacionalno specifične) cilje. Lahko jih ocenimo kot obsežne in ambiciozne, mestoma težko izvedljive v navedenih rokih, zato bo potrebno mobilizirati vse razpoložljive potencialne. V zadnjih letih opažamo večje zanimanje za privatna vlaganja in razvoj domačega znanja na področju odpadkov. Operativni program je že v izvajanju, vendar njegovo uspešnost zaradi kratkega časa od objave še ni mogoče ocenjevati.

Informacijske podlage

Za načrtovanje sistema ravnanja z odpadki so potrebni zanesljivi podatki o njihovem nastajanju in nadaljnji obravnavi. Zbiranje podatkov o tokovih odpadkov in postopkih ravnanja izvaja Statistični urad RS s pomočjo predpisanih letnih e-obrazcev za poročanje. Zavezanci so vsi, ki povzročajo odpadke predpisanih vrst nad mejno letno količino. SURS izvaja urejanje in osnovne obdelave podatkov (deloma dogovorjene z MOP in ARSO, ki potem opravljata nadaljnje analize in simulacije. Ta sistem zbiranja in obdelave podatkov deluje že od osamosvojitve in se stalno izboljšuje. Spremembe v zakonodaji povzročajo težave v primerljivosti podatkov v določenih obdobjih. Povsem primerljivi so podatki od leta 2008 naprej. Kakovost podatkov je zelo dobra (>95 %) o nastajanju in zbiranju odpadkov, precej slabša pa za predelavo in obdelavo (ocenjujem, da lahko odstopa do 30 %). Tako npr. za l. 2015 vsebuje podatek o predelavi kar 6,9 mio ton odpadkov, čeprav jih je nastalo le 5,1 mio ton. Verjetno se seštevajo podatki o odpadkih, ki se predelajo večkrat (v več zaporednih postopkih). Po predelavi namreč odpadki pogosto dobijo drugo klasifikacijsko številko, zato se sledljivost izgubi. To dopušča zlorabe in navidezno ravnanje (le na papirju) ter lahke zasluge izvajalcev. Kakovost zbranih podatkov je spet boljša za končna ravnanja (odlaganja, sežig in toplotne obdelave).

Nastajanje odpadkov

Tu bodo obravnavani odpadki, ki jih pokriva Uredba o odpadkih (MOP, 2015). Količine odpadkov so odvisne od družbeno-ekonomskega stanja države, strukture in razvitosti gospodarstva ter okoljske ozaveščenosti povzročiteljev odpadkov. V zadnjih desetih letih so količine nastalih odpadkov najprej padale (od 6,8 proti 4,5 mio ton), po l. 2012 pa spet rahlo rastejo. Nazadovanje zaznamuje obdobje slabših ekonomskih pogojev gospodarjenja med l. 2010-12, deloma pa tudi prestrukturiranja gospodarstva. V letu 2015 je v Sloveniji nastalo 5,172 mio ton vseh odpadkov. Kar 58 % količin odpadkov prispeva proizvodni sektor (gradbeništvo, energetika, industrija), 31 % storitveni in 11 % gospodinjstva. Največja je bila količina gradbenih odpadkov (28 %), druga največja količina so bili odpadki iz termičnih procesov (19 %), potem odpadki iz naprav za ravnanje z odpadki (13 %) in komunalni odpadki (13 %), odpadki iz obdelave in predelave lesa ter kovin (12 %) in odpadna embalaža (5 %). Sistem zbiranja podatkov je dvokanalen, za industrijske in komunalne odpadke. Količina nastalih nevarnih odpadkov je bolj variabilna (med 100 kt in 150 kt), večina jih nastane v proizvodno-storitvenem sektorju. V primerjavi z nenevarnimi odpadki ta količina resda ni velika, vendar moramo bolj kot njo upoštevati nevarnostni potencial (zmnožek med količino in stopnjo nevarnosti). Če bi hipotetično pripisali povprečnim nevarnim odpadkom desetkrat večjo nevarnost kot nenevarnim, potem je njihova količina ekvivalentna 1500 kt, kar pa je že v velikostnem redu nenevarnih odpadkov. In v takem razmerju so verjetno tudi stroški za ravnanje z obema skupinama odpadkov. Zanimivo je, da količina nevarnih odpadkov iz gospodinjstev zelo strmo narašča že deset let. Razlog ni v

tako skokoviti rasti rabe nevarnih snovi, ampak v odgovornejšem odnosu občanov do zbiranja in oddajanja nevarnih prostankov.

Za učinkovito nadaljnjo predelavo in recikliranje odpadkov je pomembno njihovo ločeno zbiranje na izvorih. V proizvodnji to ni posebno težko, saj posamezni odpadki praviloma nastajajo v ločenih proizvodnih procesih. V gospodinstvih pa je obratno (veliko število vrst na enem mestu), vendar v stanovanja ne moremo namestiti večjega števila zbirnih posod. Potrebna so še priročna skupna zbirna mesta (t.i. ekološki otoki). Kljub temu je Slovenija pri ločenem zbiranju komunalnih odpadkov v minulih letih dosegla izjemno visok delež ločeno zbranih frakcij, v l. 2015 kar 68,6 %. To kaže na dobro organiziranost te dejavnosti in visoko okoljsko zavest (participativnost) prebivalstva. Pri stremljenju k nadaljnemu višanju te stopnje bo potrebno paziti, da pri tem ne bi poslabšali kakovost zbranih frakcij ali povzročili naveličanost prebivalstva za sodelovanje.

Ravnanje z odpadki

Opadki bodo vedno nastajali, saj ima preprečevanje omejen doseg. Bolj od tega, koliko jih nastaja je pomembno, kako se z njimi ravna. Predelava odpadkov je namenjena njihovi direktni izrabi oz. pretvorbi v obliko, primerno za reciklažo, obdelava odpadkov pa pomeni priprava na končno odstranjevanj brez izrabe. Po statističnih podatkih v Sloveniji trenutno predelamo 75 % vseh odpadkov, 7 % jih odložimo na odlagališča, 3 % jih predamo drugim (tudi v izvoz) in 15 % jih začasno skladiščimo. Še pred desetimi leti smo jih odložili desetkrat več!

Predelava: Uradni delež predelave odpadkov (75 %), naveden v operativnem programu, je visok tudi v evropskem merilu. Vendar pa zbrani podatki za to vrsto ravnanja niso povsem jasni. Postopki predelave (R-postopki) so mehanski, fizikalno-kemijski, biološki, termični in kombinirani. Na tem področju od osamosvojitve beležimo velik napredek. Trenutno Slovenija razpolaga z okoli 400 napravami z naslednjimi predelovalnimi kapacitetami: za predelavo gradbenih odpadkov in izkopov 5,3 mio ton, za ločeno zbrane kovine 809 kt, za lesne odpadke 613 kt, za biološko razgradljive odpadke 610 kt, za papir in karton 441 kt, za pepele in žindre 300 kt, za barve in lake 239 kt, za odpadno plastiko in gume 221 kt itd. V letu 2015 je bilo doma predelanih skupno okoli 6,9 mio ton, od tega 3,2 mio ton »dejanska predelava brez priprave na predelavo in zasipanja«. Zaradi sočasnega procesa prestrukturiranja gospodarstva in uvajanja preprečevanja odpadkov so nekatere od teh kapacitet že prevelike in prihaja do konkurence med izvajalci. Poleg tega pa se še gradijo nove, npr. za MBO. Problemi so tudi z odpadno embalažo, ki pa so posledica nedorečenosti v sistemu podaljšane odgovornosti proizvajalcev. Primanjkljaj kapacitet opazamo v kapitalno oz. tehnološko intenzivnejših postopkih predelave, kot so: napredni toplotni postopki (kogeneracija, piroliza, uplinjanje, plazma), kemična predelava (žlahtne in redke kovine iz katalizatorjev, čipov, prahov in žlinder), napredne bioplinarne ipd., ki imajo boljše izkoristke in manjše okoljske vplive.

Odstranjevanje: V Sloveniji trenutno obratuje 19 odlagališč za nenevarne odpadke: 12 komunalnih in 7 industrijskih, v katerih so l. 2015 odložili 282 kt mešanih komunalnih odpadkov in 75 kt industrijskih odpadkov. Količine odloženih odpadkov se manjšajo že deset let, vse od izida nove direktive o odpadkih. Termičnih načinov odstranjevanja je relativno malo, na eni napravi za gorivo iz komunalnih odpadkov (30 kt) ter nekaj industrijskih naprav z dovoljenjem za so-sežig določenih odpadkov (36 kt). Proizvodnja alternativnih goriv iz odpadkov, predvsem lesne in druge biomase, se povečuje, vendar pa je doseganje predpisane kakovosti za ta goriva zelo težavno. Odlagajo se le stabilni nenevarni odpadki: mineralni, stabilizirani organski, nevtralizirani kemični, inertizirani bolnišnični ipd. Ne smejo se odlagati organsko bogati odpadki, ki še razpadajo oz. imajo kurilno vrednost ($TOC > 18\%$, resp. indeks > 4 , $H_{kur.} > 6 \text{ MJ/kg}$). Vendar je vprašljivo, če se ta kontrola izvaja, saj večina odlagališč nima ustrezne opreme in kadrov.

Uvoz in izvoz odpadkov: Odpadke, katere ne moremo predelati doma ali dosega jo na trgu dobro ceno, izvažamo v tujino. Obratno pa drugim državam nudimo proste kapacitete za predelavo nekaterih odpadkov. Ta dva toka nista majhna in še naraščata: v l. 2015 smo izvozili okoli 629 kt odpadkov (kovinske odpadke, RDF, odpadno embalažo, nevarne odpadke ipd.), uvozili pa kar 1.030 kt (odpadne črne in barvne kovine, papir in karton ipd.). Prekomejno ravnanje z odpadki je skladno z mednarodnimi predpisi. Vendar pa princip samooskrbnosti držav narekuje vzpostavitev domačih rešitev za izvozne vrste odpadkov, ki bi bili ekonomsko ugodnejši in okoljsko sprejemljivejši.

Stara bremena

Varno in celovito ravnanje z odpadki v Sloveniji poteka šele zadnjih 25 let. Prej se temu problemu ni posvečalo ustrezne pozornosti, večino odpadkov so odlagali na praviloma neurejena in včasih celo nelegalna odlagališča, zgrajena na neprimernih zemljiščih. Ob osamosvojitvi je bilo v RS 60 komunalnih in 27 industrijskih odlagališč. Večina zaprtih odlagališč nima nadzora nad vplivi na okolje. V operativnem programu je izdelan načrt pristopa k obvladovanju starih deponij, ki vključuje njihovo identifikacijo, izdelavo metodologije pristopov k sanaciji, pripravo načrtov za izvedbo ukrepov, zagotovitev finančnih sredstev ter izvedbo in evalvacijo ukrepov. Vse to že v obdobju 2017-21, kar je preambiciozno glede na neznano količino problemov (nesprejemljivih virov onesnaževanja), ki jih bo monitoring odkril. Poleg tega je v Sloveniji (po podatkih okoljevarstvenih gibanj) še 11.745 divjih odlagališč odpadkov, ki jih bo treba prav tako sanirati in preprečiti nadaljnje odlaganje. Tozadevno bo potrebno še naprej izvajati vzgojo prebivalstva vseh starosti proti smetenju in onesnaževanju okolja.

ZAKLJUČEK

Stanje ravnanja z odpadki v Sloveniji se je po osamosvojitvi, predvsem pa po priključitvi EU izboljšalo v vseh segmentih. Informacijski sistem o odpadkih omogoča sprotni vpogled v nastale količine in načine ravnanja z njimi (v sektorju predelave odpadkov še obstaja problem sledljivosti). Največji dosežki so na področju ločenega zbiranja in predelave oz. reciklaže odpadkov, s posledičnim zmanjševanjem odlaganja. Vzpostavila se je mreža zbiralcev in predelovalcev, ki sproti servisira povzročitelje odpadkov. Ugotovljene so določene neskladnosti v količini posameznih odpadkov in vzpostavljenimi predelovalnimi kapacitetami, ki se bodo še povečale zaradi gradnje novih MBO naprav in zmanjševanjem količin mešanih komunalnih odpadkov. Problemi s predelavo odpadne embalaže so upravno-ekonomskega značaja (naloga države), ne tehnološki. Še vedno je veliko dragega izvoza odpadkov, ki deloma odraža potrebo po lastnih predelovalnih napravah (npr. za toplotno obdelavo odpadkov oz. frakcij z veliko toplotno vsebnostjo). Potrebno je vključiti materialno nerekiclabilne energetske bogate odpadke v energetske načrte Slovenije.

Viri in literatura

1. Uredba o ravnanju z odpadki (UL RS 37/15 in 69/15) in druge uredbe o odpadkih in napravah zanje
2. Direktive EU o odpadkih (2006, 2008), o odlaganju odpadkov (1999), o sežigu odpadkov (2000) idr.
3. F. Sjøvold, P. Conroy and E. Algaard (Eds.). *Performance Assessment of Urban Infrastructure Services: the case of water supply, wastewater and solid waste*, COST Office, Bruselj, 2008
4. 7. okoljski akcijski program EU (1386/2013/EU, 2013)
5. Program ravnanja z odpadki in Program preprečevanja odpadkov RS, MOP, 2016
6. Statistični urad RS, Portal SI-STAT: okolje in naravni viri, <http://pxweb.stat.si/pxweb>, marec 2017
7. ARSO, Kazalci okolja v Sloveniji: Odpadki; <http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind>, 2017

KAKO IN KDAJ, ČE SPLOH, LAHKO ZAŽIVI KROŽNO GOSPODARSTVO?

HOW AND WHEN, IF EVER, CAN COME ALIVE CIRCULAR ECONOMY?

» dr. Viktor SIMONČIČ, dipl.ing.kem.teh., samostojni svetovalec

VIKOS

HR-44 000 Siska, Mihanovičeva 31

viktor.simoncic@gmail.com

Povzetek

Paradigmo krožnega gospodarstva kot univerzalno in poenoteno rešitev za problem ravnanja z odpadki moramo obravnavati z velikim zadržkom. Krožno gospodarjenje z odpadki je bistveno težavneje kot zgloda in se mora prilagoditi lokalnim pogojem, z namenom postati izziv in ne ovira.

Ključne besede: krožno gospodarstvo, ravnanje z odpadki, komunalni odpadki

Abstract

The paradigm of circular economy as a universal and unified solutions to the problem of waste management must be taken with a large margin. Circular economy is significantly more folded as often presented and must be tailored to local conditions, how it could become a challenge rather than an obstacle.

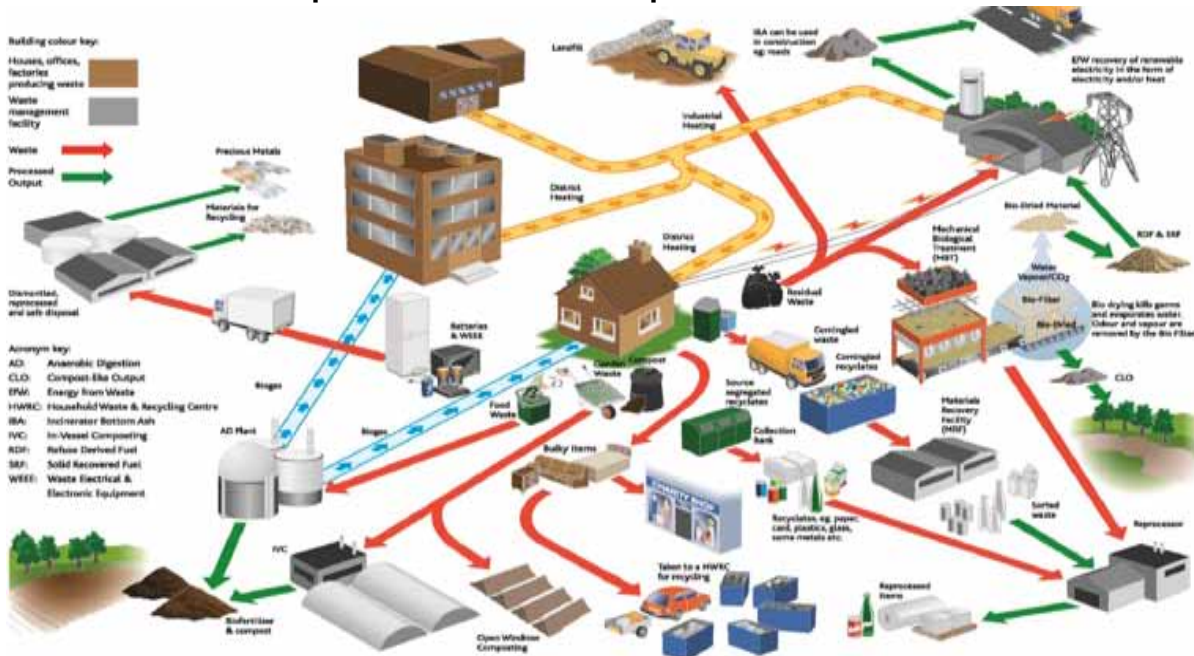
Key words: circular economy, waste management, municipal waste

RAVNANJE Z ODPADKI - VSI PO ISTEM VZORCU?

Številni priročniki o ravnanju z odpadki, od nevladnih organizacij do institucij Evropske unije, spodbujajo praviloma poenoten način ravnanja. Enako za velike in majhne, enako za bogate in manj bogate, enako za mesta in vasi, enako za tiste, ki imajo širok nabor različne predelovalne industrije, do tistih, ki so skoraj brez industrije.

Ponuja se pristop, ki je shematsko prikazan na naslednji sliki.

Slika 1: Shematski prikaz sledi komunalnih odpadkov /1/

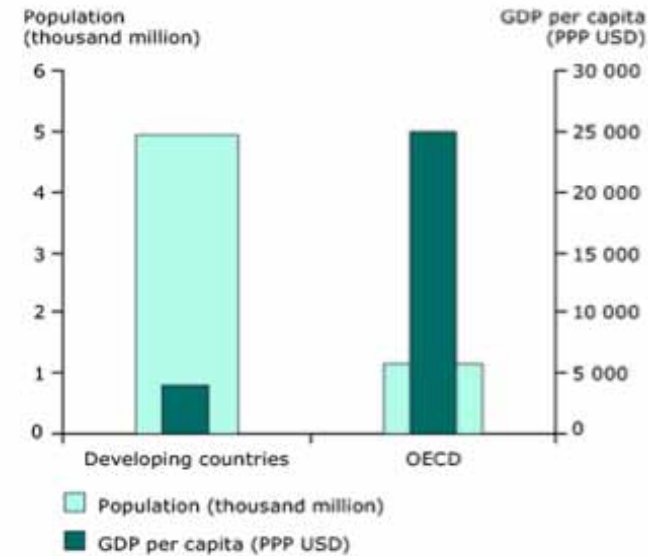


Enaki standardi in mejniki naj veljajo za vse. Malo se razlikujejo le časovne omejitve za izpolnitev obveznosti. Velikodušno se manj razvitim daje nekaj let več, da izpolnijo obveznosti, za katere so najbogatejši imeli na voljo desetletja.

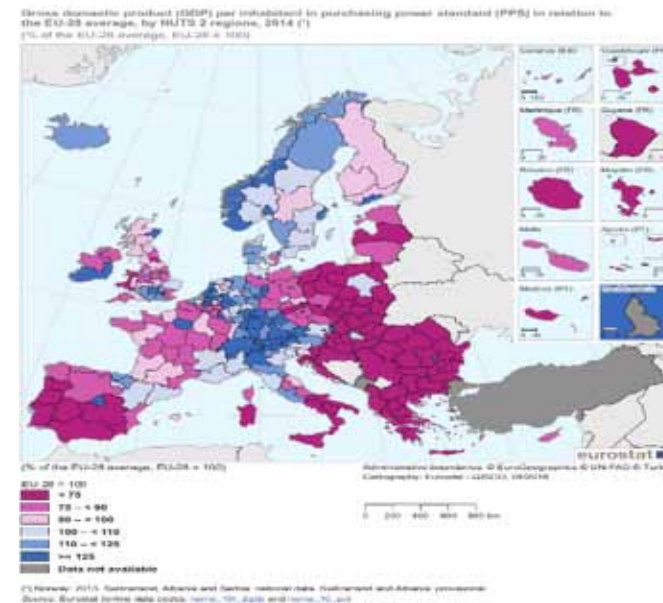
Razviti predpisujejo manj razvitim standarde na področju okolja, kot da je izpolnjevanje pogojev zastoj in morda, da tudi predstavlja zaslužek. Slika 2 prikazuje razmerje med bruto družbenim proizvodom (BDP) in številom prebivalcev, med razvitimi (države članice OECD) in manj razvitimi državami.

Še večje razlike so pa med regijami v EU, kot je to pokazano na Sliki 3. Povprečni BDP na prebivalca v področju London - Zahod (539% povprečja EU-28) v letu 2014 je bil 18-krat večji - ob upoštevanju razlike v ravni cen - kot v regiji Severovzhodna Bolgarija, kjer je zabeležen najnižji povprečni BDP na prebivalca (30% v EU-28) /2/.

Slika 2: Prebivalci in ustvarjen BDP¹



Slika 3: BDP po regijah v EU /2/



1 Prikaz uporabljam že dalj časa – žal ne najdem več izvirne reference.

STANJE RAVNANJA Z ODPADKI IN NOVI CILJI

V EU se danes reciklira le okoli 40% odpadkov. Po zadnjih podatkih okrog 44 %. Povprečje prikriva velike razlike med državami članicami in ostalimi regijami, saj na nekaterih področjih stopnja recikliranja presega tudi 80%, medtem ko je v drugih manj kot 5%. /3/

Kljub temu se cilji zaostrojujejo. Še pred kratkim (2015) je bilo predlagan dvig stopnje za recikliranje na 65 % do leta 2030, z omejitvijo odlaganja komunalnih odpadkov na odlagališča na 10 % do leta 2030. Najnovejši (2017) predlogi gredo v smeri omejitve odlaganja na samo 5 % /4/.

Evropski parlament je naredil še korak naprej, z mislijo **k družbi brez odpadkov** (zero waste) in predlaga zavezujoče cilje preprečevanja njihovega nastajanja do 2025 in cilj 70 % recikliranja komunalnih odpadkov do 2030 in 80 % recikliranja embalaže do 2030 /5/. Je takšne cilje mogoče ustvariti ne glede na stopnjo razvoja?

ODPADKI IN KROŽNO GOSPODARSTVO

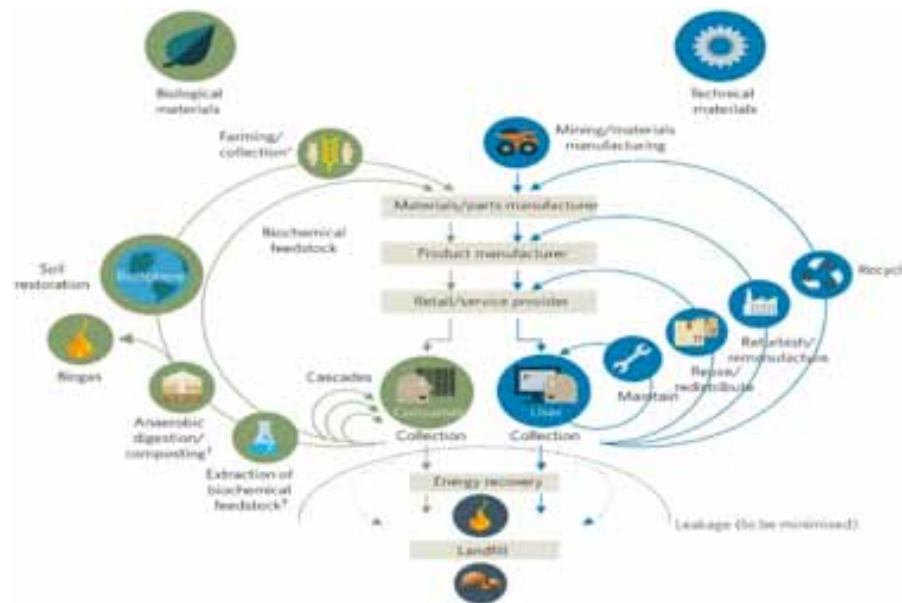
Kot rešitev – enako za vse - se v zadnjem času ponuja paradigma ravnanja z odpadki v krožnem gospodarstvu². Poenotena shema krožnega gospodarstva je dokaj zapeljiva in se kaže kot nekaj, kar je zelo enostavno uresničiti, kakor je to pokazano na sliki 4. Ko poizkušamo razumeti paradigmo krožnega gospodarstva natančneje razumeti, se kaže, da je to malo bolj kompleksno, kako je pokazano na Sliki 5.

Slika 4: **Krožno gospodarstvo – shematsko**



² Uporaba odpadkov kot surovin ni nič novega – nov naj bi bil pristop da se na ta način, že na tej stopnji razvoja, popolnoma, (pa še z dobičkom!), lahko samo tako reši problem odpadkov.

Slika 5: **Krožno gospodarstvo – kompleksno /6/**



Kompleksnost ravnanja s komunalnimi odpadki (v duhu krožnega gospodarstva) za uresničevanje visoke stopnje snovne in energetske rabe kaže število naprav za ravnanje s (komunalnimi) odpadki v Nemčiji, kot je pokazano na naslednji sliki.

Slika 6: **Število obratov za ravnanje z odpadki v Nemčiji /7/**

Waste Management Infrastructure (2013)	
167	Waste-Incineration Plants (incl. 70 MWT)
705	Waste-to-Energy Plants
552	CP-Treatment Plants
2462	Biological Treatment Plants (Comp./Digestion etc.)
58	MBT
1094	Sorting Plants
1331	ELV-Dismantling Plants
321	WEEE-Dismantling Plants
114	Soil Treatment Plants
2172	C&D-Recovery Plants

Če bi v Sloveniji želeli podobno učinkovitost v snovni in energetski rabi in bi veljala prosta linearna odvisnost med številom obratov in številom prebivalcev, bi v Sloveniji

potrebovali saj 4 sežigalnice, 20 obratov »odpad v energijo«, 25 sortirnic, 60 kompostarn ... (z enostavnim deljenjem z 40 - 2 milijona prebivalcev Slovenije v primerjavi z 80 milijoni prebivalcev Nemčije). Zaradi razlike v gostoti naseljenosti (Slovenija 100, Nemčija 230 prebivalcev/km²) in s stroški transporta (zbiranje, odvoz) bi verjetno potrebovali celo nekaj več obratov.

Pomembno je poudariti, da mora biti zraven obratov za ravnanje z odpadki na voljo cela vrsta predelovalne industrije, ki lahko materialno ali energetsko uporabi ločene odpadke/surovine, kar manjka v popisu naprav in obratov.

KAKO IN KDAJ, ČE SPLOH LAHKO, ZAŽIVI KROŽNO GOSPODARSTVO?

Kot argument za reševanje problema ravnanja z odpadki v krožnem gospodarstvu, je zaživel mnenje, da v odpadkih leži denar. Če bi temu bilo tako, bi pomenilo več odpadkov več denarja?

Na žalost je ravnanje z odpadki vedno strošek. Resnica je, da zaslužek leži le v mogočem zmanjševanju nepotrebnih stroškov in izzivu, da se dejavnost v čim večjem razmerju izvede v lokalnem okolju ter z zaposlovanjem lokalnih podjetij in delavcev. Korist leži v modrosti, da se stroški, ki jih imajo prebivalci, v čim večjem razmerju vrnejo nazaj v lokalno ali nacionalno gospodarstvo. Da bi to bilo mogoče, se mora ravnanje z odpadki prilagoditi lokalnim okoliščinam in pogojem, ki se blazno razlikujejo med državami in tudi znotraj posameznih držav.

Glede na kompleksnost ravnanja s komunalnimi odpadki v novem pristopu krožnega gospodarstva, je skoraj logično vprašanje, kje so geografske meje krožnega gospodarstva v ravnanju z odpadki. Je krožno gospodarstvo lokalno, nacionalno ali globalno pristop? Kaj je najmanjši geografski in družbeno ekonomski prostor, na katerem je krožno gospodarstvo ravnanja z odpadki smiselno? Ali se pod krožno gospodarstvo šteje ločevanje in priprava lahke frakcije za sežig na Dunaju /8/? Ali je smiselno ločevati, predelovati, zmanjšati emisije odpadkov na izvoru (odlaganje) in potem peljati odpadek v 400 kilometrov oddaljeno sežigalnico? Kaj je z emisijami, ki jih pri transportu ustvarijo tovornjaki? Kam naj se knjižijo stroški za prevzem 54 ton odpadkov na Dunaju? Ali je v takšnih geografskih razmerah sploh smiselna način ravnanja in nastali stroški? Na čigavo ekonomijo in kako prispeva lokalni način ravnanja z odpadki? V primeru sežiga lahke frakcije na Dunaju je jasno, da gre strošek na račun lokalne ravni, ki prispeva k uspešnem poslovanju sežigalnice na Dunaju in pospeševanju BDP Avstrije!

Če se ravnanje z odpadki znotraj EU želi uresničiti na globalni ravni, v tem kontekstu na ravni EU, potem se to mora uresničiti pod enakimi pogoji za vse, in stroške prilagoditi

do ravni privošljivosti za posameznike, kjerkoli živi. Če ne, bodo tudi nove ciljne vrednosti ostale samo birokratske želje. Upoštevati se morajo tudi tehnološki dosežki, ne samo na področju ločevanja posameznih odpadkov iz mešane frakcije.

ZAKLJUČEK

Ravnanje z odpadki v krožnem gospodarstvu mora biti dobro premišljeno in prilagojeno lokalnim in nacionalnim zmožnostim. Ravnanje z odpadki je strošek. Vsak nepotreben strošek je pa škoda tako za posameznika, ki plačuje dejavnost, kot tudi za celotno družbo. Med državami in regijami so velike razlike. Tudi Slovenija se razlikuje od drugih držav. Zato se priporoča velika kritičnost in natančna analiza koristi in stroškov pri vsakem novem sprejemu obvez. Pohvalno pa je, če se Slovenija kaže kot paradni primer v ravnanju z odpadki. So stroški primerni pohvalam?

Viri in literatura

1. <http://www.shanks.co.uk/>
2. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/GDP_at_regional_level/hr
3. <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2015/EN/1-2015-614-EN-F1-1.PDF>
4. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52015PC0593&from=HR>
5. <http://ebm.si/o/sl/novice/629-evropski-parlament-nakazal-pot-v-krozno-gospodarstvo>
6. http://www.nature.com/nclimate/journal/v3/n3/fig_tab/nclimate1842_F1.html
7. Delavnica o ravnanju z odpadki z udeležbo predstavnikov Nemčije v Gospodarski zbornici Hrvaške 2015
8. <http://www.delo.si/novice/ljubljana/odpadki-iz-rcera-na-sezig-vse-do-dunaja.html>

IZZIVI NA PODROČJU RAVNANJA S KOMUNALNIMI ODPADKI V SLOVENIJI

CHALLENGES IN THE FIELD OF MUNICIPAL WASTE MANAGEMENT IN SLOVENIA

» Sebastijan ZUPANC

direktor Zbornice komunalnega gospodarstva

Gospodarska zbornica Slovenije
Zbornica komunalnega gospodarstva
Dimičeva ulica 13, 1504 Ljubljana
T: 01 5898 484
komunala@gzs.si

RAVNANJE Z ODPADKI V KROŽNEM GOSPODARSTVU

WASTE MANAGEMENT IN CIRCULAR ECONOMY

» Janja LEBAN

Gospodarska zbornica Slovenije
Dimičeva 13, Ljubljana
janja.leban@gzs.sii

Povzetek

S prehodom v krožno gospodarstvo se spreminja miselnost in odnos do odpadkov - virov. Namesto dosedanjega linearnega modela »vzemi, izdelaj, porabi in zavrzi« se uveljavlja koncept krožnega gospodarstva, v katerem se čim dlje ohranja vrednost proizvodov in materialov. Krožno gospodarstvo se usmerja v ponovno uporabo, popravila in recikliranje obstoječih materialov in izdelkov. Temelji na uporabi energije iz obnovljivih virov, opušča uporabo nevarnih snovi, znižuje porabo surovin ter preko zasnove izdelkov omogoča kroženje materialov in ohranjanje dodane vrednosti, kolikor dolgo je to mogoče. Koncept krožnega gospodarstva se odraža tudi v svežnju o krožnem gospodarstvu, ki ga je sprejela Evropska komisija decembra 2015, katerega sestavni del so zakonodajni predlogi o odpadkih. Razprave o predlogih sprememb direktiv nakazujejo težnjo k strožjim ukrepom in še večjo usmerjenost k zapiranju zank snovnih tokov. V prispevku se posvečamo spremembam, ki jih na področju odpadkov prinaša nov koncept in aktivnostim, ki jih v podporo krožnemu gospodarstvu izvaja in načrtuje Gospodarska zbornica Slovenije v okviru mednarodnega projekta MOVECO in v vlogi multiplikatorja na podlagi pogodbe Republike Slovenije s Fundacijo Ellen MacArthur.

Ključne besede: krožno gospodarstvo, ponovna uporaba, recikliranje, odpadki.

Abstract

With the transition to a circular economy, the attitude towards waste - resources is changing. Instead of the current take-make-use-throw economic practices, a circular model is being introduced, where the value of products and materials is retained for the longest possible time. The circular economy is focused towards reuse, maintenance and recycling of existing materials and products. It is based on energy from renewable resources, phasing out of hazardous substances, increasing resource efficiency and improved product design to support material circulation and preserve added value as long as possible. The concept of a circular economy has been mirrored in the circular economy package, published by the European Commission in December 2015, which includes a legislative proposal for waste. Existing discussions on the proposal, suggest a tendency towards more stringent measures and an enhanced orientation towards closing existing material loops. This article refers to these changes introducing this new concept and activities, supporting a transition towards a circular economy, being implemented and planned by the Chamber of Commerce and Industry of Slovenia within the international MOVECO project and in the role of multiplier based on the contract between the Republic of Slovenia and the Ellen MacArthur Foundation.

Key words: circular economy, reuse, recycling, waste.

UVOD

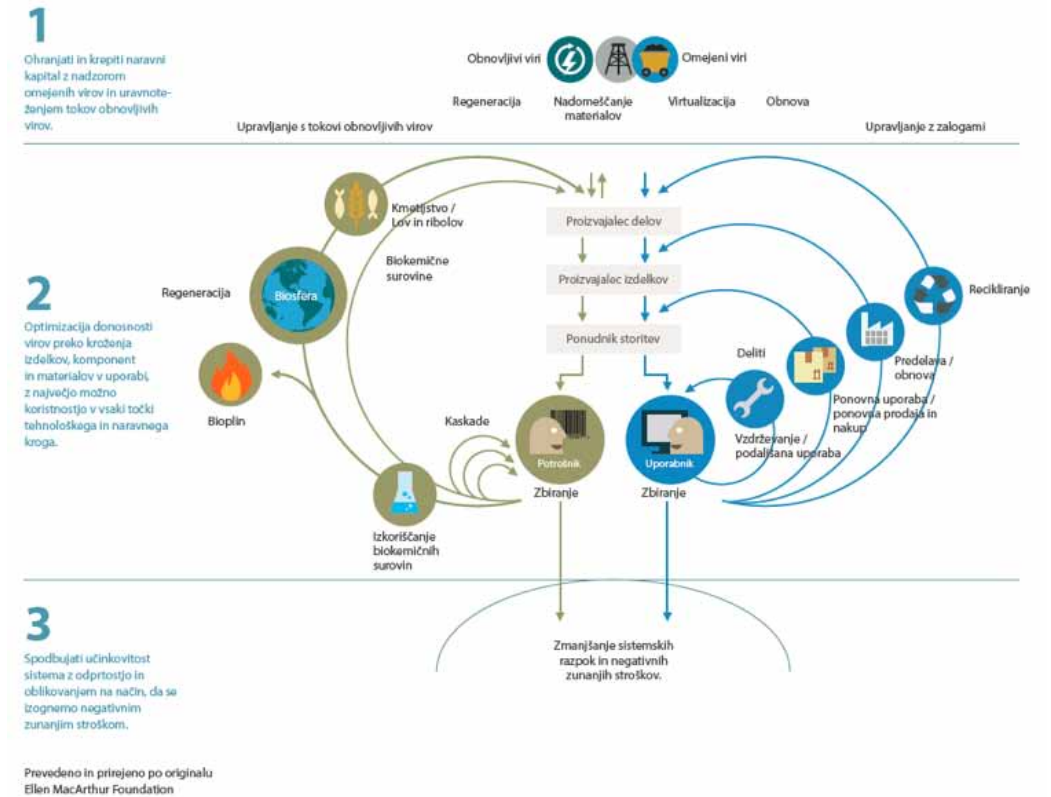
Razmišljanje o odpadkih v krožnem gospodarstvu se prične že pri zasnovi izdelkov, s katero vplivamo na nadaljnje faze življenjskega cikla izdelkov in na ravnanje z njimi, ko jim poteče življenjska doba. Koncept krožnega gospodarstva je usmerjen v preprečevanje nastajanja odpadkov, v zapiranje zank snovnih tokov. Preko zasnov izdelkov, z izbiro materialov in opuščanjem nevarnih snovi, in tudi novih poslovnih modelov, vplivamo na možnost ponovne uporabe, popravil in recikliranja obstoječih materialov in izdelkov. Koncept krožnega gospodarstva se odraža tudi v svežnju o krožnem gospodarstvu, ki ga je sprejela Evropska komisija decembra 2015, katerega sestavni del so zakonodajni predlogi o odpadkih.

Zakaj krožno gospodarstvo?

Krožno gospodarstvo je odziv na pritisk rastočega gospodarstva in potrošnje na omejene vire in nosilno sposobnost okolja.

Za prehod v krožno gospodarstvo je značilno zapiranje zank snovnih tokov, bodisi v biološkem ali tehničnem ciklu, kar ponazarja slika modela krožnega gospodarstva (slika 1).

Slika 1: **Model krožnega gospodarstva (vir: Ellen MacArthur Foundation)**



Razmišljanje o odpadkih se prične že pri zasnovi izdelkov

Za ravnanje z odpadki v krožnem gospodarstvu ni pomembna samo zakonodaja o odpadkih. Ker je usmeritev izogibanje odpadkom, so z vidika nastajanja odpadkov in ravnanja z njimi pomembne tudi politike in zakonodaje z drugih področij, npr. s področja proizvodov in kemikalij. Potrebno je upoštevati celoten življenjski cikel izdelkov. Ključnega pomena za vse nadaljnje faze, vključno z ravnanjem z izdelki, ko jim poteče življenjska doba, je zasnova izdelkov.

Možnost popravila ali recikliranja izdelka ter ponovne uporabe njegovih sestavnih delov in materialov je v veliki meri odvisna od prvotne zasnov izdelka. Doslej so se ukrepi na področju okoljsko primerne zasnov osredotočali predvsem na energijsko učinkovitost izdelkov. V prihodnje je napovedana nadgradnja le-teh še z zahtevami, ki so pomembne za krožno gospodarstvo, kot so trajnost, popravljivost, nadgradljivost, zasnovanost za razstavljanje, informacije ter preprosta ponovna uporaba in recikliranje.

Možnost recikliranja je odvisna tudi od vsebnost nevarnih snovi. Tako se na primer omejuje uporaba nekaterih nevarnih snovi v električni in elektronski opremi, embalaži itd.

Med ukrepe, ki omogočajo lažje recikliranje, sodijo na primer tudi: izogibanje varjenju ali lepljenju določenih sestavnih delov (npr. tiskanih vezij, kondenzatorjev, baterij in notranjih napajalnikov), označevanje plastičnih delov in navajanje prisotnosti kadmija in živega srebra ali pa delov, ki vsebujejo bromirane zaviralce gorenja.

Zahteve, ki se nanašajo na prisotnost nevarnih snovi v izdelkih in njihovih sestavnih delih, na njihovo trajnost, nadgradljivost in popravljivost, razstavljivost in možnost recikliranja na koncu življenjske dobe, se odražajo tudi v merilih za podelitev znaka EU za okolje posameznim skupinam proizvodov (primer: osebni, prenosni in tablični računalniki).

Zapiranje zank snovnih tokov komunalnih odpadkov in embalaže

S predlogi zakonodajnih sprememb na področju odpadkov, ki so v razpravi na ravni EU, se spreminja definicija komunalnih odpadkov, ki med drugim vključuje tudi tokove odpadne embalaže. Podajajo se minimalne zahteve za sheme razširjene odgovornosti proizvajalcev in določajo novi cilji glede priprave za ponovno uporabo in recikliranja tako komunalnih odpadkov kot tudi odpadne embalaže.

Po predlogih direktiv naj bi se do leta 2030 recikliralo 65 odstotkov komunalnih odpadkov in 75 odstotkov odpadne embalaže. Količina odpadkov, ki končajo na odlagališčih, pa naj bi se zmanjšala na največ 10 odstotkov komunalnih odpadkov. Vendar pa so se v razpravah o predlogih direktiv izoblikovali predlogi amandmajev, ki nakazujejo zaostrovanje ciljev in poudarjajo še večjo usmerjenost k zapiranju zank snovnih tokov. Primerjavo veljavnih zahtev in ciljev, ki jih je predlagala Evropska komisija in amandmajev iz razprav v Evropskem parlamentu, podajata tabeli 1 in 2.

Tabela 1: **Primerjava ciljev, ki so v razpravi, glede ravnanja s komunalnimi odpadki leta 2030 in ciljev, ki veljajo za leto 2020.**

Cilji v veljavi	Cilji (predlog Evropske komisije)	Evropski parlament – amandmaji
2020	2030	2030
Priprava za ponovno uporabo in reciklaža:	Priprava za ponovno uporabo in recikliranje komunalnih odpadkov:	Priprava za ponovno uporabo in recikliranje komunalnih odpadkov se poveča na:
<i>najmanj 50 % za papir, kovine, plastiko, steklo iz gospodinjstev in po možnosti iz drugih virov.</i>	<i>najmanj 65 %.</i>	<i>najmanj 70 % mase komunalnih odpadkov s tem, da je vsaj 5 % komunalnih odpadkov pripravljenih za ponovno uporabo.</i>
	<i>Omejitev odlaganja komunalnih odpadkov na odlagališča na 10 %.</i>	

Tabela 2: **Primerjava ciljev, ki so v razpravi, glede ravnanja z odpadno embalažo leta 2030 in ciljev v veljavi.**

Cilji v veljavi	Cilji (predlog Evropske komisije)	Evropski parlament – amandmaji
	2030	2030
Priprava za ponovno uporabo in reciklaža odpadne embalaže: 55-80 %	Priprava za ponovno uporabo in reciklaža odpadne embalaže: 75 %	<ul style="list-style-type: none"> • ponovna uporaba embalaže: 10 % • reciklaža nastale odpadne embalaže: 80 %
- plastika: 22,5 %	- plastika: 55 % (cilj 2025)	- plastika: 60 % (cilj 2025)
- les: 15 %	- les: 75 %	- les: 80 %
- kovine: 50 %	- železne kovine: 85 %	- železne kovine: 90 %
- steklo: 60 %	- aluminij: 85 %	- aluminij: 90 %
- papir in karton: 60 %	- steklo: 85 %	- steklo: 90 %
	- papir in karton: 85 %	- papir in karton: 90 % (cilj 2025)

Aktivnosti GZS v podporo krožnemu gospodarstvu

V Sloveniji potekajo številne aktivnosti, katerih namen je spodbujanje prehoda v krožno gospodarstvo, od konferenc in projektov do oblikovanja strateško razvojnih inovacijskih partnerstev (SRIP). V te aktivnosti se vključuje tudi GZS, med njimi bi izpostavila:

- Projekt MOVECO (Mobilising Institutional Learning for Better Exploitation of Research and Innovation for the Circular Economy), katerega koordinator je GZS, povezuje različne deležnike iz desetih držav podonavskega območja.¹ Glavni cilj MOVECO je izboljšati infrastrukturo in institucionalne okvire s politikami, ki podpirajo okoljske inovacije, vključno z novimi poslovnimi modeli, za prehod v krožno gospodarstvo na podonavskem območju. V ta namen projekt omogoča obsežen prenos znanj ter na podlagi analiz, odprtih dialogov in medsebojnega učenja ključnih deležnikov podpira prehod širše družbe v krožno gospodarstvo. Osredotoča se na proizvode, za katere velja razširjena odgovornost proizvajalca: embalažo, električno in elektronsko opremo in baterije.

V okviru projekta smo februarja 2017 organizirali konferenco o razširjeni odgovornosti proizvajalcev. V prihodnjih mesecih pa bomo med deležniki, ki imajo vpliv na razširjeno odgovornost proizvajalcev, vzpostavili odprto komunikacijo, ki bo potekala ob oblikovanju in spreminjanju domače zakonodaje na tem področju.

- Slovenija je s podpisom pogodbe z Ellen MacArthur fundacijo, ki je vodilna inštitucija na področju krožnega gospodarstva, pristopila k Pobudi Krožno gospodarstvo 100 regij (Circular Economy 100 regions, pobuda CE 100). Pobuda CE 100 je na-

¹ Projekt poteka v okviru transnacionalnega programa Podonavje, sofinancira ga Evropska unija (ESRR, IPA).

menjena izobraževanju in povezovanju podjetij in drugih nevladnih deležnikov na področju krožnega gospodarstva z lokalnimi, regionalnimi in državnimi oblastmi. K tej pogodbi je kot multiplikator pristopila tudi GZS, ki bo aktivno sodelovala pri izvajanju programov izobraževanja in širjenja znanja in informacij, ki lahko pomagajo na poti do krožnega gospodarstva. Trenutno smo aktivno vključeni v izobraževanje, ki je namenjeno krepitvi notranje zmogljivosti multiplikatorjev za delo s podjetji. V naslednjih mesecih pa bodo sledile aktivnosti namenjene gospodarstvu, predvsem malim in srednjim podjetjem.

ZAKLJUČKI

Model krožnega gospodarstva se usmerja v preprečevanje nastajanja odpadkov. Spodbuja trajnost in popravljivost izdelkov ter omejevanje rabe nevarnih snovi in njihovo sledljivost, ko pa izdelki postanejo odpadki, pa omogoča pripravo za uporabo in recikliranje. Razmišljanje o odpadkih se prične že pri razvoju materialov in zasnovi izdelkov. Koncept krožnega gospodarstva je spodbudil razvoj novih materialov, poslovnih modelov in praks. Za hitrejši prehod pa je potrebno povezovanje med deležniki ter izmenjava znanj in izkušenj. Vabimo vas k sodelovanju.

Viri in literatura

1. Zaprte zanke – akcijski načrt EU za krožno gospodarstvo, COM(2015) 614 final.
2. Poročilo komisije o izvajanju akcijskega načrta za krožno gospodarstvo, COM(2017) 33 final.
3. Predlog direktive o spremembi Direktive 2008/98/ES o odpadkih, COM(2015) 595 final.
4. Poročilo o predlogu direktive o spremembi Direktive 2008/98/ES o odpadkih, A8-0034/2017.
5. Predlog direktive o spremembi Direktive 94/62/ES o embalaži in odpadni embalaži, COM(2015) 596 final.
6. Poročilo o predlogu direktive o spremembi Direktive 94/62/ES o embalaži in odpadni embalaži, A8-0029/2017.
7. Sklep Komisije (EU) 2016/1371 o določitvi okoljskih meril za podelitev znaka EU za okolje osebnim, prenosnim in tabličnim računalnikom.
8. www.ellenmacarthurfoundation.org.
9. www.interreg-danube.eu/approved-projects/moveco.

TOWARDS CIRCULAR ECONOMY IN SERBIA

» Marina ILIC¹
Sinisa MITROVIC²
Marija BOGDANOVIC³

¹Faculty for Ecology and Environment
Belgrade, Serbia

²Serbian Chamber of Commerce
Belgrade, Serbia

³GIZ IMPACT
Belgrade, Serbia

INTRODUCTION

Most of the Serbian industry is characterized by insufficient capability of reducing the costs for the purpose of price competitiveness in the foreign market and an even bigger problem is achieving non-price competitiveness – the increase in technological level and product quality. This is connected to technological innovation as well as innovativeness in production decrease market risk. Quality improvement reflects on the production cost decrease as well as increase in: work productivity, profitability, export outcomes, gross domestic product (GDP) of industry and economy as a whole. These are exactly the development priorities of the Serbian industry. The Republic of Serbia adopted in 2011 Industrial Development policy and strategy 2011-2020. In addition, Sustainable Development Strategy of the Republic of Serbia for the period from 2008 to 2017 was adopted in 2008.

Serbia should leave the concept of linear “take-make waste” economy and accept new conception of circular, restorative approach where no longer anything is considered to be “waste”. The focus should move towards the circular economy which is of particular interest for Serbia because its production depends on well-functioning natural systems and a stable supply of raw materials. In that context, the primary role is to establish and implement innovative and quality policy in the industry and thus create the ambiance for growth of the industry and economy as a whole.

This innovative policy is related to the circular economy concept. A transition towards the circular economy can bring about the lasting benefits of a more innovative, resilient and productive economy. The principal benefits to moving to the circular economy are as follows:

- Substantial net material savings and reduced exposure to price volatility;
- Increased innovation and job creation potential;
- Increased resilience in living systems and in the economy.

In addition, moving towards a circular economy is at the heart of the resource efficiency agenda established under the Europe 2020 Strategy for smart, sustainable and inclusive growth.

The development of a circular economy should help lower use of resources, decrease waste production and limit energy consumption. In fact, besides environmental benefits, this activity can generate a job (including social economy) and create a competitive advantage.

SITUATION ANALYSIS IN THE REPUBLIC OF SERBIA

Over the past several years, the Serbian economy has growth and continuous improvement of its business environment. Major steps to improve the business climate have been implemented with the aim to provide momentum for investments, economic di-

versification, and sustainable private sector growth in order to create jobs. Serbia has set an ambitious plan regarding its top priorities - EU accession, fiscal consolidation, finalization of the privatization process, improvements of the Labor Law and pension system and reforms in the functioning of the public enterprises.

According to the EU 2016 Serbia Progress report, GDP growth was 0.8% in 2015 before accelerating strongly to 2.9 % in the first half of 2016. The unemployment rate is still very high, particularly among youth (17.7%). Although the economy is still close to its pre-crisis level, there is a new growth momentum based on sounder fundamentals. It is driven by a robust and broad-based expansion of exports and investment. The new investment cycle that started last year should further support the rebalancing of the economy. The income gap with the EU remained broadly unchanged: in 2015, per capita GDP in purchasing power standards stood at 36 % of the EU average. Services still play a major role with a share close to 50 % of GDP. In 2015, industry and mining have increased slightly their weight, recovering from the floods the year before, and are firmly above 20 % of GDP. In line with the strong investment growth, the construction sector is booming, approaching its pre-crisis levels. Agriculture is the only sector which has seen its share in GDP more or less steadily decline over the last few years. This decline was accompanied by a drop in employment in 2015. Nevertheless, almost one out of every five employed people is still in agriculture. Employment in industry and construction remained broadly stable, while employment in services increased markedly, likely due to better recording and measures taken to reduce the informal economy.

Serbian industry is characterized by insufficient capability for reduction of costs for the purpose of price competitiveness and for increase of product quality.

Speaking about recycling industry in Serbia:

- collection network is insufficiently developed, therefore it is one of the bottlenecks in the overall waste recycling system
- recycling companies are not working with full capacity due to the lack of secondary raw materials
- recycling rate of the municipal waste is less than 10%
- only 0.7 % of total employees in Serbia are working in the recycling sector.

The potentials for the growth of the economy and new investments in the field of waste recycling and boost to economic growth, circular economy and attracting new investments (PPP etc.) are not being used.

Serbia didn't comply with six revised directives related to waste management yet. The revised targets for waste management contained in the amended Directives are interconnected, and as such should be carefully transposed into national legislation and later on incorporated into the national waste management systems.

BARRIERS TO A CIRCULAR ECONOMY

Based on the current situation in Serbia, the following gaps, i.e. barriers to the development of a circular economy are identified:

- Lack of internalisation of externalities and the lack of resource pricing (cost recovery and pricing for the resource itself), which lead to economic signals that do not encourage a transition to a circular economy;
- Lack of know-how and economic incentives regarding repair and reuse;
- Lack of investment and innovation in recycling and recovery infrastructure and technologies
- Lack of knowledge and experience of the local self governments and citizens on how to move from theory to on-the-ground implementation of the circular economy model;
- Lack of investment in separate collection and recycling infrastructure and insufficient use of economic instruments;
- Economic operators who want to use secondary raw materials complain regarding the uncertainty as to their quality;
- Lack of municipal waste separation at source (especially for food waste and packaging);
- Recycling industry has a strong growth potential, but whole supply chain approach has to be considered, recognising that all players need to work together and demand high quantity and high quality recycling, in order to deliver improvements.

Recycling industry has a strong growth potential, but whole supply chain approach has to be considered, recognising that all players need to work together and demand high quantity and high quality recycling, in order to deliver improvements.

IDENTIFICATION OF PRIORITY SECTORS FOR CIRCULAR ECONOMY CONCEPT IN SERBIA

In order to implement and achieve the targets in the revised EU directives on waste, the following materials and sectors are identified as significant in Serbia. Priority sectors are those which have a potential for greater circularity and opportunity to achieve the savings and the targets. Based on the analysis and the consultation with the stakeholders, the following sectors are identified with the potential for implementation of circular economy concept in Serbia:

- Agriculture/Food production and food waste;
- Packaging/plastics;
- Electronic and electrical equipment.

CASE STUDY ON AGRICULTURE AND FOOD PRODUCTION INDUSTRY – POTENTIAL FOR CIRCULAR ECONOMY IN SERBIA

Agriculture is still one of the most important industries of the Serbian economy. Agriculture and food production in Serbia have an extensive tradition. According to Serbian Agriculture Ministry data, this industry actually employs 10% of overall work force and accounts for 21% of Serbian GDP. Moreover agricultural products account for 26% of total Serbian exports. Serbia is the biggest exporter of foodstuff among CEFTA countries and the only net exporter. It is one of the few industry sectors recording a trade surplus. Serbia is a global leader in the export of frozen raspberries with \$236.5 million exported in 2014 and world No.1 producer of raspberries in 2015 (produce more than 21% of entire world raspberry production). Around 80-85% of raspberry production is intended for export, mainly frozen in bulk. This constitutes a huge potential for investors who are thinking to start a production of final products with all kinds of different berries such as: spreads, jams, toppings, ingredients for ice-cream industry, fruit cubes for yoghurt production, etc.

Out of 5.2 million hectares of agriculture land, 85% is privately owned lands and 15% belongs to cooperatives or public government. 83% of Serbian agricultural lands is farmland. Serbian agriculture has a large potential for increasing the production. Analyzing the perspectives of the different agricultural and food processing sectors, animal breeding and meat production/processing industry is by far one of the most promising subsectors. On the other hand, modernization and innovation are mandatory for this sector, since many companies still use old plants and obsolete production systems. So there are good opportunities also for manufacturers of machines and technologies.

Waste generated in animal farming is actually manure which is generated in farming of cows, pigs and poultry. Quantities of agricultural waste amount to some 13 million tons annually (wood waste, remains from agricultural and crop farming activities and liquid manure). Also, cattle production in Serbia generate about 5,270 m³ of manure, while quantity of manure originating from pigs is somewhat smaller and makes about 4,560 m³. Waste management in farms is inadequate (there are no facilities for wastewater treatment or facilities to store manure), which leads to pollution of water-courses with nutrients. The Republic of Serbia is at the second place in quantities of phosphates released into the Danube, and at the third place in quantities of nitrates of all 13 countries of the Danube region. The main reason is seen in runoff of untreated wastewaters from big pig farms.

Opportunity for this sector is a regenerative, restorative agricultural system that combines modern technology with traditional practices to meet Serbia's growing food demand. Employing about 324,000 of the Serbia's working population, the agricultural sector remains essential to the Serbian economy and vital to the food security.

There is substantial food waste in the current system. For example, more than 30% of food and drink was wasted in the food supply chain, which is one third of the food

purchased annually. Based on the pilot investigation by the Center for Environment promotion, there are 256,000 tonnes food and drink waste generated by households annually. Of this, at least half is estimated to be avoidable. It has been estimated that up to 30% of all food produced around the world is lost or wasted. Only Belgrade produces 158,000 tonnes/year of food waste (26.3%) which is 8% of the Serbia's total municipal waste. In average, it is about 100 kg of food waste/capita/year. In Serbia, the average is 35 kg of food waste/capita/year.

At present in Serbia it is quite common the collection of all household waste in the same container and the main waste management activity is to dispose of the waste to landfill (an official but non-compliant landfill). More than 90% of the biodegradable waste is landfilled in Serbia, i.e. together with municipal waste. Facilities for biodegradable waste treatment (facility for composting, anaerobic digestion, mechanical-biological treatment of incineration of waste with energy utilization) are still missing.

No composting and anaerobic digesting of biodegradable waste in Serbia yet, except small individual biogas plants, but, based on the Annex II of the Post screening document (2015), national targets regarding Landfill Directive is the following: for Serbia 2022, 2026 and 2030 are proposed years to meet corresponding targets according to Landfill Directive, i.e. to divert from landfill minimum 25 %, 50% and 65% of the total amount of biodegradable waste generated in reference year.

Serbian food production and food processing is supported by 4 universities, 16 specialized institutes and 26 secondary schools.

Research mainly focuses on technologically-advanced production that leads to high-quality, environmental-friendly seeds and vegetable crop production.

To achieve that, the following actions will be further developed:

- raising consumer awareness and knowledge;
- reducing avoidable food waste, food banks establishing;
- system for separate collection of food waste;
- using unavoidable food waste to create compost/energy;
- construction of the infrastructure for food/biodegradable waste treatment.

The proposed actions will contribute to "closing the loop" of product lifecycles through greater recycling and re-use, and bring benefits for both the environment and the economy.

CONCLUSION

European Commission has adopted in 2015 an ambitious new Circular Economy Package to stimulate Europe's transition towards a circular economy. This is a clear

signal to economic operators that the EU is using all the tools available to transform its economy. Serbia recognized the chance in circular economy. There is a need for development of circular economy strategy which can support existing efforts and opportunities in waste management and recycling to support other loops in the circular economy, provide incentives for innovation and collaboration between all the actors in the value chain.

This paper is the result of the project which is under implementation by the Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, through the project: Municipal Waste and Wastewater Management in Serbia (GIZ IMPACT), commissioned by the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ).

Literature:

1. EC, DG Env (2014): Scoping study to identify potential circular economy actions, priority sectors, material flows and value chains
2. Concept paper on Circular Economy, GIZ IMPACT, Belgrade, 2015
3. Analysis of the potentials of agriculture sector for circular economy, GIZ IMPACT, Belgrade, 2017

LITIJEVE BATERIJE – KAJ NAJ STORIMO?

LITHIUM BATTERIES – WHAT SHOULD WE DO?

» Gerald SCHMIDT

Redux Recycling GmbH,
Brockmannstr. 39 D-63075 Offenbach am Main
schmidt@redux-gmbh.de

Povzetek

V zadnjem času se na trgu pojavlja vse več litijevih baterij, ki so primerne tudi za nova področja uporabe (E-mobilnost, kosilnice za travo, sesalniki ...). Te baterije se zelo razlikujejo po obliki in kemijski sestavi. Ravno zato se tudi stroški odlaganja odpadnih baterij drugačni. Zaradi visoke požarne nevarnosti veljajo te baterije za nevarne in morajo biti zaradi tega transportirane v posebnih zabojnikih.

Ključne besede: litijeve baterije, litijevi akumulatorji, stopnje zbiranja, e-avtomobili, prenosne baterije

Zusammenfassung

In letzter Zeit werden immer mehr Lithium-Batterien auf den Markt gebracht, die auch neue Anwendungsgebiete (E-Mobilität, Rasenmäher, Staubsauger,...) erfassen. Diese Batterien unterscheiden sich jedoch sehr stark in der Form und in der chemischen Zusammensetzung. Deshalb gibt es auch stark unterschiedliche Entsorgungskosten für die aufwendige Verwertung. Aufgrund der hohen Brandgefahr gelten diese Batterien als Gefahrgut und müssen daher in speziellen Behältern transportiert werden.

Schlüsselwörter: Lithiumbatterien, Lilo-Akkus, Sammelrate, E-Auto, Gerätebatterien

EINLEITUNG

Im Bereich der Batterien gibt es viele verschiedene Bauarten. Die häufigsten sind aktuell Bleiakkus und Alkali-Mangan-Batterien. In letzter Zeit werden immer mehr Lithium-Batterien auf den Markt gebracht, die auch neue Anwendungsgebiete (E-Mobilität, Rasenmäher, Staubsauger,...) erfassen. Somit stellt sich die Frage welche Auswirkungen das auf den Abfallmarkt haben wird.

GERÄTEBATTERIEN: GESETZLICHE RAHMENBEDINGUNGEN UND SAMMLUNG

Rechtlich werden die Batterien in Abhängigkeit von der Herkunft in die folgenden 3 Bereiche aufteilt:¹

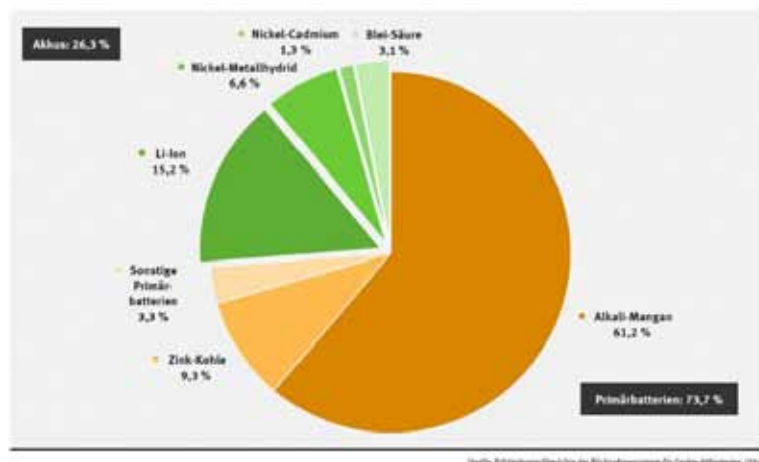
- Gerätebatterie
- Industriebatterie (zum Beispiel E-Autos)
- Fahrzeugbatterie (Starterbatterie)

Im Jahr 2013 wurden rund 211.000 Tonnen an Gerätebatterien in der EU inklusive der Schweiz auf den Markt gebracht. Dies entspricht ca. 9,6 Milliarden Batterien oder ca. 0,4 kg/Einwohner oder ca. 18 Batterien/Einwohner.

In Deutschland wurden 2015 rund 44.000 Tonnen an Gerätebatterien auf den Markt gebracht,² in Österreich sind es rund 4.000 Tonnen, in Slowenien rund 700 Tonnen.

Abbildung 1: **In Verkehr gebrachte Batterien in Deutschland 2014**

Gerätebatterien: Anteil der in Verkehr gebrachten Akkus am Gesamtmarkt beträgt 2014 ca. 25 Prozent

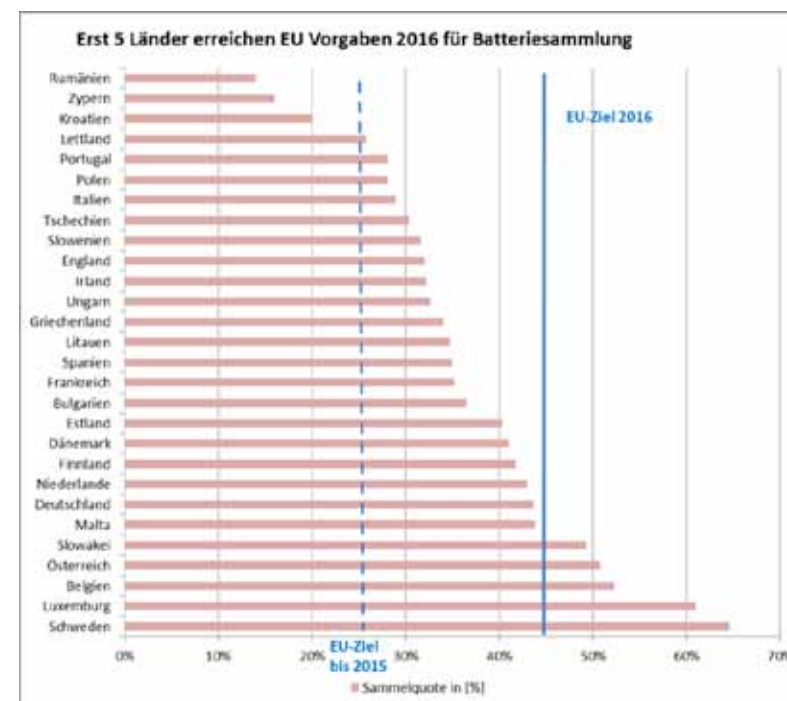


¹ Richtlinie 2006/66/EG über Batterien und Akkumulatoren sowie Altbatterien und Altkakkumulatoren, Artikel 3

² Erfolgskontrollberichte der in Deutschland tätigen Rücknahmesysteme für Geräte-Alt-Batterien 2015

Bei den Gerätebatterien die auf den Markt kommen, ist nach wie vor der überwiegende Anteil die klassische Alkali-Mangan Batterie. Die zweitwichtigste Fraktion ist in Deutschland bereits mit mehr als 15% die Lithium-Ionen Batterie. Es ist davon auszugehen, dass der Anteil an Lithium-Ionen auch in Zukunft weiter ansteigen wird. Die EU weiten rechtlichen Vorgaben betreffend der Sammlung und Verwertung von Gerätebatterien sind festgelegt in der EU Richtlinie 2006/66/EC. Diese sieht ab 2016 eine verpflichtende Sammelrate von 45 % der in Verkehr gebrachten Batterien vor. In der Vergangenheit haben dies schon einige Länder wie Österreich, Schweden oder Belgien ohne Probleme geschafft, andere wie Deutschland waren knapp bei den 45% und wieder andere wie Slowenien verfehlten bisher diese Werte klar.³ Es ist davon auszugehen, dass die ab 2016 geltende Grenze von 45% nicht von allen Mitgliedsländern erreicht wird.

Abbildung 2: **Sammlung von Gerätebatterien in Europa im Jahr 2013**



Die Batterien die nicht getrennt gesammelt werden, finden sich in der Regel entweder im Restmüll wieder und gehen hauptsächlich auf Deponie und in Müllverbrennungsanlagen für immer verloren, oder befinden sich im Bereich der E-Schrotte. Auch dort werden sie durch die dortigen Behandlungsschritte in der Regel so stark beschädigt, dass eine weiterführende Aufarbeitung der Wertstoffe nicht mehr durchgeführt werden kann.

³ Eurostat, zitiert in Euwid 40.2014

Lithium-Batterien

Die nicht wieder aufladbaren Lithium-Metall Zellen findet man in Uhren, Rauchmeldern, PKW-Sicherheitssystemen und ähnlichem. Als Kathodenmaterial wird am häufigsten Lithium-Manganoxid (LiMnO₂) in Knopfzellen verwendet. Weitere Kathodenmaterialien sind Silberoxid, Schwefeldioxid, Thionylchlorid, Eisensulfid,...

Wieder aufladbare Lithium-Ionen Zellen („Akkus“) findet man in unterschiedlichsten Bauformen in folgenden Anwendungsgebieten:

- **Privat:** Mobiltelefone, Notebooks, Akku-Schrauber, Kameras, Spielzeuge
- **Industrie:** Elektrowerkzeuge, Sicherheitsstromversorgungen
- **Elektromobilität:** PKW, E-Motorräder, E-Fahrräder, Stapler
- **Pufferspeicher:** Photovoltaik⁴

Für Lithium-Ionen-Zellen werden häufig als Anode Kohlenstoffelektroden (Graphit) und als Kathode Elektroden des Typs Lithiummetalloxid (LiMO₂) genutzt, wobei M für Co, Ni und Mn steht. Typische Materialien für die positive Elektrode sind LiCoO₂, LiMn₂O₄ (Spinell) und LiNiO₂, sowie Li(Ni_xCo_yMn_z)O₂. Als weiteres Kathodenmaterial wird Lithiumeisenphosphat (LiFePO₄) eingesetzt. Als Elektrolyt findet eine Mischung aus verschiedenen organischen Lösungsmitteln Verwendung.⁵ Das namensgebende Lithium spielt mengenmäßig nur eine sehr geringe Rolle. Der durchschnittliche Kobalt Gehalt in den Gerätebatterien ist derzeit noch sehr hoch. Dies ist jedoch im Einkauf der teuerste Rohstoff. Im Bereich der E-Mobilität haben die eingesetzten Zellen deutlich niedrigere Gehälter an Kobalt. Es ist davon auszugehen, dass der durchschnittliche Kobaltgehalt in LiIO-Gerätebatterien in Zukunft sinken wird.

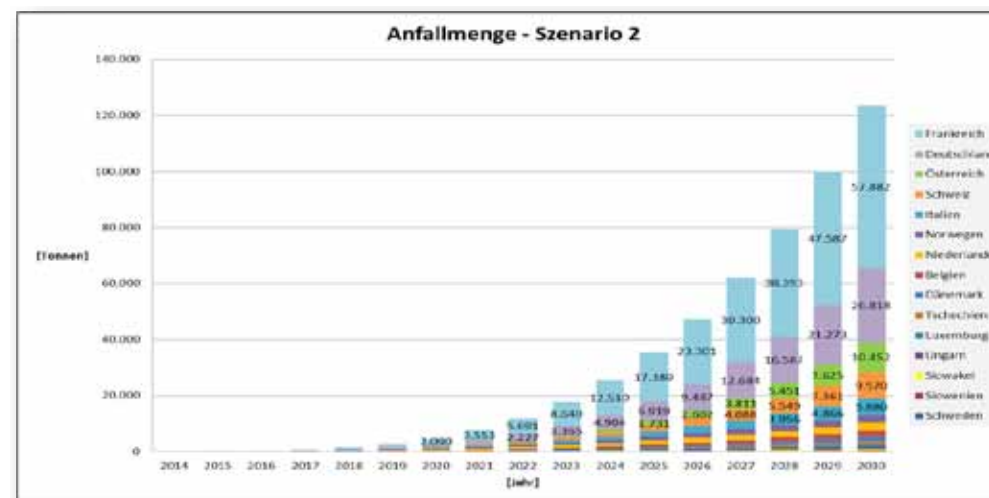
Mengenprognosen:

Generell wird davon ausgegangen, dass die Marktmengen von Lithium-Batterien stark steigen werden. Vor allem die zukünftig verstärkte Elektromobilität führt zu einer starken Zunahme. Akkus aus dem Bereich der E-Fahrräder haben nur eine durchschnittliche Haltbarkeit von 3-5 Jahren. Somit ist hier schon viel früher mit erhöhten Rücklaufmengen im Vergleich zu E-Autos, wo die durchschnittliche Haltbarkeit 8-10 Jahre beträgt, zu rechnen. Bei den Akkus aus den E-Autos wird zum Beispiel davon ausgegangen, dass sich die anfallende Menge zwischen 2020 und 2024 verzehnfachen wird.

⁴ Michael Buser, Jochen Mähliß: Lithiumbatterien Brandgefahren und Sicherheitsrisiken, 2016, Seite 8-9

⁵ Grinschgl, Arnberger, Luidolt: Recyclingmöglichkeiten von Li-Ionen- und NiMeH-Akkus aus EVs und HEVs

Abbildung 3: **Prognose Mengenentwicklung LiIO-Akkus aus E-Autos in Europa (Quelle: Libres)**



Das Brandrisiko:

Im Falle eines Versagens setzt eine Lithium-Ionen Batterie das ca. 7-11 fache der elektrisch gespeicherten Energie in Form von thermischer Energie frei. Zudem ist ein Lithium-Brand ein sich selbst verstärkender Prozess, da das Metall den zum Brennen benötigten Sauerstoff selbst erzeugt.⁶ Mit konventionellen Löschmethoden kann ein solcher Brand nicht gelöscht werden. Vor diesem Hintergrund müssen Sammlung und Transport so erfolgen, dass Lithiumbatterien, aber auch Elektroaltgeräte, die hochenergetische Lithiumbatterien enthalten, nicht beschädigt werden können.⁷

Sammlung/Transport:

Lithiumbatterien sind in der EU als „gefährliche Güter“ eingestuft. Ihr Transport unterliegt grundsätzlich den Anforderungen des ADR. Für Lithiumbatterien, lose oder in Ausrüstungen, mit Gewichten kleiner oder größer 500g, gelten verschiedene Vorschriften des ADR welche zu beachten sind. Aber auch nationale Regelungen müssen beachtet werden.⁸ Aufgrund des Sicherheitsrisikos, müssen die Lithium-Ionen Batterien in speziellen Behälter transportiert werden. Dort sollten die Kontakte abgeklebt werden um einen Kurzschluss zu verhindern und als Füllmaterial sollte Sand oder Vermiculite verwendet werden.

⁶ Michael Buser, Jochen Mähliß: Lithiumbatterien Brandgefahren und Sicherheitsrisiken, 2016, Seite 8-9

⁷ BDE Praxisleitfaden: Lithiumbatterien und -zellen (auch in Elektroaltgeräten), 2016, Seite 4

⁸ Michael Buser, Jochen Mähliß: Lithiumbatterien Brandgefahren und Sicherheitsrisiken, 2016, Seite 8-9

Verwertung:

Nachdem die Lithiumbatterien in unterschiedlichster Form und Zusammensetzung existieren, ist auch die Aufbereitung äußerst kompliziert. Deshalb gibt es auch Preisunterschiede von über 1.000 €/t, je nachdem um welche Lithiumbatterie es sich genau handelt. Europaweit gibt es nur ganz wenig Firmen die in der Lage sind diese Batterien gemäß den gesetzlichen Vorgaben der EU betreffend Recyclingeffizienz aufzuarbeiten. Eine davon ist die Firma Redux in Deutschland, die für die Verwertung eine komplexe Kombination aus thermischen und mechanischen Schritten anwendet.

Abbildung 4: **Spezialbehälter für Transport großer Lilo-Batterien (Beispiel: Saubermacher)**



Literatura

1. Richtlinie 2006/66/EG über Batterien und Akkumulatoren sowie Altbatterien und Altkakkumulatoren, Artikel 3.
2. Erfolgskontrollberichte der in Deutschland tätigen Rücknahmesysteme für Geräte-Altbatterien 2015.
3. Eurostat, zitiert in Euwid 40.2014.
4. Michael Buser, Jochen Mähliß: Lithiumbatterien Brandgefahren und Sicherheitsrisiken, 2016, Seite 8-9.
5. Grinschgl, Arnberger, Luidolt: Recyclingmöglichkeiten von Li-Ionen- und NiMeH-Akkus aus EVs und HEVs.
6. Michael Buser, Jochen Mähliß: Lithiumbatterien Brandgefahren und Sicherheitsrisiken, 2016, Seite 8-9.
7. BDE Praxisleitfaden: Lithiumbatterien und -zellen (auch in Elektroaltgeräten), 2016, Seite 4.
8. Michael Buser, Jochen Mähliß: Lithiumbatterien Brandgefahren und Sicherheitsrisiken, 2016, Seite 8-9.

PAPIRNIŠTVO V SISTEMU KROŽNEGA GOSPODARSTVA

PAPER INDUSTRY IN THE SYSTEM OF CIRCULAR ECONOMY

» dr. Mija SEŽUN

Inštitut za celulozo in papir
Bogišičeva ulica 8, 1000 Ljubljana
mija.sezun@icp-lj.si

Povzetek

Papirniška industriji se kaže kot klasičen primer krožnega gospodarstva v praksi. Že dolgo je znano, da je papirniška industrija ena izmed najbolj intenzivnih industrijskih panog, kar zadeva onesnaženja okolja. Včasih je bilo namreč tako, danes pa lahko trdimo nekoliko drugače. Papirniška industrija je v zadnjih letih doživela kar velik preobrat, kar zadeva skrbi za okolje. Številne izboljšave so pripomogle k temu, da jo ne štejemo več v tiste najbolj okolju neprijazne industrijske panoge. Proces krožnega gospodarstva je v papirniški industriji pomemben predvsem pri doseganju njenih ciljev iz različnih vidikov, tako ekonomskih, okoljskih, kot tudi družbenih. Papirniška industrija že dalj časa sledi konceptu krožnega gospodarstva, predvsem zaradi tega, ker je za njeno nemoteno rast in delovanje potrebno vključevati, ravnati tiste segmente, ki so za doseganje trajnostnih rešitev zanjo najbolj pomembni. Kljub temu, da je papirniška industrija že vpeta v sam proces krožnega gospodarstva se še vedno srečuje s kar nekaj izzivi, predvsem s problematiko nastajanja in odstranjevanja odpadkov, za katere je dobro znano da glede na njihove karakteristike predstavljajo velik potencial učinkovitega izkoristka.

Ključne besede: papirniška industrija, krožno gospodarstvo, učinkovita raba virov

Abstract

Paper industry is a typical practice example of circular economy. It has long known that paper industry is one of the most intensive industries, regards environmental pollution. In the past it was so, but today we can say differently. Paper industry has experienced a turnaround, regards environment. A number of improvements have contributed that it is no longer part of those environmentally unfriendly industries. The circular economy is very important for paper industry, especially for the achievement of objectives from different perspectives, ranging from economic, environmental as well as social. Paper industry's growth is strongly depended on raw materials, water and energy, therefore it was vital to adopt circular economy concept. Even though today circular economy is in the core of paper industry, it still faces certain challenges, especially in the reuse of waste.

Key words: paper industry, circular economy, resource efficiency

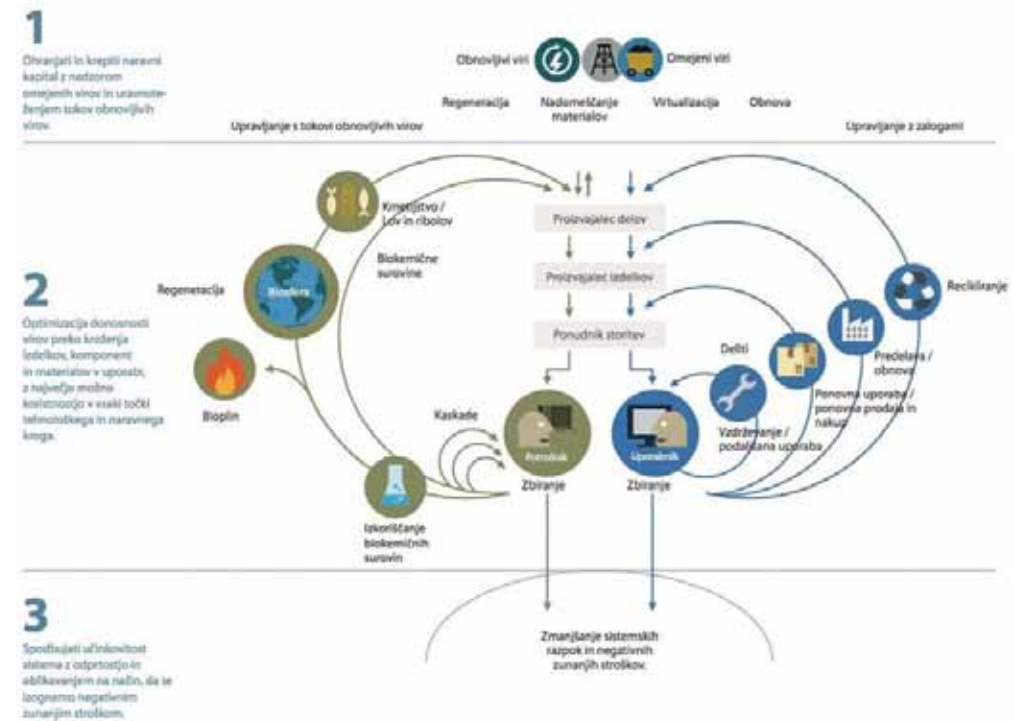
KROŽNO GOSPODARSTVO

Glede na trenutno stanje, kar zadeva izkoriščanja surovin smo primorani iskati nove gospodarske modele, ki bodo omogočali izboljšanje trenutnega stanja. Ključni izzivi se nanašajo predvsem na: naraščanje prebivalstva, naraščanje potrošnje in rabe virov, pomanjkanje virov, vse večji pritiski na naravne sisteme, gospodarske izgube in naraščanje odpadkov, cenovna tveganja, tveganja povezana s ponudbo in globalizacija (EAO 2015).

Prehod na krožno gospodarstvo iz tako imenovanega linearnega gospodarskega modela, ki je temeljil na vzemi-naredi-uporabi-odvrzi igra pomembno vlogo pri doseganju ciljev zgoraj naštetih izzivov. Končni rezultat pa je definitivno gospodarstvo, kjer so snovni tokovi učinkovito vodeni in reciklirani, izvaja se s pomočjo obnovljivih virov energije, predvsem pa nima negativnih učinkov na ljudi in okolje.

Prehod na krožno gospodarstvo vključuje številne cilje, precejšen delež pa pripada ravno revidiranim in okrepljenim ciljem v obstoječih direktivah o odpadkih. V spremenjenih zakonodajnih zahtevah bo predvsem poudarek na pridobivanju surovin, ki se ne uporabijo enkrat, nato pa zavržejo. V krožnem gospodarstvu postanejo ponovna uporaba, popravilo in recikliranje pa zlato pravilo, odpadki so tako stvar preteklosti.

Slika 1: Prikaz krožnega gospodarstva



(<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/interactive-diagram>)

UČINKOVITA RABA SUROVIN

Učinkovita raba surovin je zadnje čase vedno bolj predmet gospodarstva, medtem ko je bila v preteklosti del okoljevarstvenih krogov. Zaradi skupnega naraščajočega svetovnega povpraševanja, pritiskov na vire in evropske odvisnosti od uvoza morajo evropskega podjetja za relativne stroške virov, kot so materiali in energija, odšteti veliko več kot včasih. 75% evropskih podjetij je v zadnjih letih opazilo povišanje materialnih stroškov, 87% evropskih podjetij pa tudi predvideva, da se bodo stroški za vhodne materiale srednjeročno še naprej povečevali.

Izredno zaskrbljujoč podatek je, da v Evropi porabimo 16 ton materialov na prebivalca, od tega je 6 ton odvržemo, polovica teh odpadkov pa pristane na odlagališčih. Namesto, da materiale, ki imajo potencial za ponovno uporabo sežigamo ali odlagamo, jih bi bilo bolj smotrno vrniti v gospodarstvo. Področje učinkovite rabe surovin predstavlja tudi pomemben del pri doseganju ciljev krožnega gospodarstva (Učinkovita raba virov, 2014)

Kaskadna raba surovin nam omogoča največjo učinkovitost rabe virov. Pri kaskadni

rabi surovin gre predvsem za to, da se surovine sistematično popolnoma izkoristijo. V prvi fazi se izkoristijo za proizvode z večjo dodano vrednostjo, nato pa sledijo proizvodi z nižjo dodano vrednostjo.

KROŽNO GOSPODARSTVO ZAPISANO V DNK-JU PAPIRNE INDUSTRIJE

Papirna industrija je tipičen primer trajnostnega krožnega gospodarstva. V papirni industriji se kot vhodna surovina uporabljajo lesna vlakna, za katera je dobro znano, da so obnovljiva in reciklabilna. V povprečju papirna vlakna recikliramo 3-4x. Stopnja zbiranja recikliranega papirja je na evropski ravni visoka in znaša kar 72%. Slovenska industrija z obsežnimi vlaganji (ocena: 280 mio€ investicij v zadnjih desetih letih) sledi tem trendom. Odpadni papir v povprečju predstavlja že 55 % porabljenih surovin za proizvodnjo papirja in kartona. Slovenija sodi tudi med uspešnejše na področju zbiranja odpadnega papirja in papirne embalaže za re-uporabo; poraba papirja in kartona okvirno okrog 400.000 ton letno oz. 215 kg na prebivalca, zberemo pa nekaj nad 200.000 ton odpadnega materiala. Stopnja recikliranja papirja v Sloveniji znaša v letu 2015 58 %, povprečje v Evropski uniji pa je že 70 %.

Glede na to, da imamo opravka z lesom in lesnimi vlakni predstavlja velik izziv tudi pridobivanje produktov z dodano vrednostjo iz lesnih komponent.

Slika 2: **Uporaba lesne biomase v procesu papirništva**



(<https://www.sap.com/solution/industry/mill-products.html>)

Glede na to, da preostali del lesa (skorja, grče, izolirana ligninska frakcija) predstavlja odpadno biomaso, je izrednega pomena iskanje rešitev izkoristka le te, saj je vir številnih spojin z dodano vrednostjo, kot so ekstraktivi, fenolni derivati, ogljikovi hidrati (Bajpai, 2013). Poleg tega se tudi lignin, ki ga dobimo pri razklopu lesa se lahko uporablja kot dispergator, stabilizator, kompleksant, vezivo in koreaktant za sintezo umetnih mas. Lignin se uporablja tudi v gradbeništvu, pri proizvodnji betona, ker ojača beton in delno nadomesti cement (de Jong in Gosselink, 2014). Prav tako so grče in skorja iglavcev zelo bogat vir polifenolov, stilbenov, lignanov in flavonoidov, za katere je znano, da so močni antioksidanti in jih lahko uporabimo v živilski, farmacevtski in kemični industriji (Willfor in sod., 2004).

Papirna industrija je energetska zelo intenzivna panoga, povprečni stroški energije znašajo 16% proizvodnih stroškov. Z leti se kaže napredek tako, da je papirna industrija pričela z nadomeščanjem fosilnih goriv (zemeljski plin) z obnovljivo biomaso (les, skorja, papirniški mulji). Z nižanjem porabe in povečevanjem energetske učinkovitosti se zmanjšujejo tudi emisije toplogrednih plinov. Slovenska papirna industrija je v zadnjem desetletju izpuste CO_2 znižala za skoraj 35 %, od 466.000 ton v letu 2005 na 305.000 ton v letu 2014.

Prav tako igra voda pomembno vlogo pri proizvodnji papirja. Voda se uporablja kot transportno sredstvo za celulozna vlakna, pri pripravi vlakninske suspenzije in drugih surovin ter za čiščenje strojne opreme, pridobivanje pare v energetske namene in za hlajenje. Izrazit napredek je papirna industrija dosegla na področju porabe vode. Specifična poraba vode v papirnicah se je v slabem desetletju, od 1997 do 2006 znižala s 60 m^3 na tono papirja na vsega $12 \text{ m}^3/\text{tono}$, kar znaša tudi povprečna poraba danes. V povprečju slovenske papirnice 93 % tehnološke vode očistijo, večkrat uporabijo in v nekaterih primerih vračajo v okolje čistejšo, kot so jo zajele.

Odpadki iz papirniške industrije so še vedno v fazi iskanja rešitev, trenutno se uporabljajo predvsem za energetska izrabo, saj so stroški odstranjevanja previsoki in predstavljajo za industrijo veliko breme. Dosedanje raziskave so pokazale, da so karakteristike nekaterih papirniških odpadkov (papirniški mulji, odpaden les, pepel) velik potencial za re-uporabo, predvsem v smislu pridobivanja produktov z dodano vrednostjo.

Številne študije poročajo o uporabi papirniških muljev na področju gradbeništvu (Rajput in sod., 2012; Oriyomi in sod., 2015; Geng in sod., 2007), kot substrat v procesu bioplina (Hagelqvist, 2013; Karlsson in sod., 2011; Kemppainen, 2012), za proizvodnjo zelenih kemikalij (Guan in sod., 2016; Gurram in sod., 2015), za kompost (Evanylo in Daniels, 2013; Alvarenga in sod., 2015).

ZAKLJUČKI

Papirniška industrija je s svojim razvojem skozi leta dokazala, da si prizadeva za čim bolj učinkovito rabo virov, predvsem pa da sledi ciljem krožnega gospodarstva. Takšna strategija bo pripomogla k boljšim rezultatom, vključujoč ekonomski, okoljski in družbeni vidik. Danes se velik del raziskav v papirništvu usmerja v razvoj industrijske biotehnologije, saj je le ta ključna pri vključevanju v krožno gospodarstvo in igra veliko vlogo pri trajnostnih rešitvah.

Literatura

1. Alvarenga, P., Maurinha, C., Farto, M., Santos, T., Palma, P., Sengo, J., Morais, M.C., Cunha-Queda, C. (2015). Sewage sludge, compost and other representative organic wastes as agricultural soil amendments: Benefits *versus* limiting factors. *Waste Management*, 40, 44-52.
2. Bajpai, P., 2013. *Biorefinery in the Pulp and Paper Industry*, Elsevier, Amsterdam, 2013
3. de Jong in Gosselink 2014. *Lignocellulose based chemical products v Bioenergy Research Advances and Applications*, Chapter 17, Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 2014
4. Evropska agencija za okolje (EAO). 2015
5. <http://glossary.sl.eea.europa.eu/terminology/sitesearch?term=napovedi>
6. Gregory, K. & Lee Daniels, W. (1999). Paper Mill Sludge Composting and Compost Utilization. *Compost Science & Utilization*, 7 (2), 30-39.
7. Hagelqvist, A. (2013). Sludge from pulp and paper mills for biogas production Strategies to improve energy performance in wastewater treatment and sludge management. Dissertation. Karlstad University Studies.
8. Karlsson, A, Truong, X.B., Gustavsson, J., Svensson, B.H., Nilsson, F., Ejlertsson, J. (2012). Anaerobic treatment of activated sludge from Swedish pulp and paper mills-biogas production potential and limitations. *Environ Technol.*, 32(13-14),1559-71.
9. Kempainen, K., Ranta, Sipila, E., O' stman, A., Vehmaanpera, J., Puranen, T., Langfelder, K., Hannula, J., Kallioinen, A., Siika-aho, M., Sipila, K., von Weymarn, N. (2012). Ethanol and biogas production from waste fibre and fibre sludge. *Biomass and Bioenergy*, (46), 60-69.
10. Oryomi, M., Okeyinka, D., Oloke, J.M., Khatib, A., (2015). Review on Recycled Use of Solid Wastes in Building Materials. *Engineering and Technology International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering*, 9, (12).
11. Rajput, D., Bhagade, S.S., Raut, S.P., Ralegaonkar, R.V., Sachin, A.M. (2012). Reuse of cotton and recycle paper mill waste as building material. *Construction and Building Materials*, 34, 470-475.
12. Učinkovita raba virov. (2014).
13. http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/odpadki/ucinkovita_rabavirov.pdf
14. Wenjin, G., Suan, S., Maobing, T., Yoon, Y.L. (2016). Acetone-butanol-ethanol production from Kraft paper mill sludge by simultaneous saccharification and fermentation. *Bioresource Technology*, 200, 713-721.
15. Willför, S., Nisula, L., Hemming, J., Reunanen, M., Holmbom, B., (2004). Bioactive phenolic substances in important tree species. Part 1 Knots and stemwood of spruce species. *Holzforschung*, 58 (4).
16. Xinglian, G., Zhang, S.Y., Deng, J. (2007). Characteristics of paper mill sludge and its utilization for the manufacture of medium density fibreboard. *Wood and Fiber Science*, 39, (2).

GOSPODARENJE OTPADOM U GRADU ČAKOVCU

WASTE MANAGEMENT IN THE CITY OF ČAKOVEC

» Saša AVIROVIĆ, dipl. ing građ.

Gradsko komunalno poduzeće Čakom d.o.o.
skraćeno: GKP Čakom d.o.o.

sasa.avirovic@cakom.hr

Sažetak

Krajem prošlog stoljeća su potrebe na području gospodarenja otpadom počele nadilaziti mogućnosti postojećeg komunalnog sustava. Dolaskom nove, reformske uprave, u gradsko komunalno poduzeće 2001. godine, počinju se korak po korak uvoditi promjene koje su profilirale Grad Čakovec kao primjer dobre prakse u Republici Hrvatskoj ali i šire. Najvažnije promjene koje su obilježile put Grada Čakovca prema cjelovitom sustavu gospodarenja otpadom su bile uvođenje odvojenog prikupljanja otpada, smanjenje broja odvoza miješanog komunalnog otpada, naplata usluge po zaduženom spremniku, komunikacija s korisnicima, uvođenje spremnika za biorazgradivi komunalni otpad i naplata usluge po ispražnjenom spremniku.

Ključne besede: otpad, spremnik, odvojeno prikupljanje, naplata, komunikacija

Abstract

At the end of the last century the needs in the field of waste management began to grow beyond the possibilities of the existing municipal system. With the arrival of new, reform administration, the city utility company in 2001, started introducing changes that profiled City Čakovec as an example of good practice in Croatia and beyond. The most important changes that have marked the development of the

City of Čakovec to integrated waste management system were introduction of separate waste collection, reducing the number of removal mixed municipal waste, service charge per available trash can, communication with customers, introduction of trash can for biodegradable municipal waste and service charge per emptied trash can.

Key words: waste, container, separate collection, payment, communication

UVOD

Gospodarenje otpadom u Gradu Čakovcu je prolazilo slične faze u svom razvoju kao i komunalni sustavi usporedivih gradova u okruženju. Porastom kupovne moći sredinom prošlog stoljeća, dolaskom novih proizvoda na police naših trgovina, plinifikacijom Međimurske županije i postupnim napuštanjem peći na kruta goriva odjednom nam se dogodio otpad. Tadašnja vlast je prepoznala problem i riješila ga osnivanjem tvrtke (tada: organizacije udruženog rada) koja je imala zadatak prikupiti otpad nastao u naselju i odvesti ga van naselja, ali kamo? Na tadašnjem nivou svijesti o zaštiti okoliša se kao odlično rješenje nametnula bivša šljunčara u Totovcu, površinski kop usred međimurske ravnice koji je vadio za dovodnjem u prvobitno stanje. A dovodnje u prvobitno stanje se moglo izvesti odlaganjem otpada u depresiju ostalu nakon eksploatacije šljunka, što je u to vrijeme sigurno izgledalo kao „win-win“ kombinacija. Nažalost, nije trebalo proći puno vremena da bi se pokazalo kako se tada, rješavanjem jednog, napravilo barem dva nova problema. S promjenom klime u društvu, a poglavito većom senzibilizacijom za pitanja održivog razvoja i zaštite okoliša, došlo je i do novog kvalitetnijeg odnosa prema otpadu. Na valu tih pozitivnih promjena u posljednjih 15-ak godina rješavamo probleme, kako one naslijeđene tako i nove, na način da njihovim rješavanjem ne stvaramo nove probleme budućim generacijama. Danas je Grad Čakovec primjer dobre prakse u gospodarenju otpadom i to ne samo na području republike Hrvatske nego i šire. Kako je izgledao put razvoja sustava od njegovih početaka do danas, koje su bile prijelomne aktivnosti na uspostavljanju cjelovitog sustava gospodarenja otpadom u Gradu Čakovcu, donosimo u nastavku.

ODVOJENO PRIKUPLJANJE OTPADA

Prvi koraci prema cjelovitom sustavu gospodarenja otpadom su učinjeni krajem 90-ih godina prošlog stoljeća. Staklo je prepoznato kao sekundarna sirovina koja ima najveći potencijal za odvojeno prikupljanje. Nabavljena su tri kontejnera za prikupljanje otpadnog ambalažnog stakla i postavljena su na javne gradske površine. Nešto kasnije, ali već u ovom stoljeću je ugovoren najam većeg broja kontejnera za staklo s tvrtkom Unija nova d.o.o. kojoj je GKP Čakom d.o.o. pored najma plaćao i odvoz prikupljenog stakla. Staklo se odvozilo na obradu u njihov pogon u Sesvetskom Kraljevcu. Druga se-

kundarna sirovina koja je izdvojena iz toka miješanog komunalnog otpada su bili metali. Prikupljanje metala je GKP Čakom d.o.o. započeo zajedno s mjesečnim prikupljanjem glomaznog otpada. Tijekom uvođenja odvojenog prikupljanja metala pojavio se „unutarnji otpor“ koji su pružali naši vozači i radnici ali je na sreću uspješno prevladan. Par godina kasnije GKP Čakom d.o.o. je uz glomazni otpad počeo odvoziti i granje, lišće i travu koje je u početku kompostirao na improviziranoj kompostirnici u svom sjedištu. Ubrzo je uslijedila i suradnja s tvrtkom Unijapapir koja je na području Grada Čakovca i općina u kojima je GKP Čakom d.o.o. pružao javnu uslugu prikupljanja otpada postavila kontejnere za prikupljanje papira, plastike i metala. Na opisani način primjereno se riješilo odvojeno prikupljanje četiri važne frakcije otpada, a broj zelenih otoka se popeo na skoro dvjesto. Kontejneri za staklo, papir i plastiku su se dobro punili i redovno praznili dok su kontejneri za metal uglavnom zjapili prazni. Korisnici su koristili izuzetno malo proizvoda pakiranih u metalnu ambalažu. To je bio razlog da nakon godinu dana otkazemo najam kontejnera za metal i da na kontejnere za plastiku dodamo još jednu riječ – „metal“. Od tada na dalje žuti kontejner služi za prikupljanje dvije frakcije otpada: plastike i metala. Proveo se i pilot-projekt pod nazivom „tetrapak“ kojim se testiralo koliki je potencijal odvojenog prikupljanja višeslojne ambalaže. Kasnije su se uvele i vreće za odvojeno skupljanje u koje su korisnici mogli posebno odlagati papir, plastiku, staklo, metale, višeslojnu ambalažu (tetrapak), tonere i cartridge, drvenu ambalažu i biorazgradivi otpad, a tijekom provođenja EU projekta PORETEKS uvedena je i vreća za tekstil i odjeću. U sklopu zadnjeg projekta su nabavljeni i postavljeni i metalni kontejneri za odvojeno prikupljanje tekstila i odjeće.

SMANJENJE BROJA ODVOZA

Odvoz otpada u Gradu Čakovcu je dugo vremena bio u ritmu dva puta tjedno. U to vrijeme su u potrebi bile cilindrični metalni spremnici zapremine 80 litara. Posebnost čakovečkog načina odvoza otpada je bio u tome da su radnici komunalnog poduzeća ulazili u dvorišta i/ili spremišta u kojima su stajali spremnici, nosili su spremnike do ulice, utovarivali otpad u komunalno vozilo i na kraju vraćali spremnike u dvorišta ili spremišta korisnika. Za zadovoljiti ovako visoki standard bila su potrebna najmanje četiri radnika po svakom komunalnom vozilu. Posao je bio tako organiziran da je jedan radnik išao ispred vozila i nosio spremnike do ulice, dvojica radnika su ručno podizala spremnike i istresala otpad u usipni koš komunalnog vozila, a četvrti radnik je vraćao spremnike u dvorišta. Uočeno je da bi se uvođenjem odvojenog skupljanja otpada ritam odvoza mogao smanjiti na samo jednom tjedno ali gradske vlasti nisu bile sklone smanjivanju učestalosti odvoza. To je bio razlog da se provede pilot-projekt „Odvoz jednom tjedno“. Nabavljeno je dvjestotinjak PE spremnika zapremine 120 litara koji su dodijeljeni korisnicima na manjem gradskom području. Svi korisnici obuhvaćeni pilot projektom su pored spremnika dobili i vreće za odvojeno skupljanje otpada ali i vreće za dodatnu količinu miješanog komunalnog otpada koje bi korisnici mogli koristiti ako bi isti količinom prelazio zapreminu dodijeljenog spremnika. Učestalost odvoza

otpada je smanjena sa dva puta tjedno na jednom tjedno, a tijekom tri mjeseca trajanja pilot-projekta se evidentirala prikupljena količina miješanog komunalnog otpada, prikupljena količina odvojeno skupljenog otpada i broj korisnika kojima zapremina spremnika za miješani komunalni otpad nije bila dovoljna, odnosno koji su pored spremnika predavali na odvoz i dodatne vreće s miješanim komunalnim otpadom. Podaci su pokazali da se smanjila količina miješanog komunalnog otpada, da se povećala količina odvojeno skupljenog otpada i posljednje, ali zato ne manje važno bilo je da je manje od 5% korisnika trebalo dodatne vreće za miješani komunalni otpad. Po završetku pilot-projekta gradskoj upravi su se prezentirali slijedeći rezultati:

- spremnik zapremine 120 litara zadovoljava potrebe više od 95% korisnika u režimu odvoza jednom tjedno,
- zanemarivo malom postotku korisnika (manje od 5%) spremnik zapremine 120 litara nije dovoljan u režimu odvoza jednom tjedno,
- nema smisla prisiljavati veliku većinu korisnika da koriste odvoz otpada u režimu jednom tjedno i plaćaju veću cijenu takve usluge zbog niti 5% korisnika kojima je ta učestalost trenutno potrebna i
- manji broj korisnika kojima zapremina spremnika nije dovoljna u režimu odvoza jednom tjedno može kroz kupovinu doplatnih vreća nadomjestiti zapreminu koja im nedostaje.

Tek na temelju gornjih rezultata pilot-projekta uspjelo se promijeniti početno stajalište gradske uprave koja je nakon toga odlukom promijenila režim odvoza otpada. Nabavljeno je 10.000 komada PE spremnika zapremine 120 litara koji su dodijeljeni korisnicima, a primjena režima odvoza jednom tjedno je počela od prvog siječnja iduće godine.

NAPLATA USLUGE PO ZADUŽENOM SPREMNIKU

Naslijedeno stanje koje je dočekalo reformsku upravu GKP Čakom d.o.o. je bio obračun javne usluge prikupljanja otpada po površini stambenog ili poslovnog prostora. Nema potrebe posebno elaborirati da obračun po „m²“ nije u skladu s načelom „onečišćivač plaća“ i da ne potiče korisnike na smanjenje količine miješanog komunalnog otpada niti na povećanje količine odvojeno skupljenog otpada. Kao bolje rješenje se činila naplata prema zapremini zaduženog spremnika međutim i taj je prijedlog naišao na određeni otpor u gradskoj upravi. Zahtjev prema komunalnom poduzeću je bio da se razrade dva modela naplate kako bi gradski vijećnici imali mogućnost izbora prilikom glasanja. U takvoj situaciji je razrađen i model obračuna prema broju članova domaćinstva. Obzirom da je na području Međimurske županije, prema dostupnim podacima iz popisa stanovništva provedenog 2001. godine, prosječan broj članova domaćinstvu bio 3,3 člana taj se podatak uzelo u obzir prilikom razrade cjenika po broju članova domaćinstva. Cjenik je bio tako izračunat da je cijena za jedan spremnik zapremine 120 litara u cjeniku po zaduženoj zapremini spremnika bila jednaka cijeni za „idealno“

domaćinstvo s 3,3 člana domaćinstva. U odnosu na cjenik po zaduženoj zapremini spremnika cijena u cjeniku po članu domaćinstva je, logično, bila niža za domaćinstva s jednim, dva i tri člana, a viša za domaćinstva s 4, 5 i više članova. Međutim, na sjednici gradskog vijeća, kad su se gradski vijećnici trebali odlučiti za jedan ili drugi model obračuna, izglasana su oba modela s tim da korisnici mogu birati koji način obračuna žele. Očekivano, svi korisnici koji su živjeli u domaćinstvima s jednim, dva ili tri člana su odabrali za njih povoljniji način obračuna po broju članova domaćinstva. S druge strane, svi korisnici koji su živjeli u domaćinstvima s četiri, pet i više članova su odabrali za njih povoljniji način obračuna po zapremini zaduženog spremnika. Poslovna godina 2004. nije obećavala previše i zapravo je pravo pitanje kako je gradsko komunalno poduzeće uspjelo pozitivno poslovati u tim okolnostima. Na sreću komunalaca mogućnost izbora je trajala samo jedno ljeto. Nakon toga se nastavilo s primjenom obračunskog modela po zaduženoj zapremini spremnika. Broj članova domaćinstva kao obračunski model se zadržao samo u višestambenim zgradama ali i tamo samo kao pod kriterij za raspodjelu troškova odvoza i zbrinjavanja otpada između suvlasnika.

KOMUNIKACIJA S KORISNICIMA

U gospodarenju otpadom rezultati su ovisni o više čimbenika, a jedan od najvažnijih su korisnici usluge. Pružatelj usluge može osmisliti i implementirati na terenu najsoficiraniji sustav gospodarenja otpadom, međutim ukoliko korisnici ne prepoznaju i ne prihvate sustav sav trud je bio uzalud, sav uloženi novac je bačen u vjetar. To je bio razlog da se kreneme u informativno edukativnu kampanju koja je imala za cilj podići svijest korisnika o potrebi zaštite okoliša i o aktivnoj ulozi koju korisnici imaju u sustavima gospodarenja otpadom. Počelo se sramežljivo, objavama u lokalnim tjednicima, zatim su se snimili radijski jingl-ovi, a kasnije i TV spotovi. Najveći odjek kod korisnika, posebno onih najmlađih, su imali video spotovi s poznatim lokalnim komičarem – Đurom z Međimurja, u kojima se na duhovit način ukazivalo na nepoželjne obrasce ponašanja s otpadom. Nakon produkcije 10-ak video spotova okrenulo se i suradnji poznatom čakovečkom školom animiranog filma (ŠAF). U suradnji sa ŠAF-om su nastala četiri animirana filma koji obrađuju teme postupanja s otpadom (kompostiranje, staklo, papir, plastika). Na planu edukacije i komunikacije s korisnicima surađuje se i sa Zaštitarsko ekološkom organizacijom Nobilis (ZEON) koja provodi edukaciju po dječjim vrtićima i školama na cijelom području na kojem GKP Čakom d.o.o. pruža javnu uslugu prikupljanja otpada. Ono što ovdje treba naglasiti da komunikacija s korisnicima može tijekom vremena mijenjati oblike i načine rada, ali komunikacija s korisnicima ne smije nikada prestati jer su korisnici ključna karika u lancu bez koje nema dobrih rezultata u gospodarenju otpadom.

UVODENJE SPREMNIKA ZA BIORAZGRADIVI OTPAD

Biorazgradivi otpad je frakcija koju GKP Čakom d.o.o. prikuplja zajedno s glomaznim

otpadom dulje od 10 godina. Nažalost takav način prikupljanja nije davao željene rezultate, prikupljene količine su bile znatno manje od količina koje su pokazivale analize sastava komunalnog otpada. Kako bi se prikupila veća količina biorazgradivog otpada tijekom 2011. godine je nabavljeno 7.000 komada smeđih PE spremnika zapremine 120 litara. Spremnici su tijekom posljednjeg kvartala 2011. dodijeljeni korisnicima, a odvoz biorazgradivog otpada iz spremnika zapremine 120 litara je započeo prvog siječnja 2012. godine. Tijekom prve godine se količina prikupljenog biorazgradivog otpada povećala za duplo, sa 700 tona na 1.400 tona, a do kraja 2016. godine skoro tri puta – na blizu 2.000 tona. Prije uvođenja smeđih spremnika otpad se prikupljao samo u crnim spremnicima u režimu odvoza jednom tjedno. Uvođenjem smeđih spremnika prorijedio se odvoz crnih spremnika na način da komunalna vozila dolaze kod korisnika jednom tjedno, ali jedan tjedan odvoze miješani otpad iz crnog spremnika, a slijedeći tjedan biorazgradivi otpad iz smeđeg spremnika. Ako se prisjetimo početaka uvidjet ćemo da se učestalost odvoza spremnika s miješanim komunalnim otpadom prorijedila s dva puta tjedno na jednom u dva tjedna, odnosno čak četiri puta.

NAPLATA USLUGE PO ISPRAŽNJENOM SPREMNIKU

Posljednja u nizu promjena bio je prelazak s naplate po zaduženom spremniku na model naplate po ispražnjenom spremniku. Spremnici su opremljeni s radio frekventnim identifikatorima (RFID, tag, čip), a komunalna vozila su opremljena s antenama za njihovo očitavanje. Pripremljen je i novi cjenik koji je uređen na način da su dva odvoza tijekom mjeseca u fiksnom dijelu cijene, a za svaki slijedeći odvoz (treći, četvrti ili peti) tijekom kalendarskog mjeseca korisniku se linearno povećava iznos koji mora platiti. Istovremeno korisnici plaćaju fiksnu mjesečnu naknadu za odvoz reciklabilnog otpada. To im omogućava pripremu za odvoz neograničene količine reciklabilnog otpada i to bez dodatnog plaćanja. Ovakav način obračuna je doveo do toga da korisnici mjesečno u prosjeku predaju na pražnjenje samo 1,5 spremnik miješanog komunalnog otpada.

ZAKLJUČAK

Ukoliko šest ranije pobrojanih ključnih aktivnosti prati kontinuirano ulaganje u komunalnu infrastrukturu (sanacija starih lokacija onečišćenih otpadom, izgradnja reciklažnih dvorišta, sortirnica i kompostirnica, obnova voznog i strojnog parka, itd...) moguće je u tijekom 15-ak godina oformiti cjeloviti sustav gospodarenja otpadom koji će izdvajati preko 50%, odnosno odlagati manje od 50% od ukupne količine komunalnog otpada, a istovremeno biti socijalno prihvatljiv za korisnike i ekonomski održiv.

Izvori i literatura

1. Arhiva Gradskog komunalnog poduzeća Čakom d.o.o. (skraćeno: GKP Čakom d.o.o.)

IED UREDBA S POUČAVANJEM NA KEMIKALIJAH I ODPADKIH

IED DIRECTIVE WITH EMPHASIS ON CHEMICALS AND WASTES

» mag. Vilma FECE
mag. Damijan POVODNIK
Anica PAVLIČ, univ. dipl. inž. kem. teh.

Gorenje d.d.
Partizanska cesta 12, 3320 Velenje
vilma.fece@gorenje.com
damijan.povodnik@gorenje.com
anica.pavlic@gorenje.com

Povzetek

V Gorenju obsega okoljsko poslovanje celotni življenjski krog proizvoda: od razvoja, izdelave, uporabe in ravnanja z njim po izteku življenjske dobe. S kemikalijami se srečujemo pri svojem poslovanju, zato postaja področje gospodarjenja s kemikalijami v podjetju vedno bolj pomembno, in predstavlja osnovo približevanja delovanja podjetja v krožnem gospodarstvu v obliki ustreznega gospodarjenja s kemikalijami. Pomembno je tudi vedeti ali materiali vsebujejo nevarne snovi, ker bo le tako možno zagotoviti, da nevarne kemikalije ne bodo prešle v reciklažne tokove. Pri tem je bistveno, da se odstranijo problematične snovi iz proizvoda že v fazi načrtovanja proizvoda. V Gorenju d.d. uporabljamo preko tisoč različnih kemikalij, v vseh treh agregatnih stanjih, od vnetljivih, do gorljivih pa do jedkih in strupenih, v premičnih in nepremičnih posodah. Zaradi tega je postal obstoječi sistem ravnanja z nevarnimi snovmi v podjetju težko obvladljiv in smo pristopili k vključitvi kemikalij v EHS modul, ki je integriran v sistem SAP. Z vidika obvladovanja nevarnih kemikalij v EHS modulu po zahtevah IED direktive pričakujemo lažje obvladovanje nevarnih

kemikalij. V 2. fazi načrtujemo vpeljavo EHS modula tudi na obvladovanje nevarnih snovi v ostalih materialih, vgradnih komponentah in končnih izdelkih, z vidika skladnosti materialov z zakonodajo, varstva okolja, varnosti in zdravja pri delu ter požarne varnosti, ki jih uporabljamo v naših procesih. Že od vsega začetka je sestavni del sistema ravnanja z okoljem v podjetju tudi ravnanje z odpadki, ki so prepoznani kot pomemben element, ki součinkuje z okoljem, to pa pomeni, da so ovrednoteni kot okoljski vidik v sistemu ravnanja z okoljem.

Gljučne besede: IED uredba, kemikalije, nevarne snovi, odpadki, SAP

Abstract

Environmental operating in Gorenje cover the entire life cycle of a product from the development, manufacture, use and handling after the end of its life. The company is faced with chemicals in its operations, therefore becoming an area of chemicals management in the company increasingly important and forms the basis of convergence of a company in the circular economy in the form of proper management of chemicals. It is also important to know which materials shall containing hazardous substances, because only in this way can be ensured that that hazardous chemicals will not be migrated into the recycle flows. It is essential to remove problematic substances from the product at the design stage of the product. Gorenje d.d. used over a thousand different chemicals in all three physical states, from flammable, combustible but to the corrosive and toxic, in both mobile and stationary containers. For this reason, it became an existing system of hazardous waste management in the company hard to handle, and we acceded to the the inclusion of chemicals in the EHS module, which is integrated into the SAP system. From the perspective of management of hazardous chemicals in the EHS module per the requirements IED directive we expect better management of hazardous chemicals. In the second phase, we plan to introduce the EHS management of hazardous substances into other materials, built-in components, and finished products, in terms of compliance with the law, materials, environmental protection, health and safety at work and fire safety, which we use in our processes. Right from the outset, waste management is an integral part of the environmental management system in the company, as an important element, which interacts with the environment, categorized as an environmental aspect of the environmental management system.

Key words: IED Directive, chemicals, hazardous substances, waste, SAP

PREDSTAVITEV GORENJA

V Skupini Gorenje se zavedamo, da je trajnostno delovanje ključnega pomena za poslovno uspešnost. Zato smo v središče osvežene strategije 2014-2020 postavili prav trajno ustvarjanje vrednosti za uporabnike, delničarje in zaposlene. V delu trajnostnega razvoja, ki odraža naše delovanje, smo izbrali korporacijske vrednote, ki morajo postati vezivno tkivo vseh zaposlenih v Skupini Gorenje.

Po načelu trajnostnega razvoja obsega okoljsko poslovanje celotni življenjski krog proizvoda: od razvoja, izdelave, uporabe in ravnanja z njim po izteku življenjske dobe. Stalnica okoljskega poslovanja je uvajanje čistejših tehnologij, ki imajo poleg okoljskega vpliva tudi pomemben vpliv na dvig produktivnosti, obenem pa omogočajo večji prihodek in s tem socialno varnost v podjetju.

V Skupini Gorenje je poleg matičnega podjetja Gorenje, d.d. še 88 odvisnih družb, kjer je trenutno zaposleno 10 962 delavcev. Osnovna dejavnost družbe Gorenje d.d. je proizvodnja in prodaja velikih gospodinjskih aparatov.

Varstvo okolja je v Gorenju pomembna komponenta vseh poslovnih področij, predvsem razvoja izdelkov in storitev, prodaje, nabave, proizvodnje, komuniciranja z zaposlenimi, izobraževanja zaposlenih, komuniciranja z ožjim in širšim družbenim okoljem. Z vizijo Gorenja in politiko ravnanja z okoljem je postavljen temelj okoljskega poslovanja.

Varstvo okolja je v smislu trajnostnega razvoja v poslovanje Gorenja vključeno že vse od ustanovitve. Do sredine osemdesetih let je vplive na okolje obvladovalo s pomočjo različnih organizacijskih enot. V letu 1985 je bil ustanovljen oddelek Ekologija, kar pomeni začetek enotne razvojne in operativne okoljske strategije. Kasneje sta se oddelku priključila še analizni laboratorij in Centralna čistilna naprava za odpadne vode. Imenoval se je Ekologija in analizna kemija s Centralno čistilno napravo. Ta oddelek je bil centralno organiziran kot štabna funkcija, z odgovornostjo neposredno upravi. Od sredine leta 2003 je Varstvo okolja v matični družbi organizirano kot samostojno področje (ne več oddelek), ki opravlja naloge svetovanja, nadzora, koordinacije, izobraževanja, sodelovanja z upravnimi organi in operativne naloge.

V letu 2003 je prišlo do združitve t. i. varnosti v samostojno področje Varstvo okolja ter varnost in zdravje pri delu, ki je organizacijsko umeščeno neposredno pod upravo. Področje je sestavljeno iz treh oddelkov:

- varstva okolja,
- varnosti in zdravja pri delu ter
- požarne varnosti.

Skrb za izvajanje programov in ciljev varstva okolja je naloga oddelka Varstvo okolja, ki ima poleg operativnih nalog varstva okolja (čiščenje odpadnih voda, ravnanje z odpadki, uporaba nevarnih snovi,...) tudi razvojno, svetovalno in koordinacijsko vlogo za celotno Skupino Gorenje.

V podjetju je vzpostavljen Sistem ravnanja z okoljem (SRO), ki temelji na mednarodnem standardu ISO 14001 ter na uredbi EMAS, ki na sistematičen način postavljata zahteve po uspešnem vodenju podjetja z vidika varovanja okolja in definirata potrebno dokumentacijo. Sistem varnosti in zdravja pri delu temelji na mednarodnem standardu OHSAS 18001, ki določa zahteve za sistem varnosti in zdravja pri delu. Tudi gospodarjenje s kemikalijami je del teh sistemov. V podjetju ni dovoljeno naročanje, raba ali uporaba katerkoli kemikalije ter sprejemanje vzorcev brez predhodno pridobljenega dovoljenja.

IED UREDBA

V avgustu 2015 je pričela veljati uredba o vrsti dejavnosti in naprav, ki lahko povzročajo onesnaževanje večjega obsega (U.I.RS št. 57/15). V slovenski pravni red prinaša II. Poglavje EU direktive 2010/10/EU o industrijskih emisijah (IED direktiva). Za obstoječe t.i. IPPC zavezanca prinaša kar nekaj novosti, razširja pa tudi seznam dejavnosti in naprav, ki morajo pridobiti celovito okoljevarstveno dovoljenje, to je predvsem področje ravnanja z odpadki, čiščenja odpadnih voda, proizvodnja lesnih kompozitov, predelave živalskih in rastlinskih surovin.... Novi ukrepi in obveznosti za upravljavce naprav se nanašajo predvsem na preprečevanje onesnaževanja tal in podzemne vode in zahtevajo izdelavo oceno možnosti onesnaževanje in izdelavo Izhodiščnega poročila v primeru, če letna prisotnost zadevnih nevarnih snovi presega določen količinski prag ali pa naprava leži na vodovarstvenem področju. Izhodiščno poročilo je obsežen dokument, ki vsebuje podatke o onesnaženosti tal in podzemne vode z določenimi nevarnimi snovmi, potrebnimi za primerjavo s stanjem po prenehanju delovanja naprave, določa tudi reden obratovalni monitoring tal (na deset let) in podzemne vode (na pet let).

GOSPODARJENJE S KEMIKALIJAMI V GORENJU

Krožno gospodarstvo in gospodarjenje s kemikalijami

Področje gospodarjenja s kemikalijami postaja vedno bolj pomembno v podjetjih, ki se s njimi srečujejo pri svojem poslovanju, hkrati pa je to osnova približevanja delovanja podjetja v krožnem gospodarstvu.

Konec leta 2015 je Evropska komisija sprejela sveženj ukrepov za pospeševanje prehoda v krožno gospodarstvo v EU. Medsebojna usklajenost zakonodaje za izdelke, okoljske

zakonodaje in kemijske zakonodaje je ključni vidik krožnega gospodarstva in nujna za uspešno kroženje materialov. V podjetju se ta prepletenost zakonodaje izrazito izraža na področju gospodarjenja s kemikalijami: v fazi načrtovanja proizvodov kot preprečevanje vsebnosti nevarnih snovi, v fazi izdelave: kot zmanjšanje vplivov na ljudi in okolje z izbiro najboljših razpoložljivih tehnologij in materialov brez nevarnih snovi.

Uporaba izdelkov in faza razgradnja izdelkov pa sta z vidika gospodarjenja s kemikalijami definirani z načrtovanjem in izdelavo, to pa sta fazi na kateri ima podjetje največji vpliv in seveda odgovornost, to sta tudi ključni fazi za približevanje podjetja krožnemu gospodarstvu. Cilj krožnega gospodarstva je obdržati material čim dlje, zmanjšati količine odpadkov in zmanjšati potrebo po dodatnih virih. To zahteva trajnostno upravljanje z materiali in nove inovativne pristope k proizvodnji in uporabi materialov, ki bodo imeli čim daljšo življenjsko dobo. Zato igra ključno vlogo v krožnem gospodarstvu ustrezno gospodarjenje s kemikalijami. Lahko bi celo rekli, da so kemikalije temelj za krožno gospodarstvo, uporabljajo se v proizvodnji, proizvodih, in se porabljajo in nato reciklirajo ali pa postanejo odpadek. Ne moremo govoriti o krožnem gospodarstvu ne da bi poznali zakonodajo o kemikalijah in kaj se dogaja z nevarnimi snovmi znotraj dobavnih verig. Določila EU zakonodaje o kemikalijah so danes tako zahtevna, kot še niso bila nikoli. Na primer: po REACH zakonodaji narašča število kemikalij, ki so prepoznane kot nevarne za ljudi in okolje (SVHC). Kaj se zgodi ko te kemikalije krožijo v različnih materialnih tokih in različnih življenjskih fazah proizvodov. Veliko takih materialov je bilo recikliranih ali ponovno uporabljenih preden je današnja zakonodaja o kemikalijah sploh začela veljati. Zato je pomembno vedeti ali materiali vsebujejo nevarne snovi, ker le tako bo možno zagotoviti, da nevarne kemikalije ne bodo prešle v reciklažne tokove. Z vidika zagotavljanja trajnostne rabe materialov (kontaminiranih materialov z nevarnimi snovmi ni mogoče reciklirati) je torej zelo pomembno, da prepoznamo nevarne snovi in jih izločimo oziroma zamenjamo z nenevarnimi alternativami ali spremenimo proizvodne procese ali redizajniramo izdelek.

Kemikalije in izdelki

Za zagotovitev trajnostnega krožnega gospodarstva je torej bistveno, da se odstranijo problematične snovi iz proizvoda že v fazi načrtovanja proizvoda. Upoštevati moramo vse življenjske faze izdelka: od načrtovanja, izbire materialov in proizvodnje, uporabe in razgradnje. Ugotavljamo, da je skrb za kemikalije potrebna v vseh fazah življenjskih fazah proizvoda, saj s skrbno izbiro vhodnih materialov in tehnoloških procesov odločujoče vplivamo na zmanjšanje vplivov na ljudi in okolje. To zahteva striktno implementacijo okoljske zakonodaje, REACH zakonodaje ter druge specifične zakonodaje za izdelke; v primeru gospodinjskih aparatov je to RoHS direktiva... Pri zakonodaji o odpadkih je osnovno vodilo izvajanje hierarhije odpadkov; prednost pred vsemi drugimi postopki ima preprečevanje nastajanja odpadkov, kar pomeni izogibanje nevarnim snovem v materialih že pri vstopanju le-teh v materialne tokove.

Kemikalije in tehnološki procesi – IED uredba

Zahteve predpisov, ki urejajo ravnanje s kemikalijami, posebno z nevarnimi kemikalijami v Sloveniji in EU, naraščajo in so čedalje zahtevnejše. Osnovni vidiki krožnega gospodarstva počasi prehajajo tudi v spremembe dokumentov o najboljših razpoložljivih tehnologijah za posamezne industrijske panoge (Best Available Techniques Documents BREFs) in se bodo odražali v prihodnjih izdajah celovitih okoljevarstvenih dovoljenj podjetij, ki zapadejo pod t.i. IED zavezance. To so podjetja, ki so zaradi vrste dejavnosti in obsega proizvodnih zmogljivosti morala pridobiti okoljevarstvena dovoljenja po 68. členu zakona o varstvu okolja. S sprejetjem direktive o Industrijskih emisijah (IED direktiva) in prenosom njenih določb v nacionalno zakonodajo z Uredbo o vrsti dejavnosti, ki lahko povzročajo onesnaževanje večjega obsega (U.I.RS št. 57/15), – v nadaljevanju IED uredba, se je obseg dejavnosti, ki morajo pridobiti celovita okoljevarstvena dovoljenja, razširil (predelava odpadkov, čiščenja odpadnih voda, proizvodnje lesnih kompozitov, zaščite lesa in gozdno-lesnih proizvodov, predelave živalskih in rastlinskih surovin. itd.), hkrati pa so se povečale zahteve za pridobitev dovoljenj, ki zajemajo predvsem izdelavo Ocene možnosti onesnaževanja in izdelavo Izhodiščnega poročila.

Gorenje je zaradi tehnoloških procesov površinske zaščite kovin in volumnov obdelovalnih kopeli moralo pridobiti okoljevarstveno dovoljenje že kot »IPPC zavezanec« v letu 2008. Spremenjena Uredba o vrsti dejavnosti in naprav, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega (U.I.RS št.57/15) je začela veljati 15. avgusta 2015, vključuje zahteve IED direktive 2010/75/EU, upravljavcem obstoječih »IPPC naprav« ter tudi novih naprav, nalaga veliko dodatnih obveznosti (ocena možnosti ali izhodiščno poročilo), katerih obseg in čas implementacije so odvisni od več dejavnikov: od vrste dejavnosti in določenosti zaključkov BAT, od vrste in količine kemikalij, ki se uporabljajo v napravi, od obsega sprememb okoljevarstvenega dovoljenja, ki so nastale v času od 7.1.2013 do 15.2. 2016.

Gorenje je pridobilo »IPPC OVD« avgusta 2008, odločba o manjši spremembi pa je iz dne 24.4.2015. Veljavnost dovoljenja je 10 let, to je do avgusta 2018.

Gorenje mora Oceno možnosti onesnaževanja (OMO) ali Izhodiščno poročilo (IP) predložiti v primeru večje spremembe v obratovanju naprave za spremembo okoljevarstvenega dovoljenja ali izdaje zaključkov BAT za procese površinske zaščite, ki pa jih še ni za dejavnost površinske zaščite kovin.

Glavna novost, ki jo prinaša IED uredba je torej izdelava Ocene možnosti onesnaževanja, ki obsega:(1).Izdelava seznama vseh kemikalij, ki temelji na vrsti in količini kemikalij, ki se skladiščijo, uporabljajo, proizvajajo na območju naprave (podjetja), (10.člen IED uredbe), sledi (2).Opredelitev zadevnih nevarnih snovi¹, (10.člen Uredbe priloga

¹ »Zadevne nevarne snovi« so tiste snovi ali zmesi, opredeljene v členu 3 Uredbe (ES) št.

III) upoštevajoč lastnosti kemikalij: sestava, agregatno stanje topnost, nevarnost, mobilnost, obstojnost, biorazgradljivost, količina, ki se skladišči, uporablja ali proizvaja ali izpušča na območju naprave, (3) Opis ugotovitev in možnosti onesnaženja tal in podzemne vode (11. člen uredbe), kjer gre za teoretično obdelavo podatkov, ne zajema še vzorčenja in analizo tal in podzemne vode.

Ocena možnosti onesnaževanja (OMO) temelji na vrsti in količini kemikalij, ki se uporabljajo v napravi.

Postopek za določitev zadevnih nevarnih snovi na osnovi obstoječe IED uredbe in navodila Agencije za okolje²:

Popis nevarnih kemikalij (snovi in zmesi)

- Navedba stavkov o nevarnosti (H stavki); najdemo jih v 2.točki varnostnega lista. Pomembni so stavki H3XX (nevarnost za zdravje), H4XX (nevarnost za okolje)
 - Najpomembnejši stavki o nevarnosti :
 - za zdravje; od H340 dalje
 - za okolje; H400, H410, H411, H412, H413
- Snovi zmesi, ki imajo samo stavke za fizikalne nevarnosti H2XX, se lahko izločijo (primer propan)
- pogledati ali zmes morda vsebuje tudi snovi iz prilog Uredbe o stanju površinskih voda (Uradni list RS, št. 14/09, 98/10, 96/13 in 24/16)
 - Priloga 1; prednostne snovi na področju vodne politike;
 - Priloga 8; Posebna onesnaževala;
 - Priloga 11; Snovi iz nadzornega seznama EU
- Navesti agregatno stanje snovi ali zmesi
- Pripisati podatke o topnosti, mobilnosti, ...
- Pripisati podatke obstojnosti, bioakumulativnosti, strupenosti, karcinogenosti, mutagenosti, teratogenosti
- Navesti uvrstitev v skupino (od 1- najnevarnejša do 4-najmanj nevarna) v prilogi III IED uredbe glede
- Če ima snov ali zmes več H stavkov, se razvrsti v skupino z nižjim pragom
- PBT snovi in vPvB se razvrščajo v nevarnostno skupino 1
- Vsaki snovi ali zmesi se dodajo podatki o letni prisotnosti snovi (letna poraba)

² 1272/2008 o razvrščanju, označevanju in pakiranju nevarnih snovi ali zmesi (uredba CLP), ki lahko zaradi svoje mobilnosti, obstojnosti in biorazgradljivosti (ter drugih lastnosti) onesnažijo tla ali podtalnico ter se uporabljajo ali nastajajo v obratu in/ali jih ta izpušča.

² Navodilo za oceno možnosti onesnaženja tal in podzemne vode, ARSO

- Sešteti vse snovi in zmesi znotraj posamezne nevarnostne skupine snovi in jih vključiti v seznam zadevnih nevarnih snovi, če je prag presežen. To pomeni, da je potrebno med zadevne snovi vključiti tudi snovi/zmesi, ne glede na to ali posamezna snov ne dosega praga nevarnostne skupine.

Zaradi **seštevanja snovi ali zmesi** znotraj posamezne nevarnostne skupine iz priloge III IED uredbe, se torej lahko zgodi, da je potrebno med zadevne nevarne snovi vključiti tudi snov ali zmes, ki ne dosega količinskega praga skupine.

Takšno določevanje zadevnih nevarnih snovi v slovenski uredbi je strožje od zahtev drugih zakonodaj, kjer se količina posameznih snovi ali zmesi primerja s količinskim pragom za posamezno nevarnostno skupino!

Če letna prisotnost zadevnih nevarnih snovi presega določen količinski prag iz Priloge III IED uredbe ali če naprava leži na vodovarstvenem območju, morajo upravljavci izdelati izhodiščno poročilo. Izhodiščno poročilo je dokument, ki vsebuje podatke o stanju onesnaženosti tal in podzemne vode z določenimi nevarnimi snovmi, potrebne za količinsko primerjavo s stanjem po prenehanju obratovanja naprave in obsega: prve tri točke OMO ter (4) Opis zgodovine območja naprave, (5) Opis stanja okolja, (6) Ovrdenotenje informacij iz 3. 4. in 5. točke z izdelavo konceptualnega modela, (7) Podatki in informacije za oceno onesnaženosti tal in podzemne vode z zadevnimi nevarnimi snovmi, (8) Opredelitev onesnaženosti tal in podzemne vode z zadevnimi nevarnimi snovmi v sklepnih ugotovitvah.

Z vidika priprave OMO in IP je ključnega pomena opredelitev nevarnih snovi, ki se skladiščijo, uporabljajo, proizvajajo ali izpuščajo v IED napravi, zato je zelo pomembno ustrezno obvladovanje podatkov o kemikalijah v podjetju. Osnova za določitev seznama nevarnih snovi in iz njega izhajajočega seznama zadevnih nevarnih snovi so podatki iz varnostnih listov³; sestava (kemijsko ime, CAS število⁴), vsebnost SVHC snovi - točka 3 varnostnega lista, EC število⁵), opredelitev nevarnosti (točka 2 varnostnega lista), stavki o nevarnostih - H stavki, topnost, hidrofobnost, hlapnost, mobilnost (točka 12. varnostnega lista. Uporabljati je potrebno najnovejše izdaje varnostnih listov, kjer so kemikalije razvrščene v skladu z CLP Uredbo (št. 1272/2008), stare razvrstitve kemikalij po direktivah št. 67/548/EGS in št. 1999/45/ES počasi izginjajo, saj se prehodno za vpeljavo CLP uredbe zaključijo junija 2017.

³ Varnostni list – v skladu z uredbo EU št. 2015/830 (sprememba uredbe REACH)

⁴ CAS št. - CAS (Chemicals Abstracts Service)

⁵ EC - je št. s seznama EINECS, ELINCS ali NLP, je uradna številka snovi v Evropski uniji. Številko EINECS je mogoče pridobiti z Evropskega seznama obstoječih snovi. Številko ELINCS je mogoče pridobiti z Evropskega seznama prijavljenih novih kemijskih snovi. Številko NLP je mogoče pridobiti s seznama „Bivši polimeri“

V Gorenju d.d. uporabljamo preko tisoč različnih kemikalij, v vseh treh agregatnih stanjih, od vnetljivih, do gorljivih pa do jedkih in strupenih, v premičnih in nepremičnih posodah. Zaradi tega je postal obstoječi sistem ravnanja z nevarnimi snovmi v podjetju težko obvladljiv in smo pristopili k vključitvi kemikalij v EHS modul, ki je integriran v sistem SAP. Z vidika obvladovanja nevarnih kemikalij v EHS modulu po zahtevah IED direktive pričakujemo lažje obvladovanje nevarnih kemikalij (hitro pridobivanje podatkov o nevarnostih, količinah, lokaciji skladiščenja... (1. faza vpeljave EHS modula), kasneje pa bomo v ta sistem vključili tudi podatke o materialih, komponentah, proizvodih (2. faza vpeljave EHS modula).

V podjetju se zavedamo svojih odgovornosti, ki so čedalje večje. Ugotavljamo, da kljub temu, da imamo ravnanje s kemikalijami že dolgo časa urejeno z internimi predpisi, to področje še vedno ni na takšnem nivoju kot bi moralo biti.

Poleg tega je imel obstoječi sistem gospodarjenja s kemikalijami v podjetju tudi nekaj slabosti:

- V podjetju ni bilo na voljo informacijsko podprtega sistema za uporabo in ravnanje s kemikalijami, ki bi zagotavljal zanesljiv in hiter dostop do željenih informacij o kemikalijah vsem zaposlenim, ki te podatke potrebujejo. V obstoječem sistemu ni bilo pregleda nad ažurnostjo podatkov, zato so se v sistemu večkrat pojavljali pomanjkljivi in neažurni podatki o kemikalijah. Prav tako je prihajalo do podvajanja podatkov za nekatere kemikalije, za katere so bili vneseni različni nazivi ter tvorjene različne šifre materiala.
- Z drugega vidika se je pojavljal problem pri zagotavljanju sledljivosti glede odgovornih oseb za naročanje in uporabo ter za uvajanje novih kemikalij. Včasih se je sledljivost za zahtevo izgubila in je zato odgovornost za uvajanje kemikalije prevzemalo področje Varstva okolja ter Varnosti in zdravja pri delu, ki pa naj bi prevzemal odgovornost samo za potrjevanje ustreznosti uporabe kemikalij z vidika varstva okolja ter varnosti in zdravja pri delu.
- Problem se je pojavljal tudi pri uporabi kemikalij v proizvodnji. Glavna slabost je bila zagotavljanje dostopnosti do podatkov o odobrenih kemikalijah, zato se je v posamičnih primerih lahko dogajalo tudi to, da so tam uporabljali kemikalije brez predhodne odobritve glede namena ali mesta uporabe.

V Gorenju smo se v letu 2015 odločili, da moramo narediti korak naprej in v prihodnje to področje še boljše obvladovati in s tem obvladovati tudi vsa poslovna, okoljska, zdravstvena in varnostna tveganja, ki jih predstavljajo kemikalije za podjetje zaradi naslednjih vzrokov:

- Narašča število predpisov, ki zahtevajo veliko aktivnosti različnih oddelkov v podjetju, da se zagotovijo skladnost izdelkov, varnost in zdravje pri delu, požarna varnost in omejijo negativni vplivi na okolje. Proizvodnja podjetja postajajo tudi vedno bolj odgo-

vorna za vplive na okolje in varnostne učinkovitosti njihovih izdelkov. Zato morajo podjetja, ki razvijajo in proizvajajo izdelke, vključiti vse zahteve v delovanje organizacije.

- Čedalje več naših sodelavcev potrebuje pri svojem delu podatke o kemikalijah, ne samo tisti, ki prihajajo neposredno v stik z njimi, temveč tudi mnogi drugi. Zato želimo vsem sodelavcem omogočiti dostop do podatkov o kemikalijah.
- V podjetju želimo v prihodnje opustiti rabo najnevarnejših kemikalij oz. namesto njih poiskali manj nevarne alternative.
- Varstvo okolja mora vsako leto državi sporočati podatke o kemikalijah (poročilo o proizvodnji in dajanju v promet ter vnosu kemikalij, vpis v seznam kemikalij).

Na ta način bomo tako našim kupcem, lastnikom, deležnikom, zaposlenim, lokalnemu in širšemu okolju, kot tudi oblastem dokazali, da smo resno in urejeno podjetje tudi na tem področju.

Ugotovili smo, da bomo lahko te cilje dosegli samo z učinkovito informacijsko podporo in z izkoriščanjem možnosti, ki jih ta nudi. Skupaj z našo informatiko smo kar nekaj časa iskali primerno programsko rešitev, ki bi naj nam omogočila rešiti vse kar smo si zastavili. Na koncu smo se skupaj odločili za rešitev, ki je del SAP sistema in nam omogoča tudi učinkovito povezljivost z obstoječim informacijskim sistemom: EHS modul. Vsi zaposleni, ki imajo dostop do SAP-a bodo imeli omogočen dostop do podatkov o kemikalijah in z njimi povezanimi dokumenti. Trenutna rešitev, ki izkorišča samo del možnosti, ki jih na tem področju nudi SAP, nam bo v prihodnosti omogočila še nadaljnje izboljšave na področjih VO, VZD in PV.

Cilji, ki smo jih želeli doseči z uvedbo EHS modula so:

- zagotovitev celostnega in hitrega pregleda, sledenje ter kontrolo nad kemikalijami, ki se uporabljajo v podjetju,
- enoten pregled in upravljanje kompleksnosti informacij, ki so povezane z nevarnimi kemikalijami in
- povezovanje procesa uvajanja nove kemikalije in upravljanja nevarnih snovi z
- obstoječimi funkcijami in moduli v SAP ERP sistemu.

Pri uvajanju tega sistema nam je, ob sodelovanju slovenskega SAP partnerja Itelis, pomagalo italijansko podjetje Espedia Consulting, ki je SAP Gold Partner.

V projekt uvajanja EHS modula v Gorenje, ki je bil zastavljen interdisciplinarno, so bili vključeni predstavniki iz področij varstva okolja, varnosti in zdravja pri delu, požarne varnosti, nabave, standardizacije in šifracije, tehnologije, razvoja in informatike. Naloga članov tima je bila, poleg sodelovanja v tem projektne timu, tudi njego-

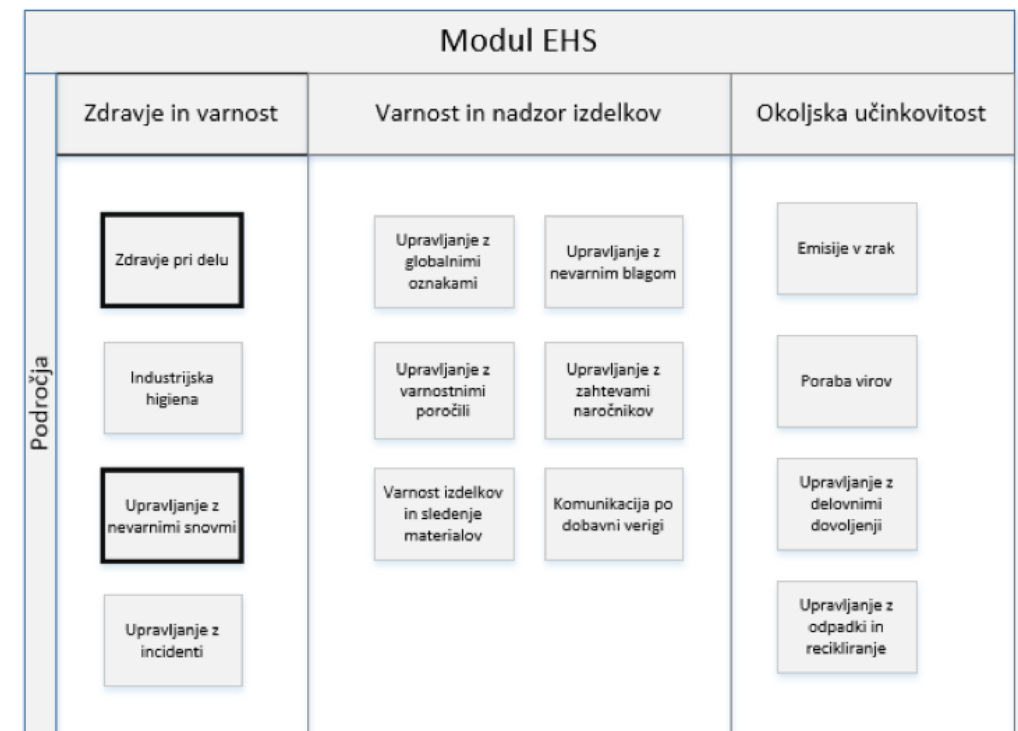
vo uvajanje za svoje področje delovanja in usposabljanje sodelavcev v kasnejši fazi uvedbe.

Opis programskih modulov SAP-a v okviru uvajanja EHS modula

Posodobljen sistem gospodarjenja s kemikalijami, ki zajema nadzorovano uvajanje novih kemikalij in obvladovanje obstoječih kemikalij, smo začeli vzpostavljati v letu 2016 preko EHS modula, ki pokriva področja upravljanja z nevarnimi snovmi in ravnanje s kemikalijami in je del obstoječega SAP ERP informacijskega sistema.

Zgradba EHS modula SAP ERP informacijskega sistema je predstavljena na sliki 1 spodaj.

Slika 1: Pod-moduli SAP EHS modula



Standardni SAP EHS modul, ki je dodatek k obstoječemu SAP ERP informacijskemu sistemu, ponuja popolne skladnosti izdelkov s pomočjo celostne rešitve, ki pokrivajo ves življenjski cikel izdelka: od ideje, razvoja, dostave in sčasoma tudi odstranjevanja izdelka iz uporabe. Na osnovi podrobnih podatkov o izdelku se lahko sistemsko usklajujejo in spremljajo podatki o izdelkih s pomočjo ostalih, že integriranih modulov. SAP EHS modul ponuja funkcije za označevanje izdelkov, ravnanje z nevarnimi snovmi, upravljanje nevarnega blaga in ravnanje z odpadki ter recikliranje (Sevčnikar, 2017).

Opis izvedbe in procesov na področju EHS modula

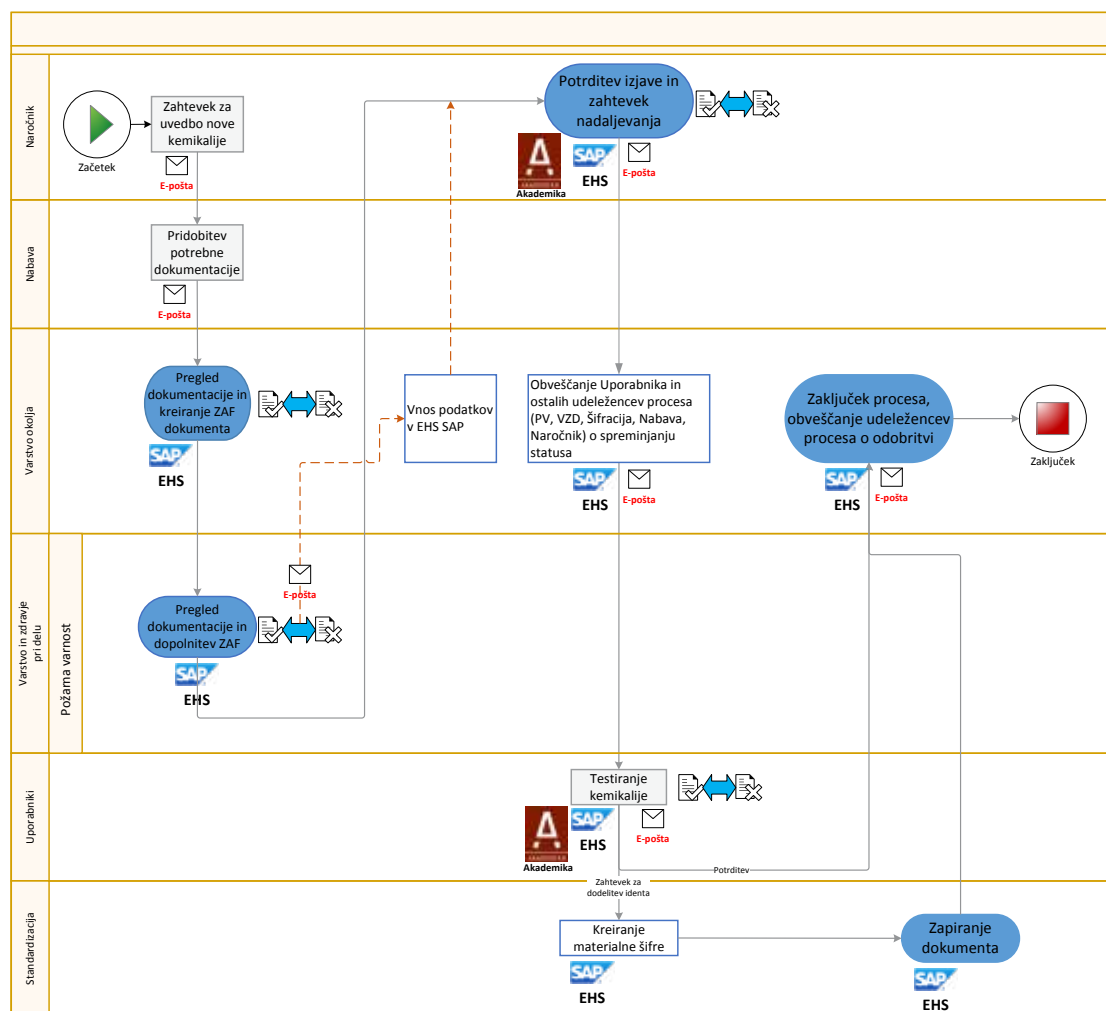
V izvedbi modula SAP EHS bomo opisali dva glavna procesa, ki sta povezana z uvajanjem nove kemikalije:

- proces odobritve oz. prepovedi uvedbe nove kemikalije v podjetje in
- proces vnašanja podatkov in dokumentacije za nove kemikalije (snovi oz. zmesi) v novo bazo podatkov o kemikalijah v sistemu SAP.

Opis procesa odobritve oz. prepovedi uvedbe nove kemikalije v podjetje

Posodobljen, informacijsko podprt, proces uvajanja novih kemikalij v podjetja Gorenje je predstavljen na Sliki 2 spodaj.

Slika 2: **Posodobljen sistem uvajanja novih kemikalij v Gorenju.**



Proces uvajanja novih kemikalij v podjetje poteka v več korakih:

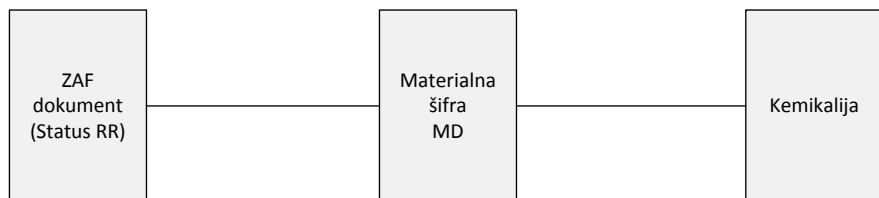
- naročnik nove kemikalije odpre proces uvajanja z zahtevkom za uvedbo nove kemikalije, ki ga, skupaj s potrebnimi podatki, pošlje preko e-pošte odgovornemu delavcu v oddelek nabave.
- Odgovorni delavec nabave pridobi od dobavitelja ali proizvajalca kemikalije potrebno dokumentacijo in jo posreduje v Varstvo okolja (VO).
- Delavec v VO po prejetju vseh potrebnih dokumentov in ostalih podatkov prične proces v SAP okolju s:
 - pregledom podatkov in dokumentacije,
 - vnašanjem podatkov in dokumentacije,
 - kreiranjem dokumenta odobritev oz. prepoved uvedbe nove kemikalije (ZAF dokument),
 - odobritvijo oz. prepovedjo uvedbe nove kemikalije.
- Sledita postopka v oddelkih Varnosti in zdravja pri delu (VZD) in Požarne varnosti (PV):
 - pregled podatkov in dokumentacije,
 - vnašanje podatkov in dokumentacije,
 - odobritev oz. prepoved uvedbe nove kemikalije.
- Po gornjih odobritvah nove kemikalije se ZAF dokument pošlje naročniku nove kemikalije, ki:
 - potrdi izjavo o seznanjenosti z nevarnostmi, ki jih kemikalija predstavlja in se tako sistemsko podpiše,
 - potrdi oz. zavrne nadaljevanje procesa uvedbe nove kemikalije.
- Uporabnik kemikalije se po prejemu obvestila o odobritvi uvedbe nove kemikalije odloči za:
 - potrditev uvedbe nove kemikalije za odobren proces in namen uporabe,
 - za izvedbo testiranja kemikalije za določeno časovno obdobje. Temu sledi odločitev: potrditev/zavrnitev uporabe nove kemikalije.

Vsa obveščanja v procesu potrjevanja nove kemikalije potekajo preko SAP-a, razen če kdorkoli od udeležencev v procesu ni SAP uporabnik. V tem primeru obveščanje takega udeleženca poteka preko e-pošte, s povezavami za uporabo programa Akademika, ki ne zahteva SAP licence.

Na koncu procesa potrjevanja, se ustvari povezava med potrditvenim ZAF dokumentom, materialno šifro in kemikalijo, če je le ta že kreirana (Slika 3). Če kemikalija še ni kreirana, se naredi povezava z materialno šifro, ko se kreira tudi substanca. ZAF dokument predstavlja potrditev uvedbe nove kemikalije v podjetje, nanj so vezane vse

izjave in dokumenti, ki pripadajo posamezni kemikaliji. Materialna šifra je SAP-ova šifra materiala, ki predstavlja kemikalijo kot material v sistemu. Z materialno šifro se operira po vseh modulih v SAP-u. Kemikalija pa predstavlja snov oz. zmes na področju EHS, kamor se zapišejo vse lastnosti posamezne snovi oz. zmesi (Sevčnikar, 2017).

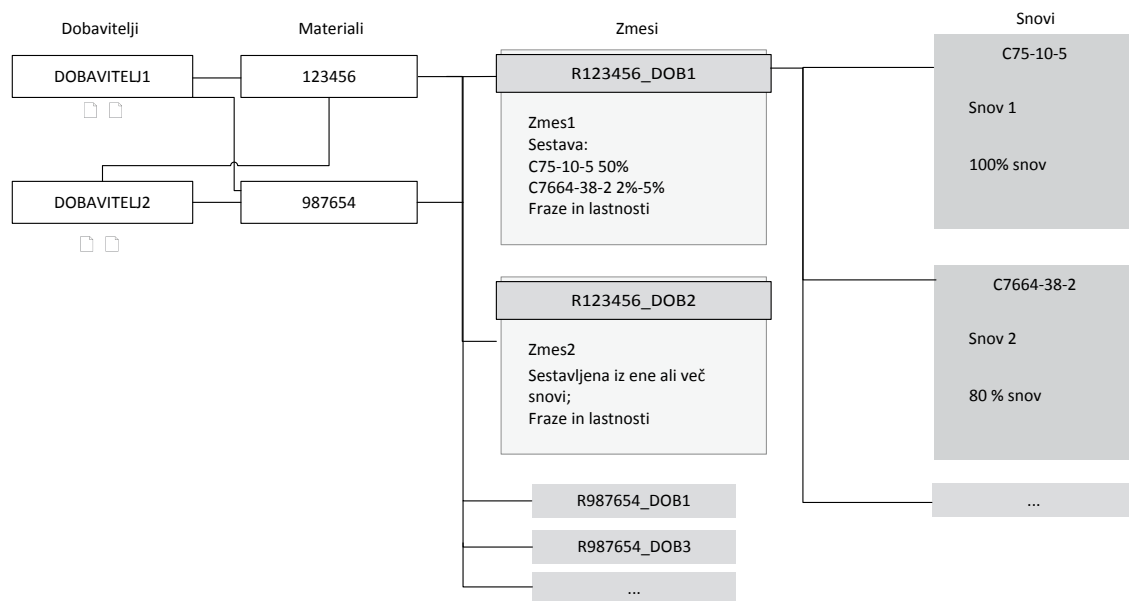
Slika 3: **Kemikalije v SAP-u, povezava med dokumentom ZAF, materialom in kemikalijo**



Proces vnašanja podatkov in dokumentacije za nove kemikalije

Povezava med materialno šifro in novimi podatki o kemikalijah je predstavljena na spodnji Sliki 4.

Slika 4: **Podatkovni model vnašanja podatkov v EHS**



Kemikalija je v sistemu snov, ki je sestavljena iz ene ali več kemikalij. Pri kreiranju nove kemikalije smo se odločili, da bomo zaradi razlikovanja pri kreiranju snovi uporabljali za poimenovanje snovi črko C + CAS številko, za poimenovanje zmesi pa črko R + šifro MM materiala in ime dobavitelja.

V podjetju bomo do nadaljnega iz varnostnega lista vnašali naslednje podatke oz. dokumente, ki so nato razdeljeni na podrobnejše lastnosti:

- standardna sestava zmesi,
- H-stavki, P-stavki in GHS/CLP piktogrami,
- R-stavki ter S-stavki po prejšnji uredbi, ki je pokrivala področje EU,
- fizikalno-kemični podatki (agregatno stanje, barva, gostota in druge lastnosti) in
- pripenjanje varnostnih listov.

V tej novi bazi kemikalij, ki temelji na podatkih iz varnostnih listin, bodo po zaključku projekta zbrani vsi potrebni podatki in dokumenti za vse kemikalije (varnostni listi, izjave s področja varstva okolja ter varnosti in zdravja pri delu, poročila, tehnični listi, ...), ki jih uporabljamo v podjetju in bodo na voljo vsem zaposlenim, ki jih pri svojem delu potrebujejo.

Kaj prinaša posodobljen sistem z uvedbo EHS modula ?

Pri izbrani rešitvi smo se v tej fazi orientirali predvsem na področje obvladovanja podatkov o kemikalijah, shranjevanje in arhiviranje s kemikalijami povezane dokumentacije, omogočanje dostopa zaposlenim do teh podatkov in dokumentov ter povezovanju z obstoječim SAP sistemom, predvsem z materialnim poslovanjem. Želeli smo tudi optimizirati vse procese gospodarjenja z nevarnimi snovmi od uvajanja novih nevarnih snovi, do skladiščenja, transporta, ravnanja in upravljanja z nevarnimi snovmi skozi vse procese v proizvodnji gospodinjskih aparatov in s tem omogočiti sledljivost uporabe teh snovi v vseh fazah procesov proizvodnje. Z integracijo EHS modula smo procese implementirali v SAP informacijski sistem, ki omogoča celoten pregled nad gospodarjenjem s kemikalijami in njihovo sledenje vzdolž celotne verige od dobave, skladiščenja, transporta, proizvodnje, do čiščenja odpadnih vod in ravnanja z odpadki ob upoštevanju nacionalnih in evropskih predpisov. Zaradi tega se bodo zmanjšala tveganja s področij varstva okolja, varnosti in zdravja pri delu ter požarne varnosti, ki so prisotna pri obstoječem sistemu ravnanja s kemikalijami.

Prav tako omogočata boljši pregled uporabe kemikalij iz vidika področij varstva okolja, varnosti in zdravja pri delu ter požarne varnosti, nabave, logistike, proizvodnje in pri spremljanju nevarne snovi vse do konca življenjskega kroga izdelka. Modul bo omogočal tudi hitro in učinkovito fleksibilnost pri uvedbi novih regulativnih okvirov in izkoriščanju SAP ERP rešitev.

Glavne novosti, ki jih prinaša posodobljen sistem:

- Posodobitev obstoječega procesa uvajanja novih kemikalij v podjetje.
- Popoln pregled podatkov o kemikalijah na vseh področjih uporabe.
- Ažuriranje internih predpisov, v katerih smo prilagodili pravila novim zahtevam in novemu informacijskemu okolju.
- Imenovanje odgovornih oseb, ki sodelujejo v procesu uvajanja novih kemikalij.
- Informacijska podpora procesu uvajanja novih kemikalij, ki zagotavlja sledljivost vseh udeležencev v procesu z uporabo novega EHS modula, ki je integriran del obstoječega informacijskega SAP ERP sistema (EHS SAP sistem).
- Sistemska ureditev področja kemikalij, podatkov o kemikalijah in njihova povezava z novimi in obstoječimi šiframi materiala.
- Hitrejši in enostavnejši dostop ter možnost tvorbe poročil o različnih podatkih o kemikalijah.
- Vzpostavljanje nove baze kemikalij, v okviru EHS SAP sistema, za kemikalije, ki jih uporabljamo v podjetju.
- Arhiviranje zahtevane dokumentacije o nevarnih kemikalijah in upravljanje z dokumentacijo.
- Dostop do podatkov in dokumentacije o kemikalijah, ki jih uporabljamo v podjetju, za vse zaposlene v podjetju, ki imajo dostop do SAP informacijskega sistema.
- Potrebne informacije strokovnim službam s področja varstva okolja ter varnosti in zdravja pri delu, da lahko na njihovi osnovi izvajajo svoje strokovne naloge, kot so npr. ocena okoljskih vidikov, ocena tveganja, zagotavljanje ustreznih tehničnih in organizacijskih ukrepov za skladiščenje nevarnih kemikalij, zagotavljanje ustreznih tehničnih in organizacijskih ukrepov iz vidika požarne varnosti.

Posodobljen sistem smo najprej uvedli v matični družbi, sedaj pa ga postopoma uvajamo tudi v ostala podjetja v skupini.

V 2. fazi načrtujemo EHS modula tudi na obvladovanje nevarnih snovi v ostalih materialih, vgradnih komponentah in končnih izdelkih, z vidika skladnosti materialov z zakonodajo, varstva okolja, varnosti in zdravja pri delu ter požarne varnosti, ki jih uporabljamo v naših procesih. EHS modul ponuja funkcije za označevanje izdelkov, ravnanje z nevarnimi snovmi, upravljanje nevarnega blaga in ravnanje z odpadki ter recikliranje.

GOSPODARJENJE Z ODPADKI V GORENJU

Tudi na področju ravnanja z odpadki nova IED uredba prinaša novost, saj razširja nabor dejavnosti, ki morajo pridobiti celovito okoljevarstveno dovoljenje, zato se pričakuje

povečanje števila zavezancev ravnanja z odpadki. Po novem bodo v sistem vključeni tudi postopki biološke obdelave odpadkov, mešanja in pakiranja nevarnih odpadkov, obdelave žlindre in pepela, obdelave kovinskih odpadkov, obdelava električnih in elektronskih naprav ter izrabljenih vozil.

Zaradi nove IED uredbe v Gorenju ne bo potrebno spreminjati sistema ravnanja z odpadki, saj je to področje že od vsega začetka sestavni del sistema ravnanja z okoljem. Odpadki so prepoznani kot pomemben element, ki součinkuje z okoljem, to pa pomeni, da so ovrednoteni kot okoljski vidik v sistemu ravnanja z okoljem.

Zakonodaja s področja ravnanja z odpadki zahteva ločeno zbiranje odpadkov. Gorenje, d.d. je podjetje s paleto različnih tehnoloških procesov in posledično nastaja tudi velika količina različnih odpadkov.

Gorenje, d.d. ima svoje predpise, tako imenovane GOP-e (Gorenje organizacijski predpis), ki nam določajo pravila ravnanja na vseh tehnoloških segmentih. Organizacijski predpis GOP 9-013: Ravnanje z odpadki opredeljuje lokacije nastanka vseh odpadkov, način njihovega zbiranja, označevanje odpadkov, organizacijo odvoza, urejajo evidence o količinah nastalih odpadkov ter določajo odgovorne osebe za delo z odpadki.

V postopku uvedbe nove tehnologije je poskrbljeno, da odpadek nastaja samo tam, kjer je to neizogibno. Količine odpadkov v podjetju Gorenje, d.d. se z leti zmanjšujejo. Količine nastalih odpadkov se spremljajo po posameznih programih in za podjetje kot celoto. Vse nastale količine odpadkov se, v skladu z zahtevami sistema ravnanja z okoljem, spremljajo z mersko enoto kg nastalega odpadka na en izdelan aparat (kg/kom).

Z vlaganjem v posodabljanjem tehnoloških procesov in ostalimi ukrepi, je Gorenju v obdobju od leta 1997-2016 uspelo:

- zmanjšati količine nastalih nevarnih odpadkov za 91%,
- zmanjšati količine nastalih deponiranih za 99,5 %.

Pravilna izbira tehnoloških procesov, še zlasti pa uporaba kemikalij, ima velik vpliv na celotno okoljsko delovanje podjetja. Količina nevarnih odpadkov se je v Gorenju tako zmanjšala ravno zaradi urejenega sistema gospodarjenja s kemikalijami. Največji vpliv ima interna zahteva, da se noben a vhodna surovina ne sme nadomestiti z bolj nevarno, kot je trenutno v uporabi.

Vzpostavljen sistem ravnanja z okoljem po ISO 14001 in EMAS, izpolnjevanje zastavljenih ciljev in programov varstva okolja pa Gorenju prinašajo poleg okoljskih tudi velike ekonomske efekte. Za izvajanje strategije »Waste free« bi v gospodarstvu po-

trebovali spremembo zakonodaje, ki bi omogočala ravnanje z mešanimi komunalnimi odpadki tistim ponudnikom, ki lahko tovrstne odpadke v celoti predelajo.

ZAKLJUČEK

Uredba o vrsti dejavnosti in naprav, ki povzročajo onesnaževanje večjega obsega (U.I.RS št. 57/2015) prinaša vsem zavezancem dodatne obveznosti glede določitve zadevnih nevarnih snovi, izvajanje obratovalnega monitoringa tal in podzemne vode ter izdelave Ocene možnosti onesnaževanje in priprave Izhodiščnega poročila. Obseg dokumentacije je (npr. Izhodiščno poročilo), neposredno odvisen od določitve zadevnih nevarnih snovi, ki so v obstoječi slovenki uredbi navedena tako, da imajo slovenka podjetja večje obveznosti, v primerjavi s podjetji v drugih državah EU, apeliramo na zakonodajalca, da čimprej pristopi k spremembi Uredbe.

V Gorenju se zavedamo, da je dobro gospodarjenje s kemikalijami pogoj za izboljšave na področju varstva okolja, zato smo projektno pristopili k izdelavi informacijske podpore za to področje. Prav tako se zavedamo, da ima pravilna izbira kemikalij za tehnološke procese in proizvode, velik doprinos k izboljšanju pogojev varnega in zdravega dela, saj sta zdravje in počutje ljudi neločljivo povezana s stanjem okolja.

Literatura in viri

1. Petra, Sevcnikar, (2017). Uvedba rešitve EHS SAP ERP na področju gospodarjenja s kemikalijami v podjetju, diplomsko delo.
2. Marta, Fidej, (2015). Načrt gospodarjenja z odpadki v Gorenju- lokacija Velenje, 2014-2018. Interno gradivo, Gorenje, d.d.
3. Hanneke, Raap, (2013). SAP Product Lifecycle Management. Boston: Galileo Press, MA.
4. Trajnostno poročilo Skupine Gorenje za leto 2015, www.gorenjegroup.com
5. ARSO, (2016). Navodilo Ocena možnosti onesnaževanja tal in podzemne vode s primerom
6. EMAS angl. ECO-Management and Audit Scheme; Sistem EU za okoljevarnostveno vodenje organizacij
7. Uredba o vrsti dejavnosti, ki lahko povzročijo onesnaževanje večjega obsega (U.I.RS št. 57/15); Uredba povzema zahteve evropske direktive 2010/75/EU (IED direktiva).

UPORABA BLATA ČISTILNIH NAPRAV KOT KMETIJSKO GNOJILO S POMOČJO ODSTRANJEVANJA TEŽKIH KOVIN S FUNKCIONALIZIRANIMI MAGNETNIMI NANODELCI

FROM WASTEWATER TREATMENT PLANT SLUDGE TO FERTILIZER VIA HEAVY METAL REMOVAL WITH FUNCTIONALIZED MAGNETIC NANOPARTICLES

» Urban AJDNIK¹, red. prof. dr. Silvo HRIBERNIK¹,
dr. Riko ŠAFARIČ², dr. Božidar BRATINA², dr. Janez EKART³,
izr. prof. dr. Marjana SIMONIČ⁴, red. prof. dr. Lidija FRAS ZEMLJIČ¹

Fakulteta za strojništvo¹

Smetanova ulica 17, 2000 Maribor
urban.ajdnik@um.si
lidija.fras@um.si
silvo.hribernik@um.si

Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko²

Smetanova ulica 17, 2000 Maribor
bozidar.bratina@um.si
riko.safaric@um.si

Gorenje Surovina d.o.o.³

Ulica Vita Kraigherja 5, 2000 Maribor
janez.ekart@gmail.com

Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo⁴

Smetanova ulica 17, 2000 Maribor
marjana.simonic@um.si

Povzetek

Čeprav blata predstavljajo odpadek, imajo ob primerni ponovni obdelavi (stabiliziran in biološko razgradljiv odpadek) tudi snovni in energetski potencial. Če blato ne presega dovoljenih zakonodajnih parametrov (e.g., težkih kovin), ga lahko snovno izrabimo za kompostiranje in/ali za proizvodnjo gnojil. Odvečna blata je tako mogoče predelati v gnojilo, saj le ta vsebujejo dušik, fosfor, kalij ter potrebne organske snovi za rast rastlin. Kot bio-gnojilo pa ne sme vsebovati težkih kovin in toksičnih spojin. Dandanes se uporabljajo številne metode za odstranjevanje težkih kovin iz biomas (e.g., blata), ki vključujejo različne kemijske in fizikalne postopke, kot so kemijska precipitacija, elektrokemijska tehnologija ter adsorpcija. Izmed vseh tehnik odstranjevanja se je adsorpcija izkazala kot zelo obetajoča, saj omogoča fleksibilnost v dizajniranju adsorbentov, hkrati pa zagotavlja reverzibilnost po procesu adsorpcije. Izmed dosegljivih adsorbentov je posebna pozornost namenjena magnetnim nanodelcem zaradi njihove velike specifične površine z mnogo aktivnimi mesti ter magnetnih lastnosti. Pripravili smo magnetne nanodelce ter jih oplastili z bio-polimerom hitozanom. Le-ta ima s svojimi amino (-NH₂) skupinami veliko tendenco za vezavo težkih kovin na osnovi elektron-donorskega dušikovega atoma in lahko oplasčen na površini delcev magnetita poveča afiniteto vezave kovin.

Rezultati kažejo, da je z nanodelci magnetita, oplasčenimi s hitozanom (NMOH) možno odstraniti vsaj 20% težkih kovin iz blat pred dehidracijo v enem večkrat ponovljivem ciklu. Dobre magnetne lastnosti delcev omogočajo enostavno ločitev iz blata pod vplivom zunanjega magnetnega polja, sposobnost regeneracije pa večkratno ponovno uporabo adsorbenta. Postopek je okolju prijazen, ne zahteva posebnih aparatov, je ekonomičen in omogoča veliki sintezni donos.

Gljučne besede: blato čistilnih naprav, hitozan, magnetni nanodelci, kmetijsko gnojilo, dehidracija blata, adsorpcija težkih kovin.

Abstract

If properly treated (dehydration, disinfection, heavy metal removal etc.), sludge has potential as valuable energy or material source; despite its classification as waste. Due to its high nitrogen, phosphorus, potassium and organic materials content, sludge can be used as fertilizer. For such use, sludge cannot contain concentrations of compounds limited by legislations - especially heavy metals. Proposed methods for removal of heavy metals include chemical and physical methods, such as chemical precipitation, electrochemistry and adsorption. With adsorbent design flexibility and reversible adsorption process, adsorption seems to be the most favorable. Magnetic nanoparticles have high surface area with many active sites and great magnetic properties. We prepared magnetic nanoparticles coated with bio-polymer chitosan, which contains amino functional groups (-NH₂); therefore, chi-

tosan possesses high tendency towards binding heavy metals due to electron-donor nitrogen atom. With chitosan coating, magnetite nanoparticles possess similar properties.

Results show that magnetite nanoparticles, coated with chitosan (NMOH) can remove up to 20% of heavy metals before dehydration in one step, that can be repeated. Good magnetic properties allow simple removal of nanoparticles from sludge via outer magnetic field and the capability to be recycled makes it possible to use the same particles repeatedly. Method has a great synthesis yield, doesn't need special devices, is economical, and environmental friendly.

Key words: waste water treatment, chitosan, magnetic nanoparticles, fertilizer, sludge dehydration, heavy metal adsorption.

UVOD

Glede na Direktivo Evropske Unije (EU) o ravnanju z urbanimi odpadnimi vodami ter Direktivo EU o blatih čistilnih naprav, se s številom industrijskih in čistilnih naprav za komunalne odpadne vode v Evropi dnevno povečujejo tudi količine odpadnega blata. Komunalne in industrijske čistilne naprave so pri čiščenju komunalnih kanalizacijskih voda in industrijskih odplak v Republiki Sloveniji (RS) v letu 2013 proizvedle 27.000 ton blata v suhi snovi (SS) [21], v EU pa je do leta 2020 napovedana letna proizvodnja blata v količini približno 13. mio ton SS [22]. V EU se večino blata sežge v sežigalnicah, vendar mora proizvajalec za odvoz in (so)sežig zaradi nizke neto kalorične vrednosti plačati 100 €/t - 150 €/t [1]. Prepoved EU za odlaganje neobdelanega blata prinaša nove načine obdelave le tega. Izredno zanimiva področja uporabe obdelanega blata segajo vse od priprave surovin za gradbeni material, proizvodnje goriv, pa tudi na področje priprave gnojil oz. ojačevalcev humusa [2]. Blato se lahko tako uporabi tudi kot material za degradirana in druga območja, kot so opuščeni rudniki, nasipi, prekrivke odlagališč in podobno. Zaradi vsebnosti dušika (1,5% - 6% SS), fosforja (P₂O₅; 0,5% - 3% SS) in kalija (K₂O; 0,3% - 1% SS) je blato čistilnih naprav mogoče predelati v dobro gnojilo, [3], [4], vendar pa lahko vsebuje povišane vrednosti težkih kovin. Glede na Uredbo o mejnih vrednostih vnosa nevarnih snovi in gnojil v tla so za kmetijsko uporabo veljavne sledeče zgornje mejne vrednosti vsebnosti težkih kovin v mg/kg SS: kadmij 2, baker 300, nikelj 70, svinec 100, cink 1200, živo srebro 2 in celotni krom 150. V primeru kontaminacije blata čistilnih naprav s težkimi kovinami nad mejnimi vrednostmi je nujna vzpostavitev učinkovitega čiščenja kovin.

Glavne tehnologije zmanjševanja vsebnosti težkih kovin obsegajo kemijsko obarjanje, koagulacijo, ionsko izmenjavo, membransko filtracijo, elektrolitske metode, reverzno

osmozo, ekstrakcijo s topilom, oksidacijo, foto-katalitični razpad in adsorpcijo [5]–[10]. Uporaba velikega števila metod je omejena zaradi visokih stroškov ali neučinkovitosti odstranjevanja določenih kovinskih ionov [11]. Zaradi enostavnosti metode, relativno nizkih stroškov in učinkovitosti odstranjevanja široke palete težkih kovin iz odpadnih voda in gošč, se število raziskav v povezavi z adsorpcijo povečuje [12]. Nanodelci so zaradi svoje velike specifične površine in s tem pridobljenih edinstvenih lastnosti ter potencialnih možnosti uporabe izredno zanimivi. Nanodelci železovih oksidov imajo zaradi ekonomske privlačnosti, dobre adsorpcijske kapacitete in enostavnega ločevanja ter stabilnosti potencial za industrijsko rabo [13]. Adsorpcija kovinskih ionov na magnetne nanodelce ima tudi možnosti ponovnega recikliranja [14], [15]. Za preprečitev aglomeracije nanodelcev in povečanja učinkovitosti le teh, je smiselno površinsko oplaščenje le-teh s površinskimi ligandi, ki izkazujejo afiniteto do kovin s svojimi funkcionalnimi skupinami (i.e., amino skupina -NH₂). Tako smo v okviru tovrstnih raziskav pripravili magnetne nanodelce železovih oksidov in jih oplastili z bio-polimerom hitozanom. Hitozan spada med najpogostejše bio-polimere v naravi [16] in je klasificiran kot potencialno ekonomičen adsorbent z visoko adsorpcijsko kapaciteto [17]. Ni toksičen, je biorazgradljiv in biokompatibilen material, ki z ionsko izmenjavo in drugimi reakcijami kompleksacije veže kovinske ione z amino skupinami polimerne verige [18][19]. Magnetni delci s hitozanom imajo prednosti, kot je učinkovito ločevanje iz sorpcijskega sistema z uporabo magnetnega polja in večkratna ponovna uporaba adsorbenta.

MATERIALI IN METODE

Nanodelce magnetita in NMOH smo pripravili z metodo so-obarjanja, uporabljeno v prispevku Bratine B. in sodelavcev [1]. Morfologija delcev je bila posneta s pomočjo vrstičnega elektronskega mikroskopa (scanning electron microscope – SEM) Carl Zeiss FE-SEM SUPRA 35 VP. Zeta potenciali disperzije nanodelcev so bili izmerjeni z napravo Malvern Zetasizer Nano ZS ter celico ZEN1002. Za karakterizacijo vrednosti zeta potenciala nanodelcev smo izvedli meritve magnetita in NMOH, ki smo jih predhodno dispergirali pri pH vrednosti 3 (kislo) in pH 7 (bazično). FTIR spekter je bil določen z uporabo spektrometra PerkinElmer Spectrum GX Series-73565. Titracije so bile izvedene z avtomatskim titratorjem Mettler Toledo T70 z metodo titriranja naprej iz kislega v bazično pH vrednost in nazaj iz bazične v kislo pH vrednost (t. i. forward and backward metoda). Titracija je bila izvedena za sam hitozan kot referenčni material, NMOH in raztopine supernatanta po mešanju delcev v desorpcijski kopeli (desorpcija v vodi, t = 1h) z namenom določitve vsebnosti aaminskih skupin hitozana. Pri preskusih adsorpcije težkih kovin iz blat čistilne naprave (5% SS) smo manjkajoče koncentracije določenih težkih kovin v samem blatu umetno višali. Koncentracije težkih kovin v blatu čistilne naprave pred in po obdelavi z nanodelci magnetita ter NMOH smo analizirali z uporabo atomske absorpcijske spektroskopije (AAS). Blato smo obdelali z manjšo količino delcev pri pH 7, sobni temperaturi in kontaktnim časom 1h z konstantnim mešanjem,

nakar smo delce odstranili s trajnim magnetom. Adsorbirana količina težkih kovin na enoto mase delcev q_t (mg/g), je bila izračunana po enačbi:

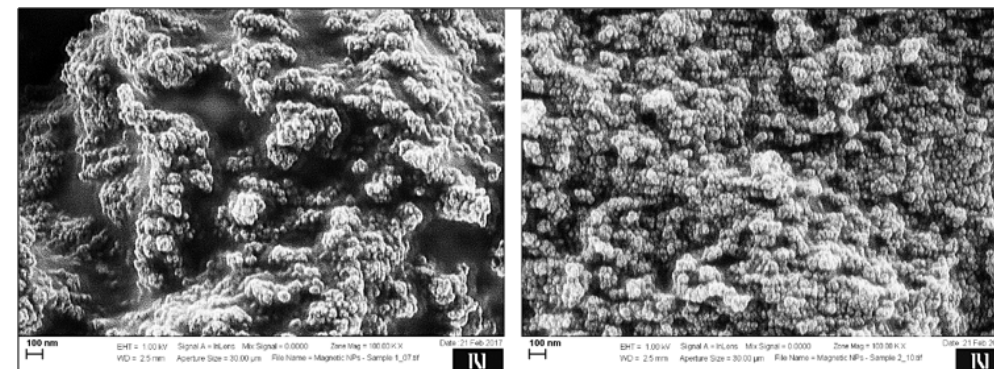
$$q_t = \frac{(c_0 - c_t)V}{m},$$

kjer c_0 (mg/L) predstavlja začetno in c_t (mg/L) koncentracijo po adsorpciji. V (L) je volumen vzorca in m (g) masa uporabljenih nanodelcev. Proces adsorpcije smo izvedli z delci magnetita in NMOH, kjer smo preskus z istimi delci ponovili še dvakrat (NMOH1 kot prvi preskus, NMOH2 kot drugi in NMOH3 kot tretji preskus – Preglednica 1 in Preglednica 2).

REZULTATI IN DISKUSIJA

Pripravljeni nanodelci magnetita NMOH imajo povprečno velikost pod 100 nm (Slika 1, SEM analiza).

Slika 1: **Nanodelci magnetita (levo) in NMOH (desno) posneta s SEM.**

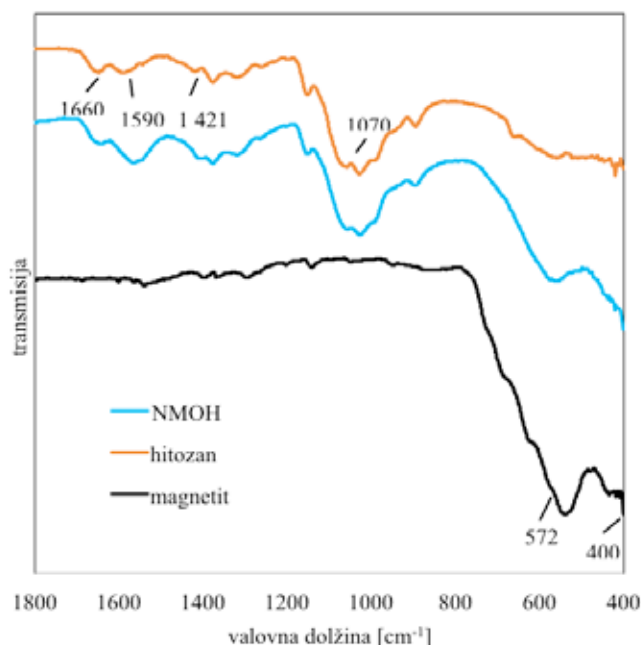


Rezultati določevanja zeta potenciala kot indikacije stabilnosti disperzij, kažejo negativne vrednosti pri bazičnih in pozitivne pri kisljih medijih, kar je glede na izoelektrično točko hitozana (pH 5) pričakovano. Vrednosti pod -20 mV in nad 20 mV indicirajo stabilno disperzijo nanodelcev brez teženj k aglomeraciji [20]. Zeta potenciali magnetita v kislem (22,0 mV) in bazičnem mediju (-29,5 mV) ter NMOH v kislem mediju (54,0 mV) kažejo stabilnost disperzije; manjšo nestabilnost izražajo le NMOH v bazičnem mediju (-15,7 mV) [1]. Slednje je pričakovano, saj so v tem mediju amino skupine hitozana deprotonirane in tako v disperziji ni zagotovljenih odbojnih sil za zagotovitev stabilnosti disperzije.

Po analizi FTIR smo za delce NMOH zaznali značilne vrhove za hitozan (Slika 3): 1660 cm^{-1} za C=O (karbonilna skupina), 1590 cm^{-1} za N-H (aminska skupina), 1421 cm^{-1} za

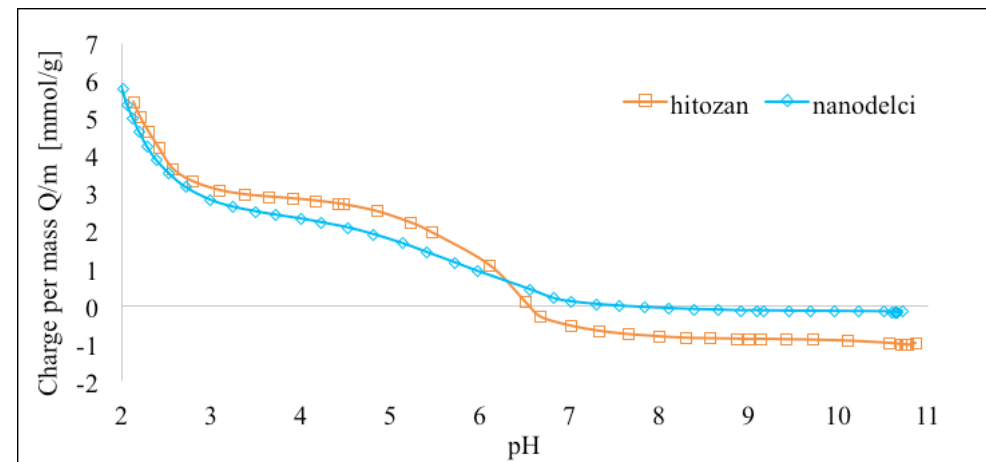
C-N (aminska skupina) in 1070 cm^{-1} za C-O-C (etrška skupina). Vrhovi magnetita (Slika 2) so zaznani pri obeh tipih nanodelcev in sicer pri valovni dolžini med 400 cm^{-1} in 570 cm^{-1} ; to so značilni piki za Fe-O (železovi oksidi). Vrhovi NMOH zajemajo značilne valovne dolžine hitozana, s čimer lahko potrdimo, da je magnetit oplaščen, ter delno valovne dolžine Fe-O. Slednje kaže na nepopolno in/ali nehomogeno oplaščenje magnetita s hitozanom.

Slika 2: FTIR spekter nanodelcev magnetita, raztopine hitozana in NMOH.



V seriji preskusov smo s potenciometričnimi titracijami (Slika 3) določali vsebnost aaminskih skupin, ki so prisotne v hitozanu. Na ta način smo izvedli potenciometrično titracijo disperzije NMOH in tako ocenili količino hitozana na oplaščenih delcih. Nadalje smo s titracijo tudi analizirali količino desorbiranega hitozana v desorpcijski kopeli (voda, 1h). Ugotovili smo, da se desorbira 7,2% mase hitozana. Tovrstni rezultati omogočajo približno oceno raztapljanja hitozana tekom postopka adsorpcije težkih kovin v blatu.

Slika 3: Titracijska krivulja čistega hitozana in nanodelcev.



Glede na rezultate analize AAS za določitev vsebnosti težkih kovin blata pred in po obdelavi z nanodelci magnetita ter NMOH ugotovimo, da NMOH1 (prvi preskus z nanodelci NMOH) adsorbirajo 96,2 mg/g cinka (71%), 10,1 mg/g (7,5%) bakra, 7,1 mg/g kadmija (5,3%), 5,9 mg/g svineca (4,4%), 3,8 mg/g živega srebra (2,8%) in 1,9 mg/g niklja (1,4%) (Preglednica 1). Odstotki v oklepajih predstavljajo maso vezane posamezne kovine glede na skupno maso vezanih kovin.

Preglednica 1: Masa (mg) posameznih odstranjenih težkih kovin na 1 kg SS disperzije blata čistilne naprave.

mg/kg SS odstr.	magnetit	NMOH1	NMOH2	NMOH3
Cu	3,2	10,1	8,0	7,1
Zn	78,0	96,2	52,9	47,7
Cd	4,6	7,1	4,3	3,6
Pb	3,9	5,9	5,1	5,2
Ni	0,8	1,9	0,3	-
Hg	3,3	3,8	-	-
Skupaj	93,8	125,0	70,6	63,5

V primerjavi z magnetitom imajo NMOH (NMOH1, NMOH2 in NMOH3) večjo tendenco vezave kovin iz blata. Preskus ponovne uporabe delcev; regeneracija delcev z desorpcijo težkih kovin v kislem mediju (NMOH2, NMOH3) ter nato ponovna uporaba delcev v blatu kaže na postopno zmanjšanje sposobnosti adsorpcije težkih kovin, ki jo lahko povežemo z manjšo izgubo mase hitozana znotraj blata (7,2% desorpcija ugotovljena s titracijami).

Preglednica 2: **Odstotek čiščenja težkih kovin iz disperzije blata čistilne naprave z uporabo 0,5 g nanodelcev na 100 mL blata.**

% čiščenja	magnetit	NMOH1	NMOH2	NMOH3
Cu	2	7	7	6
Zn	12	15	10	9
Cd	8	13	9	8
Pb	6	9	10	10
Ni	5	11	2	-
Hg	10	12	-	-

Z uporabo 0,5 g nanodelcev magnetita in NMOH smo na 100 mL blata čistilne naprave odstranili do 15% (cink v prvem preskusu z NMOH oz. NMOH1) celotne mase posamezne težke kovine. Nadaljnji preskusi bodo obsegali tudi adsorpcijo z večjimi koncentracijami nanodelcev (Preglednica 2).

ZAKLJUČEK

NMOH imajo potencial za odstranjevanje težkih kovin iz blata čistilnih naprav kot tehnologija pred-obdelave v procesu sušenja blata. Nanodelci NMOH imajo v prvem preskusu (NMOH1) sposobnost vezave 96,2 mg/g cinka, 10,1 mg/g bakra, 7,1 mg/g kadmija, 5,9 mg/g svinca, 3,8 mg/g živega srebra in 1,9 mg/g niklja; skupno 187,5 mg/g težkih kovin z prvo adsorpcijo.

Obstajajo možnosti za nadaljnje modifikacije in izboljšave (s kemijsko vezavo hitozana na magnetne delce ter manipulacijo sinteznih parametrov) v smeri višje adsorpcijske kapacitete ter možnosti širše uporabe. Metoda adsorpcije je lahko uporabna v situacijah, ko koncentracije težkih kovin v blatu čistilnih naprav presegajo dovoljene zakonodajne omejitve za uporabo v kmetijske namene (gnojilo). Koncept sistema obdelave blat skupaj z enoto za sušenje in dezinfekcijo blata ter enoto za odstranjevanje težkih kovin omogoča ekonomično rešitev za obdelavo blata komunalnih čistilnih naprav v uporaben material, med drugim je možna uporaba tovrstno obdelanega blata v kmetijske namene (gnojilo, ojačevalec humusa ipd.).

Viri in literatura

1. B. Bratina *et al.*, "From municipal/industrial wastewater sludge and FOG to fertilizer: A proposal for economic sustainable sludge management," *J. Environ. Manage.*, vol. 183, pp. 1009–1025, 2016.
2. D. Fytali and A. Zabaniotou, "Utilization of sewage sludge in EU application of old and new methods-A review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 12, no. 1, pp. 116–140, 2008.
3. L. E. Sommers, "Chemical Composition of Sewage Sludges and Analysis of Their Potential Use as Fertilizers 1," *J. Environ. Qual.*, vol. 6, pp. 225–232, 1977.
4. M. A. B. and H. A. Bilal Keskin, "The Effects of Sewage Sludge and Nitrogen Fertilizer Application on Nutrient and (*Bromus inermis* Leyss.)," *J. Anim. Vet. Adv.*, vol. 9, no. 5, pp. 896–902, 2010.

5. L. Zhou, Y. Wang, Z. Liu, and Q. Huang, "Characteristics of equilibrium, kinetics studies for adsorption of Hg(II), Cu(II), and Ni(II) ions by thiourea-modified magnetic chitosan microspheres," *Journal of Hazardous Materials*, vol. 161, no. 2–3, pp. 995–1002, 2009.
6. H. Shen, S. Pan, Y. Zhang, X. Huang, and H. Gong, "A new insight on the adsorption mechanism of amino-functionalized nano-Fe₃O₄ magnetic polymers in Cu(II), Cr(VI) co-existing water system," *Chemical Engineering Journal*, vol. 183, pp. 180–191, 2012.
7. S. S. Banerjee and D. H. Chen, "Fast removal of copper ions by gum arabic modified magnetic nano-adsorbent," *Journal of Hazardous Materials*, vol. 147, no. 3, pp. 792–799, 2007.
8. F. Ge, M.-M. Li, H. Ye, and B.-X. Zhao, "Effective removal of heavy metal ions Cd²⁺, Zn²⁺, Pb²⁺, Cu²⁺ from aqueous solution by polymer-modified magnetic nanoparticles," *Journal of Hazardous Materials*, vol. 211–212, pp. 366–372, 2012.
9. M. Ahmaruzzaman, "Industrial wastes as low-cost potential adsorbents for the treatment of wastewater laden with heavy metals," *Advances in Colloid and Interface Science*, vol. 166, no. 1–2, pp. 36–59, 2011.
10. Y. Zhou, Q. Jin, X. Hu, Q. Zhang, and T. Ma, "Heavy metal ions and organic dyes removal from water by cellulose modified with maleic anhydride," *Journal of Materials Science*, vol. 47, no. 12, pp. 5019–5029, 2012.
11. M. Monier, D. M. Ayad, and A. A. Sarhan, "Adsorption of Cu(II), Hg(II), and Ni(II) ions by modified natural wool chelating fibers," *Journal of Hazardous Materials*, vol. 176, no. 1–3, pp. 348–355, 2010.
12. M. K. Jha, R. R. Upadhyay, J. Chun Lee, and V. Kumar, "Treatment of rayon waste effluent for the removal of Zn and Ca using Indion BSR resin," *Desalination*, vol. 228, no. 1–3, pp. 97–107, 2008.
13. F.-L. Fan *et al.*, "Rapid removal of uranium from aqueous solutions using magnetic Fe₃O₄@SiO₂ composite particles," *Journal of environmental radioactivity*, vol. 106, pp. 40–6, 2012.
14. X. Xin *et al.*, "Highly efficient removal of heavy metal ions by amine-functionalized mesoporous Fe₃O₄ nanoparticles," *Chemical Engineering Journal*, vol. 184, pp. 132–140, 2012.
15. Y. Yin, S. Zhou, C. Min, and L. Wu, "Preparation of rattle-type magnetic mesoporous carbon spheres and their highly efficient adsorption and separation," *Journal of Colloid and Interface Science*, vol. 361, no. 2, pp. 527–533, 2011.
16. A. A. Sarhan, D. M. Ayad, D. S. Badawy, and M. Monier, "Phase transfer catalyzed heterogeneous N-deacetylation of chitin in alkaline solution," *Reactive and Functional Polymers*, vol. 69, no. 6, pp. 358–363, 2009.
17. J. Zhang, X. Zhou, Z. Zhou, H. Chen, and L. Chen, "Preparation and characterization of L-phenylalanine modified chitosan resin for aromatic amino acid adsorption," *Macromol. Res.*, vol. 22, no. 5, pp. 515–522, 2014.
18. E. A. D. George Z. Kyzas, "Mercury(II) Removal with Modified Magnetic Chitosan Adsorbents," *Molecules*, vol. 18, pp. 6193–6214, 2013.
19. S. Babel and T. A. Kurniawan, "Low-cost adsorbents for heavy metals uptake from contaminated water: a review," *Journal of hazardous materials*, vol. 97, no. 1–3, pp. 219–243, 2003.
20. K. Kogej, *Površinska in koloidna kemija*, 1st ed. Ljubljana, 2010.
21. <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=ten00030>
22. http://ec.europa.eu/environment/archives/waste/sludge/pdf/part_i_report.pdf

MOŽNOSTI ENERGIJSKE IZRABE BLAT KOMUNALNIH ČISTILNIH NAPRAV Z UPLINJANJEM

MUNICIPAL WASTEWATER TREATMENT PLANT SEWAGE SLUDGE ENERGY RECOVERY OPTIONS USING GASIFICATION

» prof. dr. Niko SAMEC¹
dr. Filip KOKALJ²
mag. Beno ARBITER³

¹Fakulteta za strojništvo
Univerza v Mariboru
niko.samec@um.si

²Fakulteta za strojništvo
Univerza v Mariboru
filip.kokalj@um.si

³Fakulteta za strojništvo
Univerza v Mariboru
beno.arbiter@gmail.com

Povzetek

Uplinjanje blata centralnih čistilnih naprav s proizvodnjo sinteznega plina je alternativa običajni energijski izrabi odpadkov, ki temelji na sežigu blata. Odvisno od predvidene sestave in kakovosti sinteznega plina (kurilne vrednosti, potrebne procesne toplote/potrebne goriva) je potrebna priprava blata iz čistilnih naprav in študija procesnih parametrov. Zaradi raznolikosti sestave blat iz čistilnih naprav ni na voljo dovolj eksperimentalnih rezultatov uplinjanja, zato se uporablja modele napovedovanja sestave sinteznih plinov za oceno, katere vrste blata in njihove sestave so primerni za uplinjanje.

Razvit je bil poenostavljen ravnotežni termodinamičen model za napovedovanje sestave produktov uplinjanja blata iz čistilnih naprav. Z modelom izračunani re-

zultati so bili primerjani z objavljenimi rezultati. Rezultati, pridobljeni s stehiometričnim modelom, podajajo praktično uporabne osnovne informacije o kakovosti proizvedenega sinteznega plina iz različnih vrst blat. Prav tako model omogoča optimizacijo procesa za doseganje najvišje stopnje pretvorbe energije ali za pripravo vhodnega odpadnega materiala za željeno sestavo sinteznega plina za potrebe proizvodnje surovin.

Ključne besede: uplinjanje, sintezni plin, simulacija, ravnotežni model, odpadki.

Abstract

Gasification of sewage sludge with synthetic gas production is an alternative to conventional waste to energy process based on sewage sludge incineration. Depending on predicted composition and quality of synthetic gas (calorific value, supporting process heat/fuel needed) the preparation of sewage sludge and study of process parameters is possible. Because of sewage sludge composition diversity there is not enough experimental results for gasification available and synthetic gas composition prediction models are often used to estimate which waste materials are suitable for gasification.

A simplified thermodynamic equilibrium based prediction model for sewage sludge gasification has been developed. Model predicted results have been compared with published results. Results obtained by stoichiometric model have been presented for most cases of practical use offering main information about produced synthetic gas quality from different kind of waste. Thus, the model enables process optimisation to achieve highest energy conversion ratios or to prepare the input for desired syngas composition to be the raw material.

Key words: Gasification, Syngas, Simulation, Equilibrium model, Waste.

UVOD

Uplinjanje je proces termične obdelave, v katerem ob nepopolni oksidaciji gorljivih (organskih) snovi pri visokih temperaturah ($700\div 1600^{\circ}\text{C}$) nastanejo: sintezni plin kot glavni produkt ter saje, pepel in katran kot (neželeni) ostanki procesa. Proces uplinjanja je praviloma eksotermen, poleg toplote pa nastaja nizkokaloričen sintezni plin, ki ga sestavljajo pretežno: ogljikov monoksid (CO), ogljikov dioksid (CO_2), vodik (H_2), metan (CH_4) in dušik (N_2). H_2 izvira iz vlage, ki je običajno prisotna v gorivu ali v oksidantu. V sinteznem plinu prisotni CH_4 , ogljikovodiki (C_xH_y) višje molekulske mase in katran izvirajo iz piroliznih reakcij, ki nastopijo po fazi ogrevanja goriva. N_2 zmanjšuje kurilnost sinteznega plina in je prisoten, kadar je kot oksidant uporabljen zrak.

Oksidant, ki nastopa v procesu uplinjanja, ima velik vpliv na proces – na procesno temperaturo, prevladujoče reakcije, kurilnost in sestavo pridobljenega sinteznega plina. Kot oksidant lahko uporabimo: zrak, čisti kisik, vodna para ali kombinacija le-teh. Proces uplinjanja lahko poteka pri atmosferskem tlaku ali pri nadtlaku.

Procesa uplinjanja z zrakom ali s čistim kisikom sta skupno eksotermna. Pri uplinjanju z zrakom nastaja nizkokaloričen sintezni plin kurilnosti $4\div 6 \text{ MJ/Nm}^3$. Pri uplinjanju s čistim kisikom nastaja srednje kalorični sintezni plin kurilnosti $6\div 12 \text{ MJ/m}^3$.

Proces uplinjanja z vodno paro je skupno endotermen proces, saj prevladujejo endotermne reakcije oglja z vodno paro. Nastaja sintezni plin srednje kurilnosti $6\div 12 \text{ MJ/Nm}^3$. Z dodajanjem vodne pare v proces ob endotermnem procesu zajamemo senzibilno toploto in povišamo delež vodika v plinu ter kurilnost plina.

Kadar v procesu uplinjanja v eksotermnih reakcijah sproščena toplota zadošča za vzdrževanje procesne temperature govorimo o avtotermičnih procesih. V primerih, ko ta toplota ne zadošča, je potrebno energijo dovesti od zunaj bodisi v obliki toplote ali čiste eksergije (električne energije). Tedaj govorimo o alotermičnih procesih uplinjanja.

Sintezni plin je uporaben v procesih soproizvodnje toplote in električne energije (SPTe), za pridobivanje alternativnih goriv in kot surovina v kemičnih procesih. V procesih SPTe se uporablja tako v parnih in plinsko-turbinskih postrojih kot v plinskih motorjih z notranjim zgorevanjem ter gorilnih celicah. Služi lahko kot surovina za pridobivanje plinastih (sintezni metan, vodik, mestni plin) kot tudi kapljevitih goriv (sintezni diesel, sintezni metanol). V kemičnih procesih je mogoče iz sinteznega plina pridobivati amoniak (sečnino, umetna rastlinska hranila), metanol (formaldehid, očetno kislino in metil-tetra-butyl-eter), ogljikov monoksid (očetno kislino, izocianat, poliuretan), vodik, oxo-alkohole (detergenti), redukcijski plin za metalurške procese [1].

V procesih uplinjanja se običajno uporabljajo naslednje vrste reaktorjev: reaktorji z uplinjanjem na rešetki, reaktorji z uplinjanjem v rotiranem bobnu, protitočni in sotočni reaktorji z uplinjanjem v porozni plasti, reaktorji z uplinjanjem v letu, reaktorji z uplinjanjem v fluidiziranem sloju ter v novejšem času reaktorji z uplinjanjem v plazmi.

Pred poskusi na pilotnih napravah je mogoče procese uplinjanja napovedovati s postavitvijo različnih matematičnih modelov: kinetičnih ali ravnotežnih, ki temeljijo na termodinamičnem ravnotežju v sinteznem plinu. Njihova primerjava je podana v tabeli 1.

Tabela 1: **Primerjava kinetičnih in ravnotežnih modelov**

Ravnotežni model	Kinetični model
termodinamika reaktivnega toka	termodinamika, prenos snovi in toplote, mehanika tekočin
reakcije potečejo do ravnotežja – uporabna za ustrezno dolge procesne čase	upošteva stopnjo napredovanja reakcij – splošno uporabna
modeliranje procesa – študij vplivnih dejavnikov, robnih pogojev – zgodnje faze snovanja	modeliranje procesne opreme in optimiranje procesa – kasnejše faze snovanja
ocena možna z omejenim obsegom vhodnih podatkov	bolj natančen, zahteva več vhodnih podatkov, bolj kompleksen

Različni avtorji so pokazali [2-5], da je ravnotežni model uplinjanja dovolj reprezentativen za napoved dosegljive sestave sinteznega plina namenjene presoji primernosti goriv za energijsko izrabo z uplinjanjem.

V primeru obdelave odpadkov so zakonodajno predpisani procesni pogoji za termično obdelavo odpadkov (procesne temperature in časi) [6], ki omogočajo doseganje kemičnega ravnotežja v sinteznem plinu.

Pri razvoju ravnotežnih modelov sta se uveljavila dva pristopa, ki sta pripeljala do stehiometričnih ter nestehiometričnih modelov. Med stehiometričnimi modeli se pojavljata preprostejši brez napovedi ostanka trdnega ogljika ter popolnejši z napovedjo ostanka trdnega ogljika.

V primeru stehiometričnega ravnotežnega modela je potrebno definirati določene ravnotežne kemijske reakcije, ki jih uporabimo v izračunu. Potrebno je izbrati reprezentativne enačbe in podatke, ki vplivajo na izračun konstante kemijskega ravnotežja, zato model ni primeren za kompleksne sisteme – predvsem v območju nižjih temperatur uplinjanja, kjer so med produkti prisotni višji ogljikovodiki.

Prednost nestehiometričnih modelov je v dejstvu, da zajemajo večje število prisotnih komponent v produktih.

OPIS RAZVITEGA MATEMATIČNEGA MODELA

Model uplinjanja je zasnovan kot stehiometrični ravnotežni model. Upošteva tudi možnost prisotnosti trdnega ogljika v nastalem sinteznem plinu. Tako je model razdeljen na pod model veljaven nad mejo ter pod mejo izločanja trdnega ogljika.

Kot oksidant lahko model upošteva zrak, vodno paro, čisti kisik ali kombinacijo oksidantov.

Model sloni na predpostavki, da poteka proces uplinjanja v ustaljenih razmerah. Temperatura in čas zagotovljenih pogojev sta dovolj visoka in dolga, da je doseženo termodinamično ravnotežje. Predpostavljena je veljavnost modela v temperaturnem po-

dročju od 800°C do 1200°C ter tlak uplinjanja okrog atmosferskega. Prisotnost višjih ogljikovodikov je zanemarjena zaradi dovolj visoke temperature uplinjanja.

Model upošteva odstopanje teoretičnih ravnotežnih modelov od realnih procesov uplinjanja, ki se kažejo v kinetični naravi reakcij (npr. neuniformne razmere po reaktorju,...) in se odražajo kot prenizka napoved prisotnega metana ter previsoka napoved vodika in ogljikovega dioksida. Ta odstopanja model upošteva s kalibracijskimi koeficienti pri konstantah kemijskega ravnotežja reprezentativnih kemičnih reakcij. Dodatno je v model uvedena možnost kalibriranja neadiabatičnosti reaktorja ter uvajanje procesu podporne električne energije (v primeru uplinjanja v plazmi) oziroma toplote. Tako smo razširili aplikativnost modela iz avtotermičnih tudi na alotermične procese uplinjanja.

REZULTATI SIMULACIJE

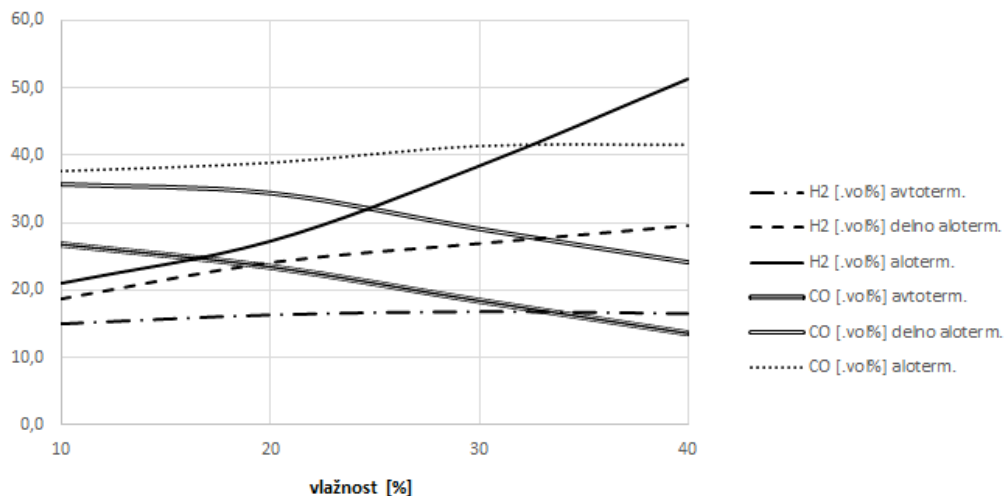
Avtotermično, delno alotermično in alotermično uplinjanje blata komunalnih odpadnih vod.

Za presežna blata iz čiščenja komunalnih odpadnih vod je značilno, da ostane po mehanskih postopkih izločanja vode v blatu še zmeraj veliko vode, okoli 0,75 kg/kg. Ob upoštevanju visokega deleža pepela v suhi snovi blata, je kurilnost takšnega blata le nekaj MJ/kg. Blato je običajno podvrženo sušenju na sami čistilni napravi in nato nadaljnji obdelavi. S tem se ustavijo mikrobiološki procesi v blatu in bistveno izboljša njegova kurilnost (okoli 15MJ/kg pri vlažnosti 0,20kg/kg). Sušenje blata tako zahteva okoli 8 MJ toplote na kilogram blata. Smiselna je postavitve sistema SPTE za izrabo sinteznega plina, proizvodnjo obnovljive električne energije in izkoriščanje proizvedene toplote za proces sušenja blata.

Predpostavljeni so scenariji avtotermičnega uplinjanja z zrakom, delno alotermičnega z zrakom in vodno paro ter alotermičnega z vodno paro. V sistem vstopa blato brez predhodne anaerobne obdelave.

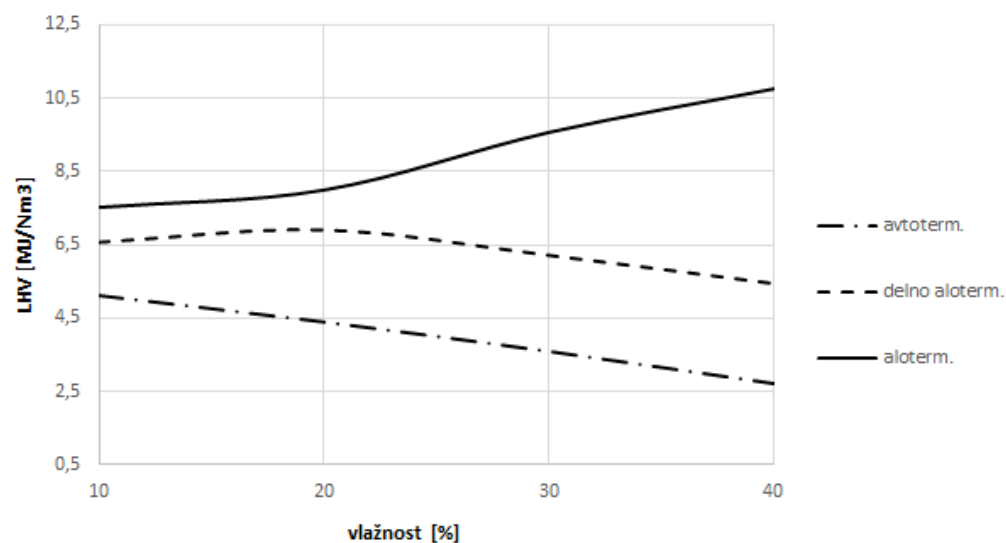
Kot je prikazano na sliki 1, se alotermična scenarija odlikujeta z višjo vsebnostjo vodika, predvsem so zanimivi procesni pogoji z vstopno vlažnostjo na reaktorju med 0,30 in 0,40 kg/kg – to je zanimivo predvsem, kadar je cilj procesa pridobivanje vodika.

Slika 1: Sestava sinteznega plina



Kot prikazuje slika 2, daje polno alotermični proces srednje kalorični sintezni plin. Za ta proces so predvsem ugodne nekoliko višje vlažnosti blata, medtem ko avtotermični in delno alotermični proces zahtevata izdatnejše sušenje blata pred uplinjanjem.

Slika 2: Kurilnost suhega sinteznega plina



ZAKLJUČEK

Enostavni ravnotežni model uplinjanja je dovolj natančen za izračun trendov parametrov procesa in študijo nastavitve postopka uplinjanja.

Dejstvo je, da je blato iz čistilne naprave sposobno uplinjanja pri atmosferskem tlaku, kar omogoča uporabo atmosferskega uplinjevalnega reaktorja.

Za večino uplinjevalnikov je naš razvit preprost simulacijski model zelo uporaben, saj nudi dovolj natančnosti, ki smo jo potrdili s primerjavo z literaturnimi viri z eksperimentalnimi rezultati in v primerjavi z nestohiometričnim modelom. Ta model je koristno orodje za študijo parametrov procesa in izbiro primerne vlažnosti blata iz čistilne naprave.

Nekateri elementi, ki so v blatu in nekatere komponente proizvedenega sinteznega plina, ki niso upoštevani v našem modelu, so v praksi zanemarljivo nizke koncentracije. Pokazano je tudi bilo, da ti nimajo pomembnega vpliva na kurilno vrednostjo vhodnega materiala niti na kurilno vrednostjo proizvedenega sinteznega plina.

Viri in literatura

1. Higman C. & van der Burgt, M. (2008) Gasification. 2nd edition, Amsterdam, Gulf Professional Publications.
2. Jayah T.H., Aye L., Fuller R.J., Stewart D.F., Computer simulation of a downdraft wood gasifier for tea drying: Biomass & Energy 25 (2003) 459-469.
3. Ruggiero M., Manfrida G., An equilibrium model for biomass gasification process. Renewable Energy 16 (1999) 1106-1109.
4. Jayah T.H., Aye L., Fuller R.J., Stewart D.F., Computer simulation of a downdraft wood gasifier for tea drying: Biomass & Energy 25 (2003) 459-469.
5. Jarunghammachote S., Dutta A. Equilibrium modeling of gasification: Gibbs free energy minimization approach and its application to spouted bed and spout-fluid bed gasifiers: Energy conversion & management 49 (2008) 1345-1356.
6. Direktiva 2010/75/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 24. novembra 2010 o industrijskih emisijah (celovito preprečevanje in nadzorovanje onesnaževanja) Besedilo velja za EGP, Uradni list Evropske unije L 334, 17.12.2010, str. 17-119.

PREDELAVA MULJEV-BLAT ČISTILNIH NAPRAV S PROCESOM PIROLIZE

SEWAGE SLUDGE DRYING AND PROCESSING BY PYROLYSIS

» dr. Dušan KLINAR
dr. Klavdija RIŽNAR
dr. Štefan ČELAN

ZRS Bistra Ptuj
Slovenski trg 6, 2250 Ptuj
dusan.klinar@bistra.si

Povzetek

Količina blat iz komunalnih čistilnih naprav (BK-ČN) se še vedno povečuje, metode njegove predelave ali odstranjevanja pa ostajajo. Med njimi zavzemata izvoz in sežiganje glavna deleža. Ker predstavljajo stroški odstranjevanja blata velik delež (30-50 %) pri obratovanju ČN so aktivnosti za zmanjšanje količin in še morebitno njihovo izrabo zelo upravičene. Ker vsebuje BK-ČN v glavnem vodo (80 %) je smiselno sušenju posvetiti največ pozornosti. Sušenje blata je izredno zahtevno in težavno zaradi pastoznosti, počasnosti sušenja in smradu, ki zelo hitro nastaja. Proces pirolize zelo učinkovito prispeva k bistveno olajšanemu sušenju in hkrati omogoča termično izrabo osušenega blata. Sušenje blata je zanimivo zaradi zmanjšanja količin (za 60- 80 %) in zaradi možnosti uporabe v procesu pirolize. Proces pirolize za ekonomično delovanje obvezno potrebuje suho blato. S procesom pirolize pridobimo oglje, ki ga uporabimo za granuliranje blata, da dobimo sipek material, ki se zelo hitro suši in ne povzroča smradu ter ga je mogoče sušiti in skladiščiti v kupih, vrečah ali silosih. Za ekonomično sušenje blata moramo uporabiti poceni izvor toplote kot je lastna energija, sončna energija in energija okolja (toplotne črpalke). Piroliza tako omogoča kombiniranje sušenja in pridobivanja energije, razvoj naprav za pirolizo pa omogoča gradnjo ekonomičnih obratov že pri manjših kapacitetah (4-8000 t svežega

blata). Količina preostalega ostanka je tako manjša za 80 – 90 %, v bodoče pa se obetajo celo možnosti reciklaže strateški surovin kot je fosfor.

Ključne besede: Blato ČN, indirektna piroliza, oglje, pridobivanje energije, sušenje, ekonomika.

Abstract

The amount of sewage sludge from municipal wastewater treatment plants (MSS) still rising, methods of processing or disposal remains the same. Among them, incineration and export are the major ones. As MSS disposal represent a significant proportion (30-50%) of the OPEX in the operation of the wastewater treatment plant, activities for diminishing quantities of residual MSS are highly justified. As MSS contain mostly water (80%), it is reasonable to give most of the attention to drying. Sludge drying is an extremely challenging process due to their properties like stickiness, slow drying rates and rapidly bad odour development. Pyrolysis process very efficiently contributes to increasing drying rates of the MSS and at the same time provides a possibility of the thermal utilisation of dried sludge. Sludge drying is interesting due to the reduction of sludge quantities (up 60 to 80%) and because of their possibility of usage in a pyrolysis process. The economic process of pyrolysis mandatory needs dry sludge. The pyrolysis process produces carbon which is required in MSS granulation process. Granulation makes MSS and char homogeneous, free flowing material. Such material dries very quickly and in does not cause the development of bad odour and can be dried and stored in piles, bags or the silos. For economical sludge drying, needs of inexpensive heat sources are essential. Sources of heat like solar energy and environment used by heat pumps are available. Pyrolysis also allows the combination of drying and production of energy. Recent process developments allow construction of commercial plants even at smaller capacities (4-8000 t of fresh mud / a). 80-90% reduces the amount of remaining residual solids. Recycling of strategic raw materials like phosphorus becomes more and more real option in the EU.

Key words: Sewage sludge, indirect pyrolysis, char, energy recovery, drying, economics.

UVOD

Vse večje količine odvečnega blata komunalnih čistilnih naprav (B-KČN), kot to sporoča ARSO [1] se vse manj odlagajo in vse bolj predelujejo ali izvažajo. Slika 1. prikazuje napovedi ravnanja z blatom do leta 2030 kaže na pomembno rast (50 %) do pribl. 65.000 ton suhe snovi.

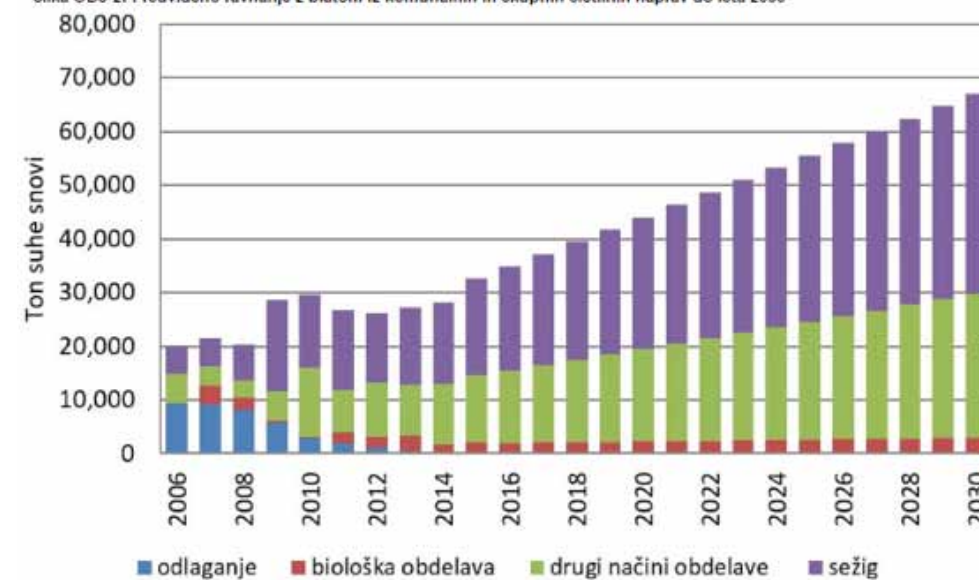
V sežiganje se letno pošilja približno polovica blata ostali del pa se oddaja pretežno v izvoz in v nekaj drugih praks kot so obdelava v bioplinarnah ali kompostiranje z drugimi materiali. Problem z blatom je v njegovi sestavi, ki vsebuje težko biorazgradljive organske snovi kot so patogeni, virusi in bakterije ter hormonsko aktivne snovi. Težave so tudi v sestavi anorganskega dela, ki vsebuje težke kovine, kar vse predstavlja resne zadržke za uporabo na kmetijskih površinah. Blato pa poleg problematičnih snovi vsebuje tudi hranilne snovi kot sta dušik in fosfor, slednji predstavlja strateško surovino, ki jo v naravi zmanjkuje in jo bo v bodoče potrebno reciklirati. V svetu so takšne tehnologije že razvite do demonstracijskih naprav, vendar je njihovo obratovanje povezano z relativno visokimi stroški. Na severu EU že obstajajo obrati za reciklažo strateških hranil iz pepela B-KČN. Tako je v tem obdobju sežig blata še vedno najpogostejša praksa v EU ARSO [1].

Problem odstranjevanja blata ostaja, saj ravnanje z njim predstavlja med 30 in 50 % obratovalnih stroškov čistilnih naprav. Pri tem je potrebno opozoriti, da vsebuje **scen-trifugami zgoščeno blato še vedno med 75 in 80 % vode** ter le 20 do 25 % suhe snovi. Različna je tudi vsebnost mineralnega dela (pepela) v suhi organski snovi, ki znaša od približno 20 do 50 %. Problem preostalega blata je tako potrebno osvetliti z vidika velikih količin vode, ki ostajajo in jih transportiramo ter zanjo plačujemo odstranjevanje. Z ustreznim sušenjem je mogoče bistveno zmanjšati celotne količine preostalega blata zato v tem prispevku predstavljamo predelavo blata s postopkom pirolize, ki omogoča učinkovito in ekonomično sušenje brez težav z okoljskim vplivom. Slika 2 prikazuje toplotno moč mulja, ki bo na razpolago do 2030 ARSO [1].

Slika 1: **Ravnanje z B-KČN do leta 2030 ARSO**

Vir: Zbirka Komunalne in skupne čistilne naprave, Agencija RS za okolje, 2016
Prelednica

Slika OD8-2: Predvideno ravnanje z blatom iz komunalnih in skupnih čistilnih naprav do leta 2030



Slika 2: Predvidena povprečna letna toplotna moč goriva iz B-KČN

Vir: Program ravnanja z odpadki in program preprečevanja odpadkov Republike Slovenije, 2016
Preglednica



Na Sliki 2 prikazana povprečna toplotna moč blata nam po izračunu pove, da je na grafu upoštevana povprečna kurilna vrednost mulja 3 MJ/kg, kar predstavlja mulj z vlažnostjo vsaj 80 % vode. Dejanski potencial blata pa je sicer precej večji, saj so izmerjene kurilne vrednosti blat celo do 16 ali več MJ/kg. Razlika, ki nastaja je v vodi, ki jo je potrebno izpariti in se vedno jemlje na račun kurilne vrednosti, kadar je ni mogoče izsušiti z drugo energijo (npr. sončno ali energijo okolja). Nasprotno pa kadar je mogoče vsebnost vode zmanjšati s sončno ali drugo energijo, pa je mogoče iz blata pridobiti celo del koristne toplotne energije. Vendar pri uporabi procesa pirolize za predelavo blata energija ni poglavitni razlog ampak možnost predelave blata v sipek granulati, ki ga je mogoče kompostirati in sušiti in s tem blato biološko stabilizirati. Biološka stabilizacija pomeni, da dosežemo stabilno blato, ki ne fermentira in ne sprošča neželjen smrad ter ga tako lahko učinkovito sušimo do nizke, zračno ravnotežne vlage ter skladiščimo dlje časa.

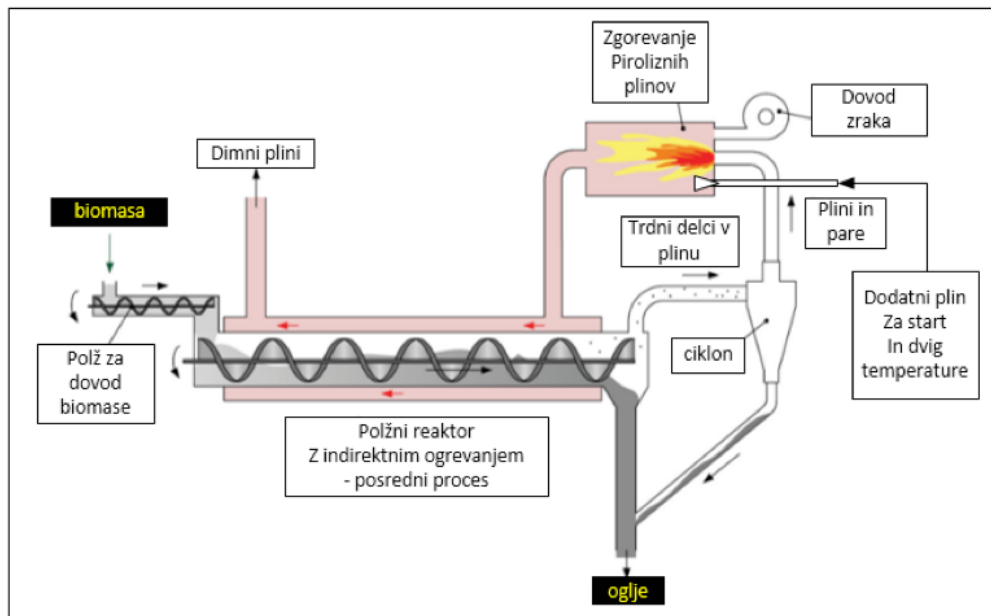
PROCES PIROLIZE PRI RAVNANJU Z BLATOM KČN

Proces pirolize poteka pri temperaturah do 550 °C kjer nastaneta dva glavna produkta procesa in sicer oglje ter hlapne snovi. Praktični podatki o procesu [2] povedo, da je mogoče iz suhe vhodne biomase pridobiti v povprečju 28 % oglja ostali del pa se pretvori v hlapne snovi. V energetskem smislu se večji del energije pretvori v oglje (45 %) iz preostalega dela pa je mogoče, kot koristno toploto, pridobiti pribl. 30 % vhodne energije biomase. Zelo velik problem pri pirolizi predstavlja vlažnost vhodne biomase. Vlažnost vhodne biomase mora biti čim nižja ali vsaj v območju 10 – 15 %, da je mogoče zagotoviti delovanje energetsko samozadostnost procesa. Proces

pirolize porabi za lastno delovanje med 15 in 23 % vhodne energije [2] in zahteva relativno visoko aktivacijsko energijo (segrevanje do 550 °C) kar pa lahko ogrozi visoka vlažnost vhodne biomase. Visoka vlažnost vhodnega materiala pomeni, da se v prvi fazi njegovega ogrevanja pojavi potreba po visokih količinah energije za uparjevanje s čimer se hitrost segrevanja bistveno upočasni proces pirolize pa spremeni. Proces pirolize in nastajanje produktov je namreč zelo odvisno od strmine/hitrosti dviga temperature. Pri nizkih hitrostih je nastajanje plinastih produktov počasno in se tvori več katranov, ki zelo počasi razpadajo ter onemogočajo razvoj toplote v drugi fazi, ko nastali plinasti produkti zgorevajo. Iz tega izhaja, da je za uspešno uporabo pirolize pri predelavi B-KČN kritičen parameter vlažnost vhodnega blata. V kolikor se s sušenjem ne zagotovi dovolj suho blato na vhodu potem je potrebno v procesu pirolize zagotoviti potrebno toploto za izparevanje vode. Posredni procesi pirolize, ki uporabljajo za zagon dodatni energent –plin tako potrebujejo bistveno večje količine dodatne energije (in s tem stroškov), količina pridobljene energije pa je tudi ustrezno majhna. Druge vrste procesov pirolize, tako imenovani direktni procesi, ki delujejo v redukcijski atmosferi in izkoriščajo lastno energijo biomase za svoj potek pa delujejo zelo slabo in s težavami ter dajejo zelo malo koristne energije na izhodu.

Vsi pirolizni procesi, ki navajajo možnost uporabe vhodnega materiala z visoko vlažnostjo (tudi do 50 %) [3] in nizko kalorično vrednostjo imajo visoko porabo dodatnega plina in ne omogočajo pridobivanja dodatne toplote. Takšne trditve so jasno prikazane v piroliznem modelu na osnovi procesnih tokov [2] kjer je iz enačb tokov vidno, da se izparilna toplota za sušenje vhodne biomase napaja direktno iz energije zgorevanja piroliznih plinov. Na sliki 3 je prikazan posredni pirolizni proces [3], kjer vsi pridobljeni pirolizni plini zgorevajo v posebni komori, nastali dimni plini pa ogrevajo polžni reaktor za pirolizo. Opozoriti je še potrebno, da se omenjajo različni pirolizni procesi, ki zmes plinske in parne faze kondenzirajo z namenom pridobivanja še tekočih produktov, vendar je energetsko najučinkovitejši proces z zgorevanjem celotne količine nastalih vročih plinov in par kot to prikazuje slika 3. Dimni plini na sliki 3 se po izhodu iz plašča reaktorja uporabijo za ogrevanje vode in pridobivanje dodatne toplote na kar se morajo še pred izpustom v dimnik dodatno očistiti trdnih delcev, plinov in drugih aerosolov. Sušenje kot ključna operacija za uspeh pirolize pa povzroča v ekonomiki procesa dva pomisleka. Prvi je relativno visok strošek investicije klasične sušilne naprave, drugi pa obratovalni stroški v obliki porabe energije. Zadnja in največja težava pa nizka količina dodatno pridobljene energije iz biomase – B-KČN.

Slika 3: Shema posrednega piroliznega procesa



V obravnavanem primeru sta najbolj zaželena produkta oglje in toplota. Oglje ima kot material nekaj posebnih lastnost, ki jih v primeru predelave blata s pridom izkoriščamo. Prva lastnost oglja je nizka nasipna teža, ki se nahaja c območju okrog 150 kg/m³, kar je zelo nizko. Oglje je tako prepoznan kot lahek material. Pri uporabi to pomeni, da ima volumen veliko praznega prostora v katerega lahko vnesemo tekočino ali pa blato in pastozne mulje. Ta prostor je nato dostopen za pretok zraka, kar omogoča bistveno bolj učinkovito sušenje. Druga pomembna lastnost oglja je njegova relativno velika površina. Normalno pridobljeno oglje pri temperaturah do 550 °C ima specifično površino v območju okrog 100 m²/g. Takšna površina se zdi velika, vendar je za oglje, ki je aktivirano (uporablja se kot adsorbent) relativno (vsaj 8-10 krat) majhna. Velika površina veže na sebe z vodo nabreknjeno suho snov ter preostalo vodo. Ker je zaradi nizke nasipne teže vlaga dostopna zraku je sušenje takšne zmesi bistveno lažje kakor blata samega.

SUŠENJE KOT KLJUČNI PROCES PREDELAVE B-KČN

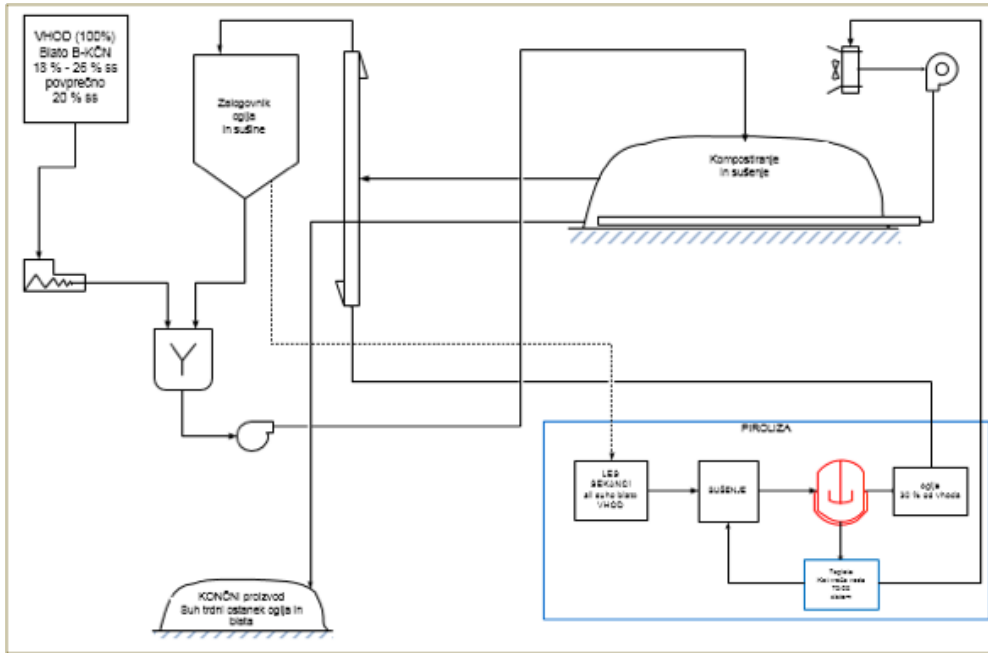
Odvečno blato iz čistilnih naprav je specifičen izredno biološko aktiven material, vsebuje tudi vrsto spojin, ki so v okolju nezaželene in ne smejo priti v prehrambeno verigo človeka ali živali. Biološka aktivnost je pogojena z aktivnostjo vode in vsebnostjo različnih mikroorganizmov. Kemijska aktivnost vode je zaradi visoke vsebnosti vode (pribl 80 %) tudi zelo visoka oziroma vsak takšna, da omogoča hitro razmnoževanje mikroorganizmov. Takšna biološka aktivnost (gnitje) povzroča

takojšnje nastajanje neprijetnih (smrdečih) plinov, ki so za okolje zelo moteči in se jih je nujno izogniti. Visoke aktivnosti vode ni mogoče zmanjšati drugače kakor z njenim zmanjšanjem s čemer pa že pridemo v območje ko se na blatu lahko, ob prisotnosti kisika (aerobni pogoji) pričnejo razvijati glive. Razvoj gliv pomeni proces kompostiranja in ne gnitja, ki razvija bistveno manj neprijetnih vonjav. Da bi lahko v čim krajšem času dosegli zmanjšanje deleža vode v suhi snovi smo uporabili metodo mešanja mulja z že suho snovjo z granuliranjem, kjer se v zelo kratkem času delež vode bistveno zniža. Znižanje je odvisno od razmerja mešanja, ki ga suha snov omogoča (npr.: 1 del blata in 2 dela suhega blata), da dobimo še sipek material. Po postopku granuliranja dobimo sipek material prepusten za zrak, ki omogoča kompostiranje in sušenje s prepihanostjo z zrakom. Ker material le kompostira je oddajanje neprijetnih vonjav bistveno zmanjšano vendar še vedno prisotno. Da bi preizkusili učinke oglja pri vezanju neprijetnih vonjev smo za granuliranje uporabili bioogljje – oglje iz čistega les. Izkazalo se je zelo učinkovito vezanje mulja na površino oglja vključno z vezanjem neprijetnih vonjev. Pridobljen granulat je sipek, propusten za zrak ter kompostira, vendar le v spodnjih slojih nastaja kjer je vlaga dovolj visoka. Vezanje vonjev je uspešno, saj pri kompostiranju in sušenju takšnega materiala vonjev skoraj ni zaznati, oziroma so zaznani v minimalni meri. V tem primeru izkoriščamo opisano relativno veliko površino oglja tudi za zadrževanje vonjev. Pri tem je potrebno omeniti, da ne gre le za vezanje vonjav na oglje (za kar se oglje uporablja v mnogih primerih) ampak najprej za zmanjšanje relativne količine vode iz 80 % na območje okrog 40-50 % ko je aktivnost vode že bistveno zmanjšana in je možnost nastopanja procesa gnitja bistveno zmanjšana. Gnitje je onemogočeno tudi z veliko površino (na kateri je blato porazdeljeno) in z dostopom zraka. Oba učinka pripomoreta k bistvenem zmanjšanju razvoja in intenzivnosti vonjav tekom postopka sušenja in skladiščenja.

Sam proces sušenja je prikazan v splošni obliki na sliki 4 in je sestavljen iz treh delov. Prvi del predstavlja proces granuliranja – mešanja sušine in oglja z blatom; drugi del je transport, oblikovanje kupov in sušenje tretji del pa predstavlja pirolizo.

Sušenje je na sliki 4 predstavlja najenostavnejšo obliko kombinacije kompostiranja in sušenja v kompostnih kupih kjer je spodaj nameščen razdelilnik zraka. Zrak s katerim prepihnemo kupe ogrevamo s toploto iz pirolize in tako omogočamo bistveno hitrejše sušenje. Suh material se po sušenju odvaja kot končni izhodni material ali pa vrača v ponovno granuliranje. Vračanje suhega materiala v ponovno granuliranje je povezano z majhnim deležem suhe snovi v blatu, kjer pri enkratnem ciklu nastane sušina z pribl. 20 % suhe snovi.

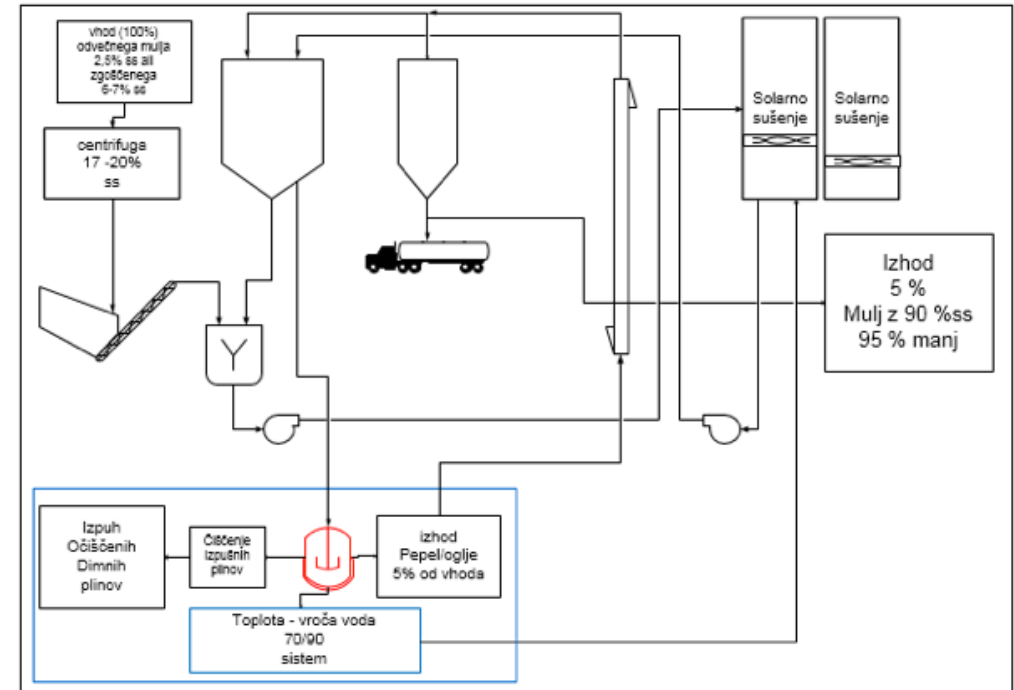
Slika 4: Osnovna shema sušenja in skladiščenja blata s pirolizo



Da bi povečali razmerje med preostalo suho snovjo po sušenju in ogljem je potrebno (ali možno) isto oglje uporabiti nekajkrat – vsaj 5 krat, testiranja pa kažejo, da tudi do 10 krat. Tako lahko spreminjamo razmerje med ogljem in suho snovjo od 5:1 do 0,5:1. V celotni bilanci tako lahko zmanjšamo količino blata za pribl. 95 % ne samo zaradi zmanjšanja vode ampak tudi zaradi zmanjšanja suhe snovi za pribl 70 %. Zasnova za industrijski postopek sušenja blata kapacitete 6 – 8 kt letno je prikazana na sliki 5. Predvidena kapaciteta naprave je relativno velika in znaša vsaj 1t blata na uro. Ker sta na razpolago dva solarna sušilnika po 1000 m2 je predvidena njihovo izmenično polnjenje in sušenje. Ko je eno od polj napolnjeno v pribl. treh dneh se prične prazniti, polniti pa se prične drugo polje. V času polnjenja enega polja se le to osuši in se lahko prične prazniti. Transporti med granulatorjem in sušilnikom morajo biti mehanizirani, ker se transportirajo veliki volumni. Za kapaciteto naprave 1t blata na uro pridelamo 8 m3 granulata na uro, ki pa ima težo le 2 t. Gre material z nasipno težo pribl 250 kg/m3, ki jo najlažje transportiramo s pnevmatskim transportom. Granuliran material se ne praši dokler je vlažen, zato ga posušimo le do zračno ravnotežne vlage (15 -20 % vode). Po desetih ciklih granuliranja pričnemo s podaljšano pirolizo suhega materiala, kjer odstranjujemo končni proizvod v poseben silos za odvoz odvečnega ostanka.

Identičen postopek kot se uporablja pri blatu se lahko uporablja tudi za digestate iz bioplinskih naprav in gnojevko iz farm. Razlike nastanejo le v številu ciklov uporabe zaradi količine suhe snovi, ki preostane po sušenju na površini oglja. Količine vode, ki jo je potrebno posušiti pa so ustrezno večje kot je manj suhe snovi v vhodnem materialu.

Slika 5: Sušenje blata v solarnem sušilniku s pomočjo pirolize



Ključno pri zagotavljanju ekonomike sušenja je izvor energije, ki mora imeti nizko ceno sicer postane cena sušenja večja od cene odvoza blata. Sveže (moko – 80 % vode) blato je sposobno posušiti 120 % svoje teže pri popolnem sežigu, torej daje 20 % več energije kot jo potrebujemo za sušenje vode. Pri pirolizi so razmere nekoliko drugačne, saj pri popolni pirolizi dobimo le 30 % energije od vhodne biomase, ta energija pa lahko osuši le pribl. 35 % blata. Da bi pridobili dovolj energije iz suhega blata moramo podaljšati proces pirolize tako, da pridobimo dodatnih pribl 50 % energije ($100/120=83-35=48\%$). Tako pridemo s pridobljeno energijo praktično na teoretično mejo 100 % saj potrebujemo določeno količino oglja za izvajanje sušenja, oglje pa je nosi s seboj tudi del energije vhodne suhe snovi.

Iz vseh navedenih razlogov je potrebno del energije pridobiti še iz drugih poceni virov kot je energija sonca in okolja. Praktične izkušnje z vremenom in solarnimi sušilniki kažejo, da je možno v solarnih sušilnikih uspešno pridobivati energijo le 6 mesecev ostali del leta pa v le zelo majhnih količinah. Delež pridobljene sončne energije v ugodnih 6 mesecih leta je ocenjen na vsaj 80 % od sušilnih potreb. To kaže na potrebo skladiščenja suhega blata v vročem delu leta ter njegovo povečano pirolizo v drugem delu leta. Tako bi bilo mogoče uskladiti energetske potrebe v celem letu iz lastne biomase torej brez posebnih (razen skladiščenja) dodatnih stroškov. Poleg lastne biomase in sončne energije je mogoče za sušenje uporabiti še kogeneracije ali plina ali lesnih sekancev (soproizvodnja elektrike in toplote) ali pa uporabiti toplotno črpalko. Tukaj

so posebej ugodne toplotne črpalke voda/voda ob uporabi toplotnih izmenjevalcev za odpadno – kanalizacijsko vodo [4], ki jo je običajno na čistilnih napravah dovolj. V skrajnih primerih je mogoče v pirolizi direktno uporabiti lesne sekance kot dodaten vir le z dodatnim zalogovnikom in dozirno napravo. Takšna rešitev pa je gotovo cenejša od uporabe katerega koli fosilnega goriva.

Suho to je zračno osušeno blato (10-20 % vlage) je zaradi njegove suhosti dovolj biološko stabilizirano, ne gnije in trohni ter ne ustvarja smradu. Skladiščenje je možno v pokritih kupih ali pa v »big – bag« kontejnerjih, ki jih je mogoče skladiščiti z zlaganjem in so primerni za manipulacijo.

Tako predelano blato je mogoče skladiščiti kot gorivo (v primeru da ga normalno piroliziramo) in kot izrabljeno oglje kjer je količina ostanka minimalna z zelo nizko energetsko vrednostjo. Parametre pirolize je mogoče zvezno nastavljati in tako v različnih obdobjih sušenja (poleti ali pozimi) ter ciklusih prilagoditi dobljen izhodni material potrebam.

Ker preostanek ali izhodni material po pirolizi vsebuje praktično še vse mineralne sestavine kot sta P in delno tudi N obstaja potencial za njihovo izrabo. Ker je fosfor v EU strateška surovina obstajajo projekti za njegovo reciklažo [5] in demonstracijska postrojenja [6]. Njihovo recikliranje je še v začetni fazi vendar se hitro razvija, na srednji in dolgi rok se pričakujejo že praktični rezultati. Tako obstaja možnost, da bi se mineralno bogat ostanek zbiral in v večjih količinah transportiral na centralne predelave.

ZAKLJUČKI

Kot kažejo podatki ARSO [1] količine B-KČN še vedno rastejo in bodo vsaj do leta 2030. Tehnologije predelave ostajajo več ali manj enake, nekaj je več le uporabe v bioplinarah. Še vedno se pošilja glavni del v sežig in v izvoz. Prav zaradi teh razlogov predstavlja sušenje pomembno alternativo, ki omogoča zmanjšanje količin preostalega blata in s tem stroškov. Ker predstavljajo stroški odstranjevanja blata od 30-50 % obratovanja ČN menimo, da je smiselno in potrebno temu področju posvetiti vso pozornost.

Vlaganja v tehnologijo sušenja B-KČN so odvisna od izbrane tehnologije in s tem povezanimi investicijskimi stroški, nadalje pa še predvsem od obratovalnih stroškov. Ustrezna kombinacija izbrane tehnologije in s tem povezanimi investicijskimi stroški ter obratovalnimi stroški (tudi kot posledica izbora ustrezne tehnologije) daje ekonomsko optimalne kombinacije investicijskih vlaganj. Ekonomičnost vlaganja je močno povezana tudi s kapaciteto naprav, investicijsko okno se močneje odpira šele nad 4000 t na leto ter postajajo zelo ekonomična pri 8000 t /leto in več svežega blata (z 80 % vode).

Vlaganja v tehnološko opremo se običajno povrnejo med 5 in 8 leti (VR » 5-8 let).

Proces pirolize se s svojim hitrim razvojem kaže kot eden od najobetavnejših postopkov za sušenje in termično izrabo muljev za bistveno zmanjšanje preostalih količin blata. Piroliza kot proces pridobivanja oglja omogoča bistveno učinkovitejšo sušenje

blata ter njegovo skladiščenje. Omogoča znižanje obratovalnih stroškov z izrabo lastne energije ter omogoča uporabo okoljske energije kot je sončna in energija tekočih voda tudi iz kanalizacije. V zadnjem obdobju tečejo načrtovanja in optimiranje ekonomike piroliznega in sušilnega obrata, ki bi demonstriral uspešno delovanje takšne tehnologije.

Viri in literatura

1. ARSO, Kazalci okolja v Sloveniji, Blato iz komunalnih čistilnih naprav, http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=763, dostop 12. marec 2017.
2. Klinar, D., 2016. Universal model of slow pyrolysis technology producing biochar and heat from standard biomass needed for the techno-economic assessment. *Bioresour. Technol.* 206, 112–120. doi:10.1016/j.biortech.2016.01.053.
3. <http://www.pyreg.de/technology-en/biomass-en.html>, dostop 10. marec 2017.
4. <http://www.huber.de/products/energy-from-wastewater/huber-heat-exchanger-rowin.html>, dostop, 25. marec 2017.
5. www.phosphorusplatform.eu, dostop, 25. marec 2017.
6. <http://www.phosphorusplatform.eu/platform/p-solutions/136-pandnfromagristo>, dostop, 25. marec 2017.

UPORABA BLATA IZ BIOLOŠKIH ČISTILNIH NAPRAV ZA PREDELAVO V BIOPLIN – PRIMER IZ PRAKSE

THE USE OF SEWAGE SLUDGE FROM BIOLOGICAL PLANT FOR BIOGAS PRODUCTION – EXAMPLE FROM PRACTICE

» dr. Damijan KELC
prof. dr. Miran LAKOTA
doc. dr. Peter VINDIŠ

Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede,
Katedra za biosistemsko inženirstvo
Pivola 10, 2311 Hoče

peter.vindis@um.si,
miran.lakota@um.si,
damijan.kelc@um.si

Povzetek

Komunalne čistilne naprave za odpadne vode proizvedejo odvečno aktivno blato, ki je ob nepravilni nadaljnji uporabi lahko obremenjujoče za okolje in predstavlja velik prostorski problem. Ob upoštevanju zakonskih zahtev se lahko to blato koristno uporabi za namene predelave v bioplin oziroma električno in toplotno energijo in na koncu kot digestat za gnojenje kmetijskih površin. Novejša slovenska zakonodaja s področja blata čistilnih naprav je stroga in usmerja odpadke od čiščenja odpadnih vod v nadaljnjo obdelavo pred njihovo končno odstranitvijo. Blatu iz komunalnih čistilnih naprav je potrebno zagotoviti ustrezne nadaljnje postopke obdelave. Pogosto se uporablja anaerobna stabilizacija z izkoriščanjem bioplina v bioplinarnah. Ena od možnosti je tudi kompostiranje na velikih kompostnih kopah. Lahko pa se blato po dehidraciji posuši in sežge. Šele za tovrstnimi obdelavami lahko sledi končno odlaganje na odlagališču za nevarne odpadke, ali uporaba kot

gnojilo za kmetijsko uporabo. Lahko se pripravijo tudi umetno pripravljene zemljine v postopkih izboljšanja ekološkega stanja tal. Namen dela je prikazati možnosti uporabe odvečnega blata iz čistilnih naprav za namene anaerobne fermentacije v slovenskem prostoru ob upoštevanju zakonskih zahtev.

Ključne besede: Čistilna naprava, blato, bioplin, anaerobna fermentacija

Abstract

Communal cleaning devices for wastewater generated excess active sludge, which in the further incorrect use may burden the environment and represents a huge space problem. Regard to the regulatory requirements sludge can be useful used for processing into biogas or electricity and heat, and at the end as digestate for fertilizing in agriculture production. Newer Slovenian legislation in the field of sewage sludge is strict and guide waste from the treatment on further processing till they are finally removed. For the sludge from the communal cleaning devices is necessary to ensure anaerobic stabilization with using of biogas, composting, or after dehydration drying and burning. Only after such of processing is following the final disposal in a dump for hazardous waste or using as fertilizer for agricultural use or preparing an artificially prepared soil in the proceedings of improving the ecological condition of the soil. The purpose is to show the possibility of using sewage sludge from cleaning devices for the purpose of anaerobic fermentation in Slovenia, regard to the legal requirements.

Key words: cleaning device, sludge, biogas, anaerobic fermentation

UVOD

Voda sestavlja približno 70 % živalskega telesa in približno 95 % rastlinskega. Od vode so odvisni mnogi življenjski procesi. Najpomembnejša snov v celicah je voda, v vodni raztopini potekajo celične presnovne reakcije. V vodi se raztapljajo tudi škodljive snovi. Čeprav se zdi, da so zaloge vode na našem planetu neskončno velike, pa je od vse vode samo 2,5 % sladke vode. Veliko te vode je v obliki ledu, le 0,76 % zalog v podtalnicah in rekah se lahko uporabljajo za oskrbo prebivalstva. Svetovna poraba vode se je v letih 1940-1980 potrojila, do leta 2000 pa se je še podvojila in znaša 5000 m³/leto. Skupni odjem vode v Evropi znaša približno 10 % celotnih evropskih vodnih virov. 33 % vode se porabi v kmetijstvu, 16 % v komunalne namene, 11 % v industriji in 40 % za proizvodnjo energije. Naravni samočistilni krogotok sladke vode se obnavlja preko padavin. Ta krogotok človek ogroža z izpuščanjem in odlaganjem škodljivih snovi. Za zaščito vode pred človeškimi vplivi, za varstvo pred poplavami in za zdravje ljudi

je velikega pomena odgovorno ravnanje z odpadnimi vodami. Odpadne vode nastajajo iz hišnih odpadnih snovi, človeških in živalskih odpadkov, industrijskih obratov, padavinskih odtokov in infiltracije podtalnice. Komunalne odpadne vode nastajajo v sanitarnih prostorih, pri kuhanju, pranju in drugih gospodinjstvih opravilih. Vsebuje naslednja onesnaževala: maščobe, olja, škrob, ogljikove hidrate, fekalije, urin, papir, milo, detergenti, čistila, itd. Komunalne odpadne vode vsebujejo 99,9 % vode in 0,1 % raztopljenih ali suspendiranih snovi v vodi. Industrijske odpadne vode nastanejo v glavnem v hlajenju procesov, pri raztapljanju produktov, za pranje reaktorjev, ali pri sami proizvodnji. H kmetijskim odpadnim vodam štejemo vode, ki nastajajo z namakanjem in spiranjem kmetijskih površin, ter odpadne vode, ki nastajajo v hlevih in živalskih farmah. Obstaja tudi onesnažena padavinska voda, ki spira snovi na svoji poti pred izlivom v kanalizacijo. Največkrat so prisotne maščobe, olja, kovine, mineralne snovi,... [1,3]

Po prečiščenju lahko tekočo frakcijo odpadne vode varno odvajamo v površinske vode, medtem ko je potrebno akumulirano blato pred odlaganjem dodatno obdelati. Blato lahko izvira iz kemijskih procesov (koagulacija, obarjanje), fizikalnih procesov (usedanje) ali bioloških procesov. Blato iz bioloških čistilnih naprav je večinoma biološkega izvora. Sestavljajo ga organske biorazgradljive snovi (50-90 %). [1,7]

Čiščenje odpadnih voda je kombinacija ločenih procesov čiščenja. Najpomembnejša čiščenja, ki se uporabljajo, so: mehansko čiščenje, kemijsko čiščenje, fizikalno-kemijsko čiščenje in biološko čiščenje. Za odstranjevanje topnih in koloidnih spojin lahko uporabimo naravne mikroorganizme za biološko čiščenje. Anaerobna razgradnja poteka, če niso prisotni raztopljeni kisik in oksidirane kisikove spojine. Organske spojine se pretvorijo s pomočjo anaerobnih heterotrofnih mikroorganizmov v prvi fazi v nižje maščobne kisline, nato pa v vodo, metan, ogljikov dioksid in biomaso. Mikroorganizmi dobivajo kisik iz organskih spojin in iz sulfatnega iona (SO₄²⁻). V sistemu ne sme biti prisoten raztopljeni kisik. Globina anaerobnih lagun je običajno 3 m. [1,7]

IZVOR IN SESTAVA BLATA NA ČISTILNIH NAPRAVAH

Skoraj vsi procesi na čistilnih napravah se končajo s proizvodnjo blata. Blato se najprej zgošča nato pa stabilizira v nadaljnji obdelavi. Cilj stabilizacije blata je zmanjšanje količine suhe snovi, uničenje patogenih organizmov, odstranjevanje vonja. Večinoma se uporablja anaerobna stabilizacija, redkeje aerobna in kemijsko-fizikalna. Anaerobna presnova proizvede bioplin kot stranski produkt, ki je zelo dober vir obnovljive energije. Tako je mogoče precej znižati energijske potrebe na čistilni napravi. Z uporabo kogeneracije je mogoče pokriti vse toplotne potrebe in tudi del potreb po električni energiji.

Blato iz bioloških čistilnih naprav je večinoma biološkega izvora v glavnem sestavljeno iz organskih biorazgradljivih komponent (50 – 90 %). Blato je v splošnem sestavljeno iz suhe snovi (do 10 %) in vode. Vsebnost težkih kovin je zelo pomembna, če želimo blato uporabiti kot gnojilo, kurilna vrednost pa je pomembna, če želimo blato uporabiti v sežigu. Uporaba

blata v gnojenju je običajno redka zaradi strogih zakonskih omejitev in prisotnosti težkih kovin. Kvaliteto predelanega blata močno izboljšamo, če dodamo organske substrate. [1]

ČIŠČENJE KOMUNALNE ODPADNE VODE

Ravnanje z blatom iz čiščenja komunalnih odpadnih voda določa Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Uradni list RS, št. 88/11, 8/12, 108/13 in 98/15). S to uredbo so določeni standardi komunalne opremljenosti, ki morajo biti izpolnjeni za odvajanje in čiščenje komunalne odpadne vode. Določene so tudi obveznosti občin in izvajalcev javne službe, ter predpisane so vrste nalog, ki se izvajajo v okviru opravljanja storitev odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode.

Najpomembnejše naloge javnih služb so:

- odvajanje in čiščenje komunalne odpadne vode, ki se odvaja v javno kanalizacijo,
- prevzem komunalne odpadne vode in blata iz nepretočnih greznic,
- čiščenje in obdelava komunalne odpadne vode in blata na komunalni čistilni napravi,
- zagotavljanje izvedbe meritev in obratovalnega monitoringa,
- odvajanje in čiščenje padavinske odpadne vode, ki se odvaja v javno kanalizacijo z javnih površin ali streh.
- odvajanje in čiščenje industrijske odpadne vode. [2]

PRIMER RAVNANJA Z BLATOM IZ ČIŠČENJA KOMUNALNIH ODPADNIH VODA

Blato iz čiščenja komunalnih odpadnih voda se najpogosteje označuje s klasifikacijsko številko 19 08 05. Skupina 19 označuje odpadke iz naprav za ravnanje z odpadki iz čistilnih naprav in iz priprave pitne vode in vode za industrijsko rabo. Podskupina 08 opredeli odpadke iz čistilnih naprav, ki niso navedeni drugje kot 19 08 05, blato iz čiščenja komunalnih odpadnih voda. Odpadke je možno uvrstiti tudi v skupino 20, komunalni odpadki, v podskupino 20 03 drugi komunalni odpadki in sicer 20 03 06 odpadki iz čiščenja komunalne odpadne vode.[4]

Pri čiščenju komunalnih odpadnih vod najprej sledi mehansko čiščenje, nato pa še anaerobni in aerobni postopki. Nastalo blato se izloči z usedanjem in je dehidrirano s filtriranjem in centrifugiranjem. Blato sestavlja 15-18 % suhe snovi in ga sestavlja večinoma organska snov. Vsebuje tudi žveplo (0,5-0,9 %). Pri anaerobni stabilizaciji se izkorišča tudi bioplin. Po dehidraciji lahko sledi sušenje in sežig. Temu sledi še končno odlaganje na odlagališču ali uporaba kot gnojilo. [4] Če pred končno odstranitvijo blata nismo usmerjali odpadke in blato v nadaljnjo obdelavo se upoštevajo določila splošnega predpisa,

Uredbe o odpadkih (U.L.RS, št. 37/15), po katerih se blato razvršča v skupino odpadkov 19 08, Odpadki iz čistilnih naprav.[1]

Komunalne čistilne naprave so dolžne tudi naročiti oceno odpadka. Naredi se analiza na osnovi odvzetega vzorca blata (glej prilogo 1). Vzorčenje mora biti opravljeno v skladu s standardi. Potrebno je tudi upoštevati zahteve pri določanju nevarnih lastnosti odpadkov v skladu z Uredbo o odpadkih (U.L.RS št. 37/2015 z dne 29.5.2015). Blato pogosto vsebuje tudi bakterije E-coli, zato poskrbimo tudi za dodatno higienizacijo blata. Ta poteka z uporabo apna (CaO), s tem se mu poveča tudi delež suhe mase. [8] Občasno je možna tudi prisotnost bakterije Salmonela v blatu, zato so redne analize blata zelo pomembne.[6]

Za uporabo blata iz čistilnih naprav za gnojenje v kmetijstvu je potrebno predhodno pridobiti ustrezno soglasje Ministrstva za kmetijstvo in okolje. Uporabo blata določa uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu (Ur.L.RS, št. 62/08). Uredba vsebuje tudi Prilogo 1, kjer so določene mejne vrednosti težkih kovin in Prilogo 2, kjer je opisana analiza obdelanega blata. Uredba tudi zahteva, da blato ustreza kriterijem za 1. oz. 2. razred okoljske kakovosti uredbe o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata (U.L.RS št. 99/2013). Kompost se lahko odlaga na kmetijske površine le, če sodi v 1. kakovostni razred, v nasprotnem primeru ga lahko odlagamo na nekmetijskih zemljiščih, razen če s predpisi, ki urejajo vodovarstvena območja, ni določeno drugače. Uporaba blata je prepovedana v primeru, če je v obdelanem blatu vsebnost ene ali več težkih kovin nad mejno vrednostjo, določeno v Prilogi 1 omenjene Uredbe (del B). Pred uporabo blata na kmetijskih površinah je potrebno izvesti tudi analizo tal. Zakonsko dovoljen letni nanos blata na hektar kmetijskih zemljišč znaša do 3 tone suhe snovi/ha/leto. Praviloma je treba obdelano blato analizirati najmanj vsakih šest mesecev. Ob spremembah v značilnostih čiščenja odpadnih voda je treba pogostnost analiz povečati. Če se rezultati analiz v enem letu bistveno ne razlikujejo, je treba obdelano blato analizirati vsaj vsakih dvanajst mesecev. Analize blata je potrebno tudi posredovati Ministrstvu za kmetijstvo in okolje. [2,5]

Tabela 2: **Mejne vrednosti koncentracije težkih kovin v blatu, ki se uporablja v kmetijstvu**

Parameter	Obdelano blato (mg/kg suhe snovi)
Kadmij in njegove spojine, izražene kot Cd	1,5
Krom in njegove spojine, izražene kot celotni Cr	200
Baker in njegove spojine, izražene kot Cu	300
Živo srebro in njegove spojine, izražene kot Hg	1,5
Nikelj in njegove spojine, izražene kot Ni	75
Svinec in njegove spojine, izražene kot Pb	250
Cink in njegove spojine, izražene kot Zn	1200

Mejne vrednosti veljajo za koncentracije težkih kovin v obdelanem blatu. Izmerjene vrednosti morajo biti preračunane na 30 % vsebnost biološko razgradljivih organskih snovi v obdelanem blatu.

ZAKLJUČEK

Če se blato uporablja v kmetijstvu, mora biti predhodno obdelano. Anaerobna ali aerobna obdelava mora potekati v skladu s predpisom, ki ureja obdelavo biološko razgradljivih odpadkov. Obdelava blata je lahko kemična ali toplotna, lahko je dolgo-ročno skladiščeno, lahko pa je blato obdelano tudi po drugih postopkih, ki zagotavljajo aerobni ali anaerobni obdelavi blata enakovredno stabilizacijo, higienizacijo in izpolnjevanje zahtev za okoljsko varnost. Na slovenskih javnih komunalnih napravah v glavnem oddajajo blato v nadaljnjo obdelavo v bioplinarne, ki izstavijo evidenčni list komunalnim podjetjem, s čimer dobijo potrdilo o oddaji blata v nadaljnjo obdelavo. Komunalna podjetja morajo oddajo blata plačati; cena se v zadnjih letih nekoliko znižuje, iz 70 eur/tono se je do danes znižala na 55 eur/tono blata. Prihodek, ki ga bioplinarne pridobijo, lahko izkoristijo za povečanje učinkovitosti poslovanja.

Viri in literatura

1. dr. Milenko Roš, dr. Jože Panjan, 2012. Gospodarjenje z odpadnimi vodami, Celje, Fit media, Zbirka Zelena Slovenija.
2. <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED5707> (26.1.2017)
3. <http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/poro%C4%8Dila/poro%C4%8Dila%20o%20stanju%20okolja%20v%20Sloveniji/vode.pdf> (15.2.2017)
4. www.stat.si/doc/vsebina/27/Klasifikacijski_seznam_odpadkov.doc (17.2.2017)
5. http://drugg.fgg.uni-lj.si/4466/1/GRU3337_Bernjak.pdf (30.1.2017)
6. http://www.ikglr.gov.si/fileadmin/ikglr.gov.si/pageuploads/Porocila/Letno_porocilo_IRSKO_2014.pdf (14.2.2017)
7. [http://www.vsvo.si/images/pdf/2015100841_Diplomska_naloga_%C4%8C%C5%A1%C4%8Denje_industrijske_odpadne_vode_Katja_Mo%C4%8Dilnik,2015_\(1\)-1.pdf](http://www.vsvo.si/images/pdf/2015100841_Diplomska_naloga_%C4%8C%C5%A1%C4%8Denje_industrijske_odpadne_vode_Katja_Mo%C4%8Dilnik,2015_(1)-1.pdf) (31.1.2017)
8. Hidroinženiring d.o.o., PZI, Načrt tehnologije, november 2003, 3208/02.

Priloge

Priloga 1: **Primer iz prakse, analiza ocene odpadka**

Parameter	enota	izmerjene vrednosti		metoda
Amonijev dušik	mg/kg s.s.	24181	#	ISO 5664:1984 mod.
BTEX (benzen, toluen, etilbenzen in ksileni)	mg/kg s.s.	<1		Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie HANDBUCH ALTLASTEN Band 7 Analysenverfahren-Fachgremium Altlastenanalytik-Teil4(2000)
BTEX - Benzen	mg/kg s.s.	<1		Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie HANDBUCH ALTLASTEN Band 7 Analysenverfahren-Fachgremium Altlastenanalytik-Teil4(2000)
BTEX - Etilbenzen	mg/kg s.s.	<1		Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie HANDBUCH ALTLASTEN Band 7 Analysenverfahren-Fachgremium Altlastenanalytik-Teil4(2000)
BTEX - o-ksilen	mg/kg s.s.	<1		Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie HANDBUCH ALTLASTEN Band 7 Analysenverfahren-Fachgremium Altlastenanalytik-Teil4(2000)
BTEX - p+m-ksilen	mg/kg s.s.	<1		Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie HANDBUCH ALTLASTEN Band 7 Analysenverfahren-Fachgremium Altlastenanalytik-Teil4(2000)
BTEX- p-ksilen	mg/kg s.s.	<1		Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie HANDBUCH ALTLASTEN Band 7 Analysenverfahren-Fachgremium Altlastenanalytik-Teil4(2000)
BTEX-toluen	mg/kg s.s.	<1		Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie HANDBUCH ALTLASTEN Band 7 Analysenverfahren-Fachgremium Altlastenanalytik-Teil4(2000)
Celotni CH-Mineralna olja (od C10 do C40)	%	1,4368		EN 14345:2004
Celotni cianid	mg/kg s.s.	<10	#	ISO 6703-1:1996 mod.
Fenolni indeks	mg/kg s.s.	23,6	#	ISO 6439:1996 mod.
Krom šestvalentni (1.)	mg/kg s.s.	<0,2	#	ISO 11083:1994(E)
Lahkohlapni klorirani ogljikovodiki-LKCH	mg/kg s.s.	<100	#	ISO 10301:1997, Poglavlje 2
LKCH- 1,2 Dikloroetan	mg/kg s.s.	<100	#	ISO 10301:1997, Poglavlje 2
LKCH-Diklorometan	mg/kg s.s.	<100	#	ISO 10301:1997, Poglavlje 2
LKCH-Tetraklorometan	mg/kg s.s.	<100	#	ISO 10301:1997, Poglavlje 2
LKCH-Triklorometan(Kloroform)	mg/kg s.s.	<100	#	ISO 10301:1997, Poglavlje 2
LKCH-Trikloroetilen	mg/kg s.s.	<100	#	ISO 10301:1997, Poglavlje 2
PAO-Benzo(a)piren	mg/kg s.s.	<0,25		SIST EN 15527:2009
PAO-Benzo(b)fluoranten	mg/kg s.s.	<0,25		SIST EN 15527:2009
PAO-Benzo(g,h,i)perilen	mg/kg s.s.	0,50		SIST EN 15527:2009
PAO-Benzo(k)fluoranten	mg/kg s.s.	<0,25		SIST EN 15527:2009
PAO-Fluoranten	mg/kg s.s.	<0,25		SIST EN 15527:2009
PAO-Indeno(1,2,3-c,d)	mg/kg s.s.	<0,25		SIST EN 15527:2009
PAO-Naftalen	mg/kg s.s.	<0,25		SIST EN 15527:2009
Acenaftilen	mg/kg s.s.	1,06		SIST EN 15527:2009
Benzo(a)antracen	mg/kg s.s.	<0,25		SIST EN 15527:2009
PCB-poliklorirani bifenili	mg/kg s.s.	<1	#	EN 12766-1:1997
pH (2.)	/	6,42	#	ISO 10390:2005
Policiklični aromatski ogljikovodiki (3.)	mg/kg s.s.	1,56		SIST EN 15527:2009
Suha snov	%	16,18		SIST EN 14346:2007 metoda A
Celotni klor	% Cl	<0,1		SIST EN 15408:2011, SIST ISO 9297:1996

Žveplo	% S	0,75		SIST EN 15408:2011, SIST EN ISO 11885:2009
Žarilna izguba	% s.s.	80,51		SIST EN 15935:2012
Baker	mgCu/kg s.s.	105,67		SIST-TS CEN/TS 16170:2013
Celotni krom	mgCr/kg s.s.	27,71		SIST-TS CEN/TS 16170:2013
Cink	mgZn/kg s.s.	478,31		SIST-TS CEN/TS 16170:2013
Kadmij	mgCd/kg s.s.	<1,1		SIST-TS CEN/TS 16170:2013
Nikelj	mgNi/kg s.s.	14,85		SIST-TS CEN/TS 16170:2013
Svinec	mgPb/kg s.s.	16,4		SIST-TS CEN/TS 16170:2013
Živo srebro	mg/kg s.s.	<1,1	#	SIST-TS CEN/TS 16170:2013
Antimon	mgSb/kg s.s.	<2,2	#	SIST-TS CEN/TS 16170:2013
Arzen	mgAs/kg s.s.	<2,2	#	SIST-TS CEN/TS 16170:2013
Kositer	mgSn/kg s.s.	<2,2	#	SIST-TS CEN/TS 16170:2013
Talij	mgTl/kg s.s.	<2,2	#	SIST-TS CEN/TS 16170:2013
Vanadij	mgV/kg s.s.	5,33	#	SIST-TS CEN/TS 16170:2013
Barij	mgBa/kg s.s.	141,94	#	SIST-TS CEN/TS 16170:2013
Berilij	mgBe/kg s.s.	2,19	#	SIST-TS CEN/TS 16170:2013
Bor	mgB/kg s.s.	26,16	#	SIST-TS CEN/TS 16170:2013
Kobalt	mgCo/kg s.s.	2,85	#	SIST-TS CEN/TS 16170:2013
Molibden	mgMo/kg s.s.	4,34	#	SIST-TS CEN/TS 16170:2013
Selen	mgSe/kg s.s.	<2,2	#	SIST-TS CEN/TS 16170:2013
Srebro	mgAg/kg s.s.	<2,2	#	SIST-TS CEN/TS 16170:2013
Telur	mgTe/kg s.s.	<2,2	#	SIST-TS CEN/TS 16170:2013
Trdni delci iz stekla, plastike ali kovine velikosti >2mm	% mase s.s.	<0,1%		SIST-TS CEN/TS 16202:2013
E-coli	/	150000	#	podizvajalec
Salmonella	/	negativno	#	podizvajalec
Kurilna vrednost (neto)	KJ/g	20,28		SIST-TS CEN/TS 16023:2014
Sežigna vrednost	KJ/g	22,41		SIST-TS CEN/TS 16023:2014

RAZKLOPI	metoda
Razklop kovine- Blata in mulji	SIST EN 13346:2001, točka 8.1

VZORČENJE	metoda
Vzorčenje odpadkov	SIST EN 14899:2006

- rezultati se nanašajo na neakreditirano dejavnost

(1.) preskus je izveden pri valovni dolžini 540 nm

(2.) čas analize ob 12:00, T=22,2°C

(3.) Postopek izveden po točki 11.2.2 standarda (Soxhlet ekstrakcija). Podana vsota PAH 16.

PRIDOBIVANJE DOVOLJENJ ZA PREDELAVO BIOMASE S PROCESOM PIROLIZE

PERMITS PROCEDURES FOR BIOMASS PROCESSING BY PYROLYSIS

» Mirko Šprinzer¹
dr. Dušan Klinar²

¹PKG, Projekti krožnega gospodarstva s.p.
2000 Maribor

²ZRS Bistra Ptuj
Slovenski trg 6, 2250 Ptuj
mirko.sprinzer@triera.net

Povzetek

Dovoljenje za obratovanje predstavlja osnovni dokument vsake proizvodnje zato predstavlja njegovo pridobivanje ključni del vsake investicije. Tako v prispevku analiziramo možnosti in razmere pri pridobivanju dovoljenja za izvajanje pirolize biomase nasploh in še posebej blata iz komunalnih čistilnih naprav. Prikazan je postopek kontrolinga prostora in okolja, ki daje vse odgovore na ključna vprašanja pridobivanja dovoljenj. Proces pirolize je v Uredbi o odpadkih opredeljen kot R3 postopek kjer je proces pirolize dobesedno naveden. V obravnavi so zajeta vsa področja, ki lahko vplivajo na izdajo dovoljenj v celoti. V prispevku opredeljujemo tudi možnosti za prehod odpadka v proizvod. V zadnjem delu analiziramo tveganja in njihov vpliv na čas pridobivanja dovoljenja.

Ključne besede: pridobivanje dovoljenj, proizvodnja, piroliza, biomasa, Blato ČN

Abstract

Operating permit represents a basic document for each production process and is strongly connected with any investment. In the contribution, some possibilities and conditions for obtaining a permit/license for pyrolysis process of biomass in general and particularly sewage sludge are analysed. A controlling procedure serves as "checklist" enable to declare and clear all environmental and ecological issues connected to the key questions of the whole permit procedure. The process of the pyrolysis is declared as an R3 procedure for waste processing and is literally declared in the legal document. Contribution intends to cover all the areas and issues which may affect and be connected the permit procedure as a whole. End of waste issues about pyrolysis products was observed. Finally, risk and its impact on permit procedure timing are analysed and evaluated.

Key words: Permits procedures, production, pyrolysis, biomass, sewage sludge.

SPREMEMBA ZASNOVE IZDELKA ZA ZAGOTAVLJANJE PONOVNE UPORABE

CHANGES IN DESIGN OF PRODUCTS TO PROVIDE RE-USE

» dr. Marinka VOVK

Barbara JANČIČ

Center ponovne uporabe d.o.o., SO.P.
Vrazova ulica 9, 2270 Ormož

Povzetek

V sistemih krožnega gospodarstva se dodana vrednost proizvodov ohrani čim dlje, medtem ko se odpadki odpravijo. Viri se, potem ko se življenjska doba proizvoda izteče, ohranijo v gospodarstvu ter se lahko produktivno vedno znova uporabljajo in tako ustvarjajo dodano vrednost. Za prehod na bolj krožno gospodarstvo so potrebne spremembe celotnih vrednostnih verig, od spremenjene zasnove proizvodov prek novih poslovnih in tržnih modelov ter novih načinov spreminjanja odpadkov v vir do novih načinov ravnanja potrošnikov. To pomeni popolno sistemsko spremembo in inovacije na tehnološkem področju, pa tudi na področju organizacije, družbe, metod financiranja in politik.

Ključne besede: ponovna uporaba, oblikovanje, zelena delovna mesta, minimizacija odpadkov

Abstract

In a system of circular economy, the added value of the products is maintained as long as possible, while eliminating waste. Sources, once the product's lifetime expires, persist in the economy and can be productively used repeatedly and thus create added value. For the transition to a more circular economy changes are nee-

ded throughout the value chain, from the revised design of products through new business and market models and new ways of turning waste into a source of new consumer behaviors. This means a complete systemic change and innovation in the technological field, but also for organizations, companies, financing methods and policies.

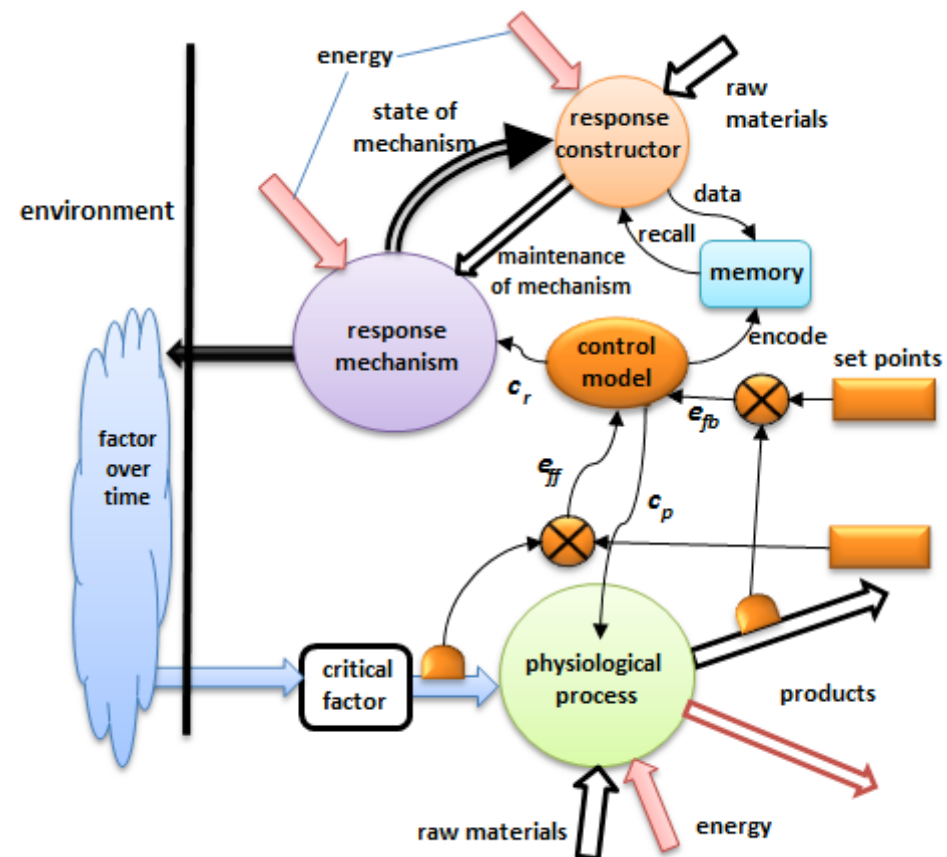
Key words: reuse, design, green job, waste minimization

UVOD

Preprečevanje nastajanja odpadkov je prednostna naloga, ki vpliva na vse faze krožnega gospodarstva in omogoča zmanjševanje nastajanje odpadkov. Države članice, med njimi tudi Slovenija, so v skladu z okvirno direktivo o odpadkih sprejele programe preprečevanja nastajanja odpadkov, saj je potrebno naravne vire, ki podpirajo delovanje evropskega in svetovnega gospodarstva ter našo kakovost življenja varovati. Sem spadajo surovine, kot so

goriva, minerali in kovine, pa tudi hrana, zemlja, voda, zrak, biomasa in ekosistemi. Pritiski na vire se povečujejo. Če se bodo sedanji trendi nadaljevali, naj bi se svetovno prebivalstvo do leta 2050 povečalo za 30 % na približno 9 milijard ljudi. Prebivalci držav v razvoju in držav v vzponu bodo upravičeno pričakovali enako blaginjo in ravni porabe, kot jo imajo razvite države. V odgovor na te spremembe bo večja učinkovitost rabe virov ključnega pomena za zagotovitev rasti in delovnih mest v Evropi. Zagotovila bo velike gospodarske priložnosti, izboljšala produktivnost, zmanjšala stroške in povečala konkurenčnost. Treba je razviti nove proizvode in storitve ter poiskati nove načine za zmanjšanje porabe virov in količine odpadkov, izboljšanje upravljanje zalog virov, spremembo vzorcev porabe, optimizacijo proizvodnih procesov, upravljalvske in poslovne metode ter izboljšanje logistike. To bo pomagalo spodbuditi tehnološke inovacije, povečati zaposlovanje v hitro rastočem sektorju „neoporečne tehnologije“, ohraniti trgovino v EU, vključno z odprtjem novih izvoznih trgov, z bolj trajnostnimi proizvodi pa bodo imeli koristi tudi potrošniki.

Slika 1: Razvoj porabe virov že v zasnovi izdelka



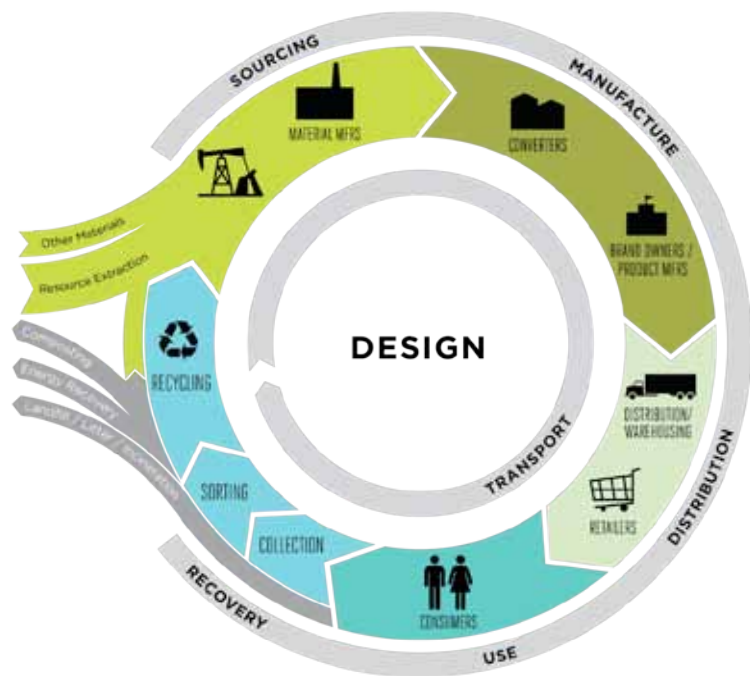
Z učinkovitejšo rabo virov bomo lahko dosegli mnogo ciljev EU. Pri doseganju napredka bo ključnega pomena obvladovanje podnebnih sprememb in izpolnjevanje našega cilja glede zmanjšanja emisij toplogrednih plinov v EU z 80 na 95 % do leta 2050. Učinkovita raba virov je potrebna za zaščito dragocenega ekološkega bogastva, storitve, ki jih zagotavlja, in kakovost življenja za sedanje in prihodnje generacije. Z zmanjšanjem odvisnosti od goriv in snovi, katerih zaloge se zmanjšujejo, lahko večja učinkovitost virov poveča tudi zanesljivost oskrbe s surovinami v Evropi in gospodarstvu EU omogoči, da bo bolj odporno na prihodnja povečanja cen energije in blaga na svetovni ravni.

UPRVLJANJE IN SPREMLJANJE NAPREDKA

Pri izvajanju dejavnosti krožnega gospodarstva opazimo, da se potrebuje nova orodja za spremljanje in merjenje napredka na področju učinkovite rabe virov. Nekatere pomembne referenčne vrednosti so že določene v glavnih ciljnih strategije Evropa 2020, na primer glede znižanja emisij toplogrednih plinov za 20 % (ob pravih pogojih za 30 %), 20 % obnovljivih

virov energije in 20 % povečanja energetske učinkovitosti. Vendar pa so potrebni kazalniki glede vprašanj, kot so razpoložljivost naravnih virov, njihov položaj, učinkovitost njihove rabe, nastajanje odpadkov in obseg recikliranja ter učinek na okolje in biotsko raznovrstnost. Zato si v REUSE sektorju prizadevamo, da se zagotovijo ustrezni kazalniki za spremljanje in za namene analize, ki bodo temeljili na primer na kazalnikih glede trajnostnega razvoja in realne vrednosti priprave na ponovno uporabo. Obstaja resen problem vrednotenja naših izdelkov, ki so zasnovani po principu kroženja virov in imajo popolno krožno zasnovano. Cena izdelka ne prokrije stroška izdelave, saj so novi viri iz držav tretjega sveta cenejši kot ponovno uporabljeni viri v Evropi. Upravljanje in spremljanje napredka bo potekalo v okviru strategije Evropa 2020 in bo vključevalo ustrezne elemente strategije EU za trajnostni razvoj, da se zagotovi splošna skladnost. Iz naših gospodarstev in javnih služb pa še vedno odteka dragoceni materiali. V svetu, kjer povpraševanje po omejenih in občasno redkih virih ter konkurenca na tem področju stalno naraščata, pritisk na vire pa povzroča vse večjo degradacijo in ranljivost okolja, je za nas lahko z ekonomskega in okoljskega vidika koristno, da te vire bolje izkoristimo. Tudi javni sektor še vedno sledi linearnemu modelu, ki temelji na predpostavki, da so izdelki, ki jih več ne potrebujejo »odpadki« in jih je potrebno obravnavati kot odpadke, ker imajo takšen interen predpis. Kljub možni zagotovitvi ponovne uporabe se izdelki usmerjajo med odpadke in izgubijo možnost prispevati k krožnemu gospodarstvu. Prehod na bolj krožno gospodarstvo je zato bistvenega pomena za doseg učinkovite rabe virov predvsem iz vidika razumevanja pomena kroženja virov, saj lahko prinesejo velike gospodarske koristi.

Slika 2: Sprememba v pristopu zagotavljanja kroženja virov



Po ocenah bi izboljšave učinkovitosti virov po vseh vrednostih verigah lahko zmanjšale potrebe po vlaganju materialov za 17–24 % do leta 2030. Poslovno usmerjene raziskave, ki temeljijo na modeliranju na ravni proizvodov, kažejo na možnosti znatnega prihranka pri stroških materialov za industrijo EU, ki izvirajo iz pristopov krožnega gospodarstva, in na potencial za povečanje BDP v EU do 3,9 % z ustvarjanjem novih trgov in novih proizvodov ter ustvarjanjem vrednosti za podjetja. Zato ni presenetljivo, da si podjetja neprestano prizadevajo za izboljšanje upravljanja virov, vendar jih pri tem ovirajo različne tržne prepreke.

ZASNOVE IN INOVACIJE ZA KROŽNO GOSPODARSTVO

Pristopi v okviru krožnega gospodarstva z zasnovami odpravijo odpadke in ponavadi vključujejo inovacije v celotni vrednostni verigi, namesto da bi se zanašali zgolj na rešitve po izrabljenosti proizvoda. Med drugim lahko vključujejo:

- zmanjšanje količine materialov, potrebnih za zagotovitev določene storitve („light-weighting“ – zmanjševanje teže);
- podaljšanje življenjske dobe proizvodov (trajnost);
- zmanjšanje uporabe energije in materialov v fazah proizvodnje in uporabe (učinkovitost);
- zmanjšanje uporabe nevarnih materialov in materialov, ki jih ni mogoče zlahka reciklirati, v proizvodih in proizvodnih procesih (nadomestitev);
- ustvarjanje trgov za sekundarne surovine (reciklirane materiale) (na podlagi standardov, javnih naročil itd.);
- oblikovanje izdelkov, katerih zasnova olajša vzdrževanje, popravila, nadgradnjo, predelavo ali recikliranje (okoljsko primerna zasnova);
- razvoj s tem povezanih storitev za potrošnike (storitev vzdrževanja/popravil itd);
- spodbujanje potrošnikov k zmanjšanju nastajanja odpadkov in visokokakovostnemu ločevanju ter zagotavljanje podpore v zvezi s tem;
- spodbujanje sistemov ločevanja in zbiranja, ki čim bolj znižajo stroške recikliranja in ponovne uporabe;
- olajševanje povezovanja dejavnosti za preprečitev, da bi stranski proizvodi postali odpadki (industrijska simbioza), in
- spodbujanje širše in boljše izbire potrošnikov na podlagi storitev najema, posojanja ali skupne rabe proizvodov kot alternative lastništvu, pri čemer se ščitijo interesi potrošnikov (v smislu stroškov, varstva, informacij, pogodbenih pogojev, vidikov zavarovanja itd.).

Slika 3: **Primer kuhinje, izdelana po principu kroženja virov (CPU Ljubljana)**



ZAKLJUČKI

V času izvajanja dejavnosti priprave na ponovno uporabo v mreži Centrov ponovne uporabe smo od leta 2009 dalje smo dosegli velik napredek pri razumevanju odpadkov kot virov in

izdelkov ter spodbujanju trajnostnih načinov ravnanja z njimi. Potrebna so odločna sporočila politike, da bi ustvarili dolgoročno predvidljivost za naložbe in spremembe, na podlagi katerih se bodo materiali, kot so plastika, steklo, kovine, papir, les, guma in drugi materiali, ki jih je mogoče reciklirati, vrnil v gospodarstvo kot sekundarne surovine po konkurenčnih cenah. Določitev jasnih ciljev za recikliranje za obdobje do leta 2030 bo zagotovila takšno predvidljivost in gotovost. Slovenija je po količini odpadkov na prebivalca pod evropskim povprečjem, vendar pa žal nismo dovolj uspešni pri uporabi odpadkov kot surovin. Kljub definiranemu prednostnemu redu ravnanja z odpadki, kjer je na prvo mesto postavljeno preprečevanje nastajanja odpadkov, nakar sledi ponovna uporaba pred recikliranjem, se v praksi še vedno srečujemo z neuresničevanjem najpomembnejših elementov gospodarnega ravnanja z odpadki. Do leta 2020 morajo vse članice EU doseči cilj, da 7 kg izdelkov na prebivalca usmerijo v ponovno uporabo, do leta 2025 pa 9 kg/osebo. Iz zakonodajnega vidika ni dovoljeno odlagati neobdelanih odpadkov, zato so Centri ponovne uporabe pomembna nadgradnja v sistemu obdelave odpadkov in ponovne uporabe. S Centri

ponovne uporabe zmanjšujemo brezposelnost, iz odpadkov ustvarjamo uporabne dobrine, povečujemo ekonomski in socialni razvoj regije, promoviramo ponovno uporabo, varčujemo odlagališčni prostor, udeležujemo evropsko in nacionalno zakonodajo na področju odpadkov ter z razvojem novih okoljskih storitev in zelenih tehnologij prispevamo k evropski dodani vrednosti in večanju konkurenčnosti. Tako slovenska mreža Centrov ponovne uporabe Ljubljana, Rogaška Slatina, Vojnik, Tepanje, Slovenske Konjice, Ormož, Trebnje, Kočevje, Miklavž na Dravskem polju prispeva k udeležanju ciljev krožnega gospodarstva. Dejavnost priprave na ponovno uporabo poleg okoljskih učinkov neposredno prispeva k zmanjšanju stopnje tveganja revščine in socialne izključenosti zlasti ranljivih družbenih skupin, kar je tudi pomemben sinergijski vidik kroženja virov.

Viri in literatura

1. Sporočilo komisije evropskemu parlamentu, svetu, evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in odboru regij. Časovni okvir za Evropo, gospodarno z viri /* COM/2011/0571 konč. */
2. DIREKTIVA 2008/98/ES EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv (Uradni list Evropske unije št. 312/2008, 22. 11. 2008)
3. Vovk, M. (online). Prvi Center ponovne uporabe v Sloveniji. Dostopno na: <http://www.eko-tce.eu> (18.1.2017)
4. <http://blog.grabcad.com/blog/2014/09/26/design-reuse-knowledge-reuse/> 19. 1. 2017
5. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=CELEX%3A52011DC0021>, 19.1.2017

TRAJNOSTNO UPRAVLJANJE Z METALURŠKIMI ODPADKI PROJEKT SWIM

SUSTAINABLE WASTE INDUSTRY MANAGEMENT PROJECT SWIM

» Metka GOSTEČNIK, uni. dipl. kem., raziskave in razvoj

Ekomineral d.o.o.
Savinjska cesta 25, Žalec
metka.gostecnik@ekomineral.si

Povzetek

Vse večja raba naravnih virov surovin na eni strani in želja po ohranjanju okolja na drugi strani, nas sili v iskanje alternativnih rešitev. To se odraža v povečani uporabi recikliranih alternativnih materialov, širjenju dejavnosti recikliranja in ponovne uporabe znotraj gospodarskih dejavnosti. Metalurški odpadki in drugi industrijski odpadki, ki nastajajo v različnih proizvodnih procesih, predstavljajo odličen vir sekundarnih surovin. Raziskave na področju predelave teh materialov in razvoj inovativne tehnološke opreme združuje projekt SWIM.

Ključne besede: metalurški odpadki, industrijski odpadki, gradbeni proizvodi, recikliranje, ponovna uporaba

Abstract

The increasing use of natural sources of raw materials on the one hand and the desire to preserve the environment on the other hand, forces us to seek alternative solutions. This is reflected in increasing use and re-use of recycled alternative mate-

rials. Metallurgical waste and other industrial waste generated in the different production processes represent an excellent source of secondary raw materials. Project SWIM combines research in fields of processing waste materials and development of innovative technological equipment for recycling.

Key words: metallurgical waste, industrial waste, construction products, recycling, re-use

SUROVINE – VIR GOSPODARSTVA

Gospodarstvo kot celota vseh dejavnosti, ki so usmerjene v izdelovanje dobrin, je odvisno od surovin. To so neobdelane, neočiščene snovi v naravnem stanju, ki so namenjene za proizvodnjo. Njihovo izkoriščanje močno posega v naravno okolje dragocenih nahajališč, katerih količinska sposobnost ni neomejena. Odvisnost od surovin je šibka točka svetovnega gospodarstva. V zadnjih letih je tako zaslediti vse večje zavedanje potrebe po ohranjanju naravnega okolja in izhajajočih surovin. Vzpostavlja se sistem, kjer bodo viri čim dlje prisotni v proizvodnem in potrošnem ciklu, kar pomeni nižjo porabo svežih surovin in manjše okoljske vplive. Optimalni materiali za pridobivanje sekundarnih surovin predstavljajo industrijski odpadki iz različnih proizvodnih panog. Jeklarska industrija in gradbeništvo sta takšni panogi, kjer je poraba surovin ogromna. Njuna specifičnost pa je tudi velika možnost uporabe recikliranih sekundarnih surovin.

PROJEKT SWIM

Iz gornjih vzgibov so se družbe Ekomineral d.o.o., Štore Steel d.o.o. in Storkom d.o.o. že pred leti odločile pristopiti k celoviti trajnostni rešitvi ravnanja z metalurškimi odpadki, v obliki projekta SWIM, ki vsebuje raziskovalno razvojne dejavnosti naslednjih segmentov:

- razvoj novih uporabnih produktov iz metalurških odpadkov,
- razvoj inovativne tehnološke opreme za obdelavo metalurških odpadkov,
- razvoj celostne tehnične rešitve za predelavo v preteklosti odloženih metalurških odpadkov ter sanacijo odlagališča Vrhe.

Projekt predstavlja inovativni proces ravnanja z metalurškimi odpadki, ki nastajajo pri proizvodnji jekla na območju jeklarne Štore. S takšnim pristopom želimo doseči, da metalurški odpadki ne bodo predstavljali obremenitve za okolje, prav tako pa ne bodo zmanjševali konkurenčnosti proizvajalcev jekla. Ravnanje z metalurškimi odpadki predstavlja novi vir prihodkov v celotni verigi udeležencev.

Projekt sledi ključnim usmeritvam prehoda v krožno gospodarstvo: reciklaža, razvoj materialov, pridobivanje alternativnih surovin ter upravljanje virov; čista voda, čist

zrak, neonesnažene površine in vzpostavljanje kratkih tržnih poti. Končni cilj projekta je uspešna zasnova celostnega sistema trajnostne obdelave metalurških odpadkov z možnostjo ponovne uporabe izločenih materialov in predelave v nove proizvode ter izgradnja inovativnega modela stroja, ki bo omogočal tehnološko in ekonomsko optimalno predelavo metalurških odpadkov iz tekoče proizvodnje jekla in starih metalurških bremen.

V dosedanjih letih smo uspešno razvili in izdelali inovativno mobilno tehnološko opremo za obdelavo metalurških odpadkov iz tekoče proizvodnje jekla - Vili Magneto, ki smo jo še nadgradili z bistveno izboljšanim ločevalnim modulom, v celoti plod dela tehnološko razvojne ekipe. Razvili smo nove družine gradbenih produktov iz recikliranih materialov s širokim spektrom uporabe v gradbeništvu in rudarstvu.



Vili Magneto

Dokazali smo smiselnost nadaljnjih vlaganj v raziskave in razvoj dela projekta SWIM, ki ima za cilj razvoj novih produktov za proizvodne procese v jeklarni Štore Steel tako, da bo možno ponovno uporabiti vse magnetne in nemagnetne kovine, ki se bodo izločevale pri predelavi ter izdelati inovativno mobilno modularno tehnološko opremo – Hefajst, za obdelavo starih metalurških odpadkov iz deponije Vrhe.

Metalurški odpadki

Proizvodnji program Štore Steel d.o.o. zajema kvalitetna jekla za uporabo v strojegradnji, za kovanje in za izdelavo vzmeti ter izboljšana obdelovalna jekla. Predstavljajo skupini ogljikovih jekel in malo legiranih jekel.

Osnovne surovine za izdelavo jekla so:

- jekleni odpadek, jeklarski grodelj,
- ferolegure, ki jih delimo na:
 - masivne ferolegure (FeSi, FeMn, FeCr, SiMn),
 - plemenite ferolegure (FeMo, FeV, FeNb, FeW, FeTi),
 - ostale ferolegure (CaSi, CaC₂, SiC),
 - polnjena žica (C, S, FeS),
- žlindrotvorni dodatki (apno, dolomitno apno, žveplov granulat).

Pri proizvodnji jekla nastanejo velike množine odpadnih stranskih materialov. Glavnino predstavljata črna in bela metalurška žlindra, ostalo pa so ognjevarne obloge, filtrski prah, valjarniška in jeklarska škaja, odpadno železo in jeklo – žgura ter manjše količine drugih metalurških odpadkov.



Črna žlindra nastane pri pretaljevanju jeklenega odpadka pri izdelavi ogljikovih jekel pri visokih temperaturah cca. 1600°C. Talini jekla se dodaja žlindrotvorne dodatke (apno, dolomitno apno, jedavec) z namenom rafinacije nekovinskih vključkov iz taline jekla. Talino črne žlindre se po končanem primarnem procesu ločeno odlije od taline jekla. Takrat se začne proces ohlajanja črne žlindre s katerim lahko vplivamo na njene lastnosti.

Bela žlindra nastaja pri sekundarnem metalurškem procesu, kjer pri legiranju vroče taline jekla dodajajo različne kovinske legure za izboljšanje lastnosti jekel. Po konča-

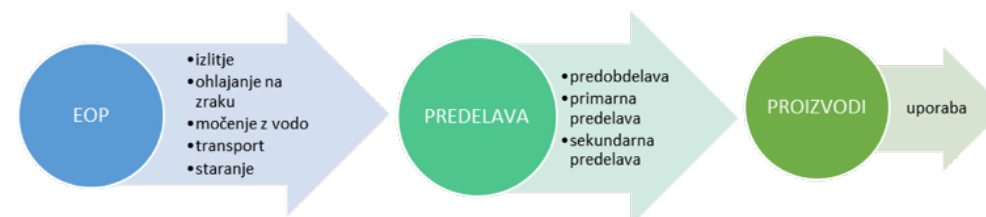
nem kontinuirnem ulivanju jeklenih gredic se odstrani nastala bela žlindra, ki se začne ohlajati na prehodnem deponijskem prostoru.

Obe vrsti žlinder sta primerni za predelavo v nove proizvode. Mineralni del je namenjen predelavi v gradbene proizvode, izločene magnetne kovine pa se ponovno uporabijo v proizvodnji jekla. Velik potencial ponovne uporabe v metalurških procesih imajo tudi dragocene legurne kovine, ki so v naravi vedno redkejše, zato je za njih smiselno poiskati nove postopke pridobivanja iz odpadnih materialov in jih razviti v primerno obliko za ponovno uporabo. Tudi filtrski prah iz odpraševalnih naprav proizvodnega obrata vsebuje visoke količine železa, cinka in drugih dragocenih kovin, ki se lahko s posebnimi postopki izločijo in ponovno uporabijo v jeklarstvu.

Gradbeni proizvodi iz recikliranih metalurških odpadkov

Na podlagi razvojnih spoznanj v zadnjih letih, pravilno predelani metalurški odpadki predstavljajo primerne alternativne vire in uporabno surovino, ki jo je v večini možno kvalitetno uporabiti v gradbeništvu. Ustrezno predelana črna in bela jeklarska žlindra sodita med kvalitetne odpadne materiale. Črna žlindra je relativno stabilen material, ki lahko uspešno nadomešča najkvalitetnejše naravne kamnine, iz kakršnih se pridobiva agregat za obrabne asfaltne plasti za najtežje prometne obremenitve. Obe vrsti žlinder sta ustrezen surovinski material tudi za predelavo v nosilne agregate za cestogradnjo. Po mehanskih, mineraloških in kemijskih lastnostih je njuna kvaliteta povsem primerljiva z naravnimi agregati.

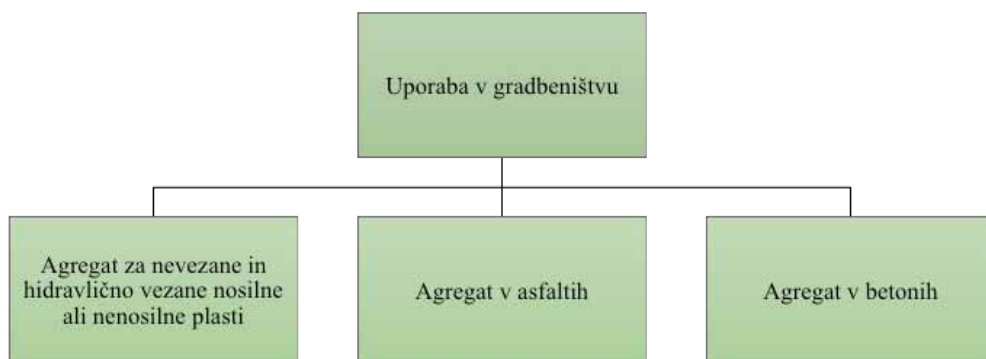
Trajnostno ravnanje z jeklarsko žlindro kot odpadkom iz tekoče proizvodnje jekla zajema vse postopke ravnanja, ki si morajo slediti v pravilnem zaporedju od ohlajanja, transporta, staranja do predelave v proizvode. Če so vsi postopki pravilno izvedeni, je na koncu celotne predelovalne verige izhodni material odlične kvalitete.



Predelovalna veriga

Za namene uporabe predelane črne in bele žlindre smo razvili dve skupini gradbenih proizvodov Remix Stone/Slage in Remix Stone/Slage/Construction waste, nazivnih frakcij 0/4, 0/8, 0/16, 0/32 in 0/125. Sestavljene so iz optimalnih deležev različnih medsebojno dopolnjujočih se naravnih mineralnih in sekundarnih mineralnih surovin.

Pomembni lastnosti črne in bele žlindre za namene uporabe kot sekundarna surovina v gradbeništvu sta kemijska inertnost in prostorska stabilnost. Črna in bela žlindra predelani v agregate lahko imata sledeče namene uporabe v gradbeništvu:



Shematski prikaz možne uporabe predelane črne in bele žindre v gradbeništvu

Ključni gradbeni proizvodi iz predelane črne jeklarske žindre so asfaltne frakcije kot agregat za obrabne asfaltne plasti za najtežje prometne obremenitve, ki so izjemno kvaliteten material in uspešno nadomeščajo naravne kamnine. V Sloveniji trenutno nimamo aktivnega kamnoloma, ki bi proizvajal primeren agregat. Naravne eruptivne kamnine uvažamo iz Avstrije in Hrvaške.

Uporaba črne žindre je mogoča v vseh asfaltnih plasteh, tudi v nosilnih in veznih plasteh, vendar je zaradi njenih odličnih tornih sposobnosti najbolj smiselna uporaba v asfaltnih obrabnih in zapornih plasteh. Le te predstavljajo najkvalitetnejše asfaltne plasti kot vrhnje plasti voziščne konstrukcije, s katerimi je uporabnik ceste ves čas v kontaktu.

Drugi industrijski odpadki

Med za predelavo sprejemljive industrijske odpadke, znotraj projekta SWIM, **štejemo tiste odpadke**, ki kot material kažejo lastnosti primerne za uporabo v gradbeništvu in rudarstvu. So raznoliki in se razlikujejo tako po vrsti, sestavi, kraju nastajanja in so ločeno zbrani že na izvoru.

Med nenevarne odpadke mineralnega izvora, ki imajo potencial predelave v nove gradbene proizvode razvrščamo poleg odpadkov iz jeklarske industrije še odpadke iz livarn, proizvodnje stekla, opek in keramike, cementa, apna in sadre, papirja, odpadki iz termoenergetskih objektov in drugih kurilnih naprav, in sicer:

- **žindre** iz različnih postopkov taljenja,
- drugi trdni anorganski odpadki: prah, pepel, sadra itd.,
- mineralna blata, mulji iz dekarbonacije, mulji iz proizvodnje betona, cementa, malte, apna, papirja,
- izrabljene ognjevarne obloge iz metalurških in nemetalurških procesov, livarski odpadni peski in drugo.

Projekt SWIM je usmerjen tako, da lahko ti in drugi odpadni materiali bistveno prispe-

vajo k surovinski bazi. Njihove lastnosti ocenjujemo na podlagi geomehansko fizikalnih in kemijskih meril ustreznosti. Na osnovi rezultatov pregleda možnosti za pridobivanje surovin in zagotavljanja sprejemljive ravni onesnaževal v surovinskem toku sprejemamo ekonomsko upravičene odločitve za njihovo predelavo.

SNOVNA ALTERNATIVA OBSTAJA

Razvita družba za svoje potrebe čezmerno izkorišča vrsto naravnih virov. Od ustreznega upravljanja z naravnimi viri je odvisna kakovost življenja današnjih in bodočih generacij. Posledice prekomernega izkoriščanja naravnih virov se najprej pokažejo na lokalnem nivoju; zaradi medsebojne odvisnosti in povezanosti držav ter mednarodne trgovine z naravnimi viri pa je upravljanje z naravnimi viri vprašanje svetovnega pomena.

Vendar kot smo prepoznali, snovne alternative naravnim virom obstajajo. Znotraj vseh različnih deležnikov krožnega gospodarstva želimo s projektom SWIM spodbuditi sodelovanje s proizvodnimi podjetji komplementarnih panog in razvojno raziskovalnimi organizacijami ter tako podpreti izvajanje dejavnosti trajnostnega ravnanja z odpadnimi materiali na lokalnem in širšem območju.



Viri in literatura

1. Načrt raziskovalno razvojne dejavnosti v družbi Ekomineral, 2014
2. Novelacija načrta razvojno raziskovalnega projekta SWIM, 2015

NEVARNI ODPADKI IZ GOSPODINJSTEV IZKUŠNJE IZ PRETEKLEGA OBDOBJA

HAZARDOUS WASTE FROM HOUSEHOLDS EXPERIENCE FROM THE PREVIOUS PERIOD

» Boštjan ŠIMENC¹
Jure FLERIN²

KEMIS d.o.o
Pot na Tojnice 42, Vrhnika

¹bostjan.simenc@kemis.si,

²jure.flerin@kemis.si

Povzetek

Zbrane količine nevarnih odpadkov iz gospodinjstev strmo naraščajo iz leta v leto. Strm trend naraščanja odpadkov gre pripisati predvsem vedno večji ekološki zavesti prebivalcev, svoj delež nosi pa tudi vedno bolj dosledno ločeno zbiranje odpadkov na mestu nastanka in nadzor odlaganja odpadkov v posamezne zabojnike. Z odpiranjem zbirnih centrov za ravnanje z odpadki, v okviru katerih je tudi zbiralnica nevarnih odpadkov, se je močno povečala možnost oddaje nevarnih odpadkov, kar je tudi prispevalo k večjemu deležu zbranih tovrstnih odpadkov. Strma rast količine zbranih nevarnih odpadkov pa na drugi strani predstavljajo vedno večji problem ustreznega ravnanja, zbiranja in odstranjevanja, predvsem v zbirnih centrih. V prispevku so predstavljeni načini zbiranja, problemi pri zbiranju, pa tudi zakonodajni problemi pri ravnanju z nevarnimi odpadki. Ob koncu so predstavljeni predlogi za izboljšave.

Ključne besede: Nevarni odpadki, zbirni center, odpadki iz gospodinjstev

Abstract

The collected quantities of hazardous waste from households is increasing rapidly from year to year. Growing volume of waste is mainly due to the increasing environmental awareness of the population, its share contributes also increasingly strict separate collection of waste at source and the control of waste disposal in individual containers. With the opening of collection centres for waste management in the context of which the collector of hazardous waste has greatly increased the possibility of a transfer of hazardous waste, which also contributed to a greater proportion of this waste collected. The steep growth in the quantity of hazardous waste collected, on the other hand, represent a growing problem of proper handling, collection and disposal, especially in collection centres. The article presents the methods of collecting, problems in data collection, as well as legislative issues in the management of hazardous waste. At the end of the presented proposals for improvements.

Key words: Hazardous waste, collection centre, household waste

PREDSTAVITEV PODJETJA

Kemis je družba, ki se ukvarja z zbiranjem, predelavo, odstranjevanjem, prevozom ter posredovanjem in trženjem različnih vrst odpadkov. Družba je bila ustanovljena 1.4.1983 in je kot prvo podjetje v Sloveniji leta 1991 izpolnjevalo pogoje za ravnanje s »posebnimi« odpadki. Od leta 2003 je v 100% lasti Gorenje d.d. . Poleg matičnega podjetja v Sloveniji ima Kemis še svoje podjetja na Hrvaškem.

Družba želi postati najboljše podjetje na področju gospodarjenja z nevarnimi odpadki v Sloveniji in v državah bivše Jugoslavije. S svojo dejavnostjo zmanjšuje vpliv odpadkov iz proizvodnje, storitev in gospodinjstev na okolje. Kupcem ponuja strokovne, celovite, vsestransko varne in stroškovno sprejemljive rešitve na področju gospodarjenja z odpadki, pri tem pa se drži vrednot kot so varnost, znanje, učinkovitost, odzivnost, zgljednost in odgovornost.

Z namenom zagotavljanja visoke kvalitete storitev, ustreznega ravnanj z okoljem in ustreznega varstva pri delu, je podjetje uskladilo delovanje z zahtevami standardov ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 in EMAS.

UVOD

a. Zakonodaja

Področje nevarnih odpadkov iz gospodinjstev pokrivajo naslednji predpisi:

- Zakon o varstvu okolja (*krovni zakon*)
- Odredba o ravnanju z ločeno zbranimi frakcijami pri opravljanju javne službe ravnanja s komunalnimi odpadki (*Uradni list RS, št. 21/01*)
- Uredba o odpadkih (*Uradni list RS, št. 37/15 in 69/15*)
- Drugi specifični predpisi
- Vrste odpadkov, ki se zbirajo:

Št. odpadka	Vrsta odpadka
15 01 10*	Embalaža, ki vsebuje ostanke nevarnih snovi ali je onesnažena z nevarnimi snovmi
15 01 11*	Kovinska embalaža, ki vsebuje nevaren trden porozen oklep (npr. azbest), vključno s praznimi tlačnimi posodami
20 01 13*	Topila
20 01 14*	Kislina
20 01 15*	Alkalije
20 01 17*	Fotokemikalije
20 01 19*	Pesticidi
20 01 21*	Fluorescenčne cevi in drugi odpadki, ki vsebujejo živo srebro
20 01 25	jedilno olje in masti
20 01 26*	Olje in masti, ki niso navedeni v 20 01 25
20 01 27*	Barve, tiskarske barve, lepila in smole, ki vsebujejo nevarne snovi
20 01 29*	Čistila (<i>detergenti</i>), ki vsebujejo nevarne snovi
20 01 33*	Baterije in akumulatorji, navedeni v 16 06 01, 16 06 02 ali 16 06 03, in ne sortirane baterije in akumulatorji, ki vsebujejo te baterije
20 01 99*	Odpadki, ki niso navedeni drugje

b. Obveznosti izvajalca javne službe

Skladno s 4. čl. »Odredbe o ravnanju z ločeno zbranimi frakcijami pri opravljanju javne službe ravnanja s komunalnimi odpadki«, mora izvajalec javne službe za izločanje nevarnih frakcij zagotoviti:

- ločeno zbiranje in prevzemanje v zbiralnicah nevarnih frakcij
- ločeno zbiranje in prevzemanje v premičnih zbiralnicah nevarnih frakcij
- prevzem opreme, ki se uporablja v gospodinjstvu in vsebuje nevarne snovi
- razvrščanje zbranih komunalnih odpadkov v sortirnici

c. Nevarne lastnosti odpadkov

Nevarne lastnosti odpadkov definirajo predpisi s treh področij, tako da razvrščanje poteka na osnovi:

- Uredbe o ravnanju z odpadki
- Zakona o kemikalijah (*Pravilnik o razvrščanju, pakiranju in označevanju nevarnih snovi, Pravilnik o razvrščanju, pakiranju in označevanju nevarnih pripravkov*)
- ADR in RID predpisov o mednarodnem cestnem in železniškem prevozu nevarnega blaga
- Nevarne odpadke prepoznamo po oznakah nevarnosti



d. Izvor odpadkov

Nevarne snovi v naših domovih uporabljamo vsakodnevno, posledično nastajajo nevarni odpadki iz gospodinjstev. Pri prepoznavanju nevarnih odpadkov si pomagamo s simboli nevarnosti, s katerimi mora biti označena embalaža, v kateri je nevarna snov. Nekateri najbolj pogosti izvori nastanka nevarnih odpadkov so:

- VZDRŽEVANJE HIŠ, STANOVANJ... (barve, laki, redčila, jedkala, čistila...),
- VZDRŽEVANJE VOZIL (olja, akumulatorji, baterije...),
- VZDRŽEVANJE OPREME (olja, baterije, sijalke...),
- VRTIČKARSTVO (ostanki in embalaža pesticidov...),
- ZDRAVLJENJE (pripravki s pretečenim rokom...),
- HOBIJI (fotokemikalije, barve, laki, lepila, jedkala, kisline, lugi...),
- OSTALO (petarde, karbid, živo srebro...)

NAČINI ZBIRANJA NEVARNIH ODPADKOV IZ GOSPODINJSTEV

a) Zbiranje s premično zbiralnico

V skladu z 12. členom odredbe o ravnanju z ločeno zbranimi frakcijami pri opravljanju javne službe ravnanja s komunalnimi odpadki (*Uradni list RS, št. 21/01*), je v naseljih z več kot 1.000 prebivalci, v katerih ni zbiralnice nevarnih frakcij, treba v okviru javne službe zagotoviti ločeno zbiranje teh frakcij najmanj enkrat v koledarskem letu s premično zbiralnico nevarnih frakcij.

Slika 1: **Namenski kontejner**



Slika 2: **Dostavno vozilo**



Če je premična zbiralnica iz prejšnjega odstavka tovorno vozilo, mora njegov postanek v posameznem naselju trajati vsaj tri ure.

Izvajalec javne službe mora povzročitelje komunalnih odpadkov v naseljih iz prvega odstavka tega člena najmanj štirinajst dni pred ločenim zbiranjem nevarnih frakcij v premični zbiralnici obvestiti o času in načinu prevzema z naznanilom, objavljenim na krajevno običajen način.

V Kemisu izvajamo zbiranje nevarnih odpadkov s premično zbiralnico, ki je lahko namenski kontejner za zbiranje nevarnih odpadkov, dostavno vozilo z ADR opremo ali tovorno vozilo z ADR opremo. Naročnik sam izbere način zbiranja, primerno za teren in predvidene količine. Prednost premične zbiralnice je boljša dostopnost v oddaljenih krajih.

Slika 3: **Tovorno vozilo**



Slike posameznih načinov zbiranja so prikazani na slikah 1., 2. in 3.

b) Zbiranje v zbirnih centrih

V skladu z 11. členom odredbe o ravnanju z ločeno zbranimi frakcijami pri opravljanju javne službe ravnanja s komunalnimi odpadki (*Uradni list RS, št. 21/01*), je v okviru javne službe treba za ločeno zbiranje nevarnih frakcij urediti in opremiti najmanj:

- eno zbiralnico nevarnih frakcij v naselju z več kot 25.000 prebivalci,
- dve zbiralnici nevarnih frakcij v naselju z več kot 60.000 prebivalcev, in
- eno zbiralnico nevarnih frakcij na vsakih 60.000 prebivalcev v naselju z več kot 100.000 prebivalci.

Podjetje Kemis na področju zbiranja nevarnih odpadkov iz gospodinjstev z več kot 20 izvajalci javne službe ravnanja z odpadki, ki izvajajo svojo dejavnost v več kot 60 slovenskih občinah in pokrivajo približno tretjino prebivalstva Republike Slovenije. Pri tem se različni izvajalci odločajo za različne načine zbiranja, vedno več pa se jih odloča tudi za zbirne centre. Potrebno je poudariti, da se za odprtje zbiralnic nevarnih odpadkov izvajalci odločajo tudi tam, kjer to ne bi bilo potrebno, saj nimajo naselij, ki bi imela več kot 25.000 prebivalcev, kar je vsekakor pohvalno.

Načini zbiranja nevarnih odpadkov iz gospodinjstev v stalnih zbiralnicah so prav tako kot pri zbiranju s premično zbiralnico različni. Prednost tovrstnega zbiranja je časovna dostopnost, saj je oddaja odpadkov možna praktično vsak dan, medtem ko je premična zbiralnica vezana na točno določen termin. Poleg tega so zbiralnice nevarnih odpadkov postavljene v sklopu zbirnega centra, kamor, poleg nevarnih odpadkov, občani lahko oddajajo vse vrste odpadkov.

Na slikah 5. in 6. sta prikazana različna načina zbiranja nevarnih odpadkov v stalni zbiralnici.

Slika 4: Zbirni center



Slika 5: Poseben prostor



Slika 6: Namenski kontejner

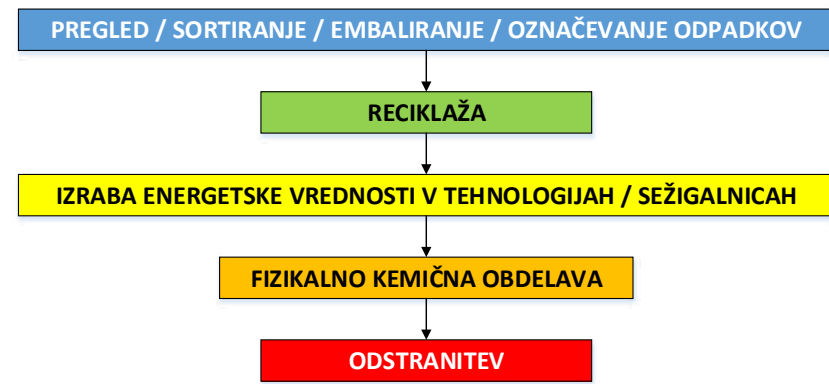


RAVNANJE Z NEVARNIMI ODPADKI

Zbrane nevarne odpadke iz gospodinjstev se obravnava enako kot nevarne odpadke, ki nastajajo v industriji in drugih dejavnostih. Na mestu zbiranja, pa naj bo to premična ali stalna zbiralnica, se na mestu odpadke sortira po posameznih vrstah. Po sprejemu nevarnih odpadkov na našem skladišču se jih še enkrat dodatno pregleda, da se izloči možnost nesreč zaradi mešanja različnih vrst odpadkov.

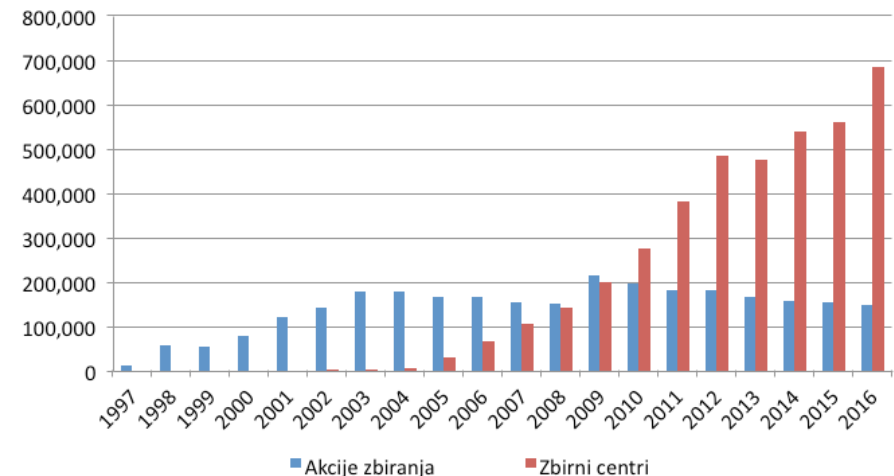
Diagram končne oskrbe odpadkov je prikazan v sliki 7., vedno pa se stremi k temu, da jih je kar največ možno reciklirati in šele nato izbrati druge, manj ekološko sprejemljive načine odstranjevanja. Vendar pa kljub temu naše izkušnje kažejo, da se največ nevarnih odpadkov odstrani z načinom izrabe energetske vrednosti v sežigalnicah.

Slika 7: Postopki ravnanja z nevarnimi odpadki



Zbrane količine nevarnih odpadkov iz gospodinjstev iz leta v leto strmo naraščajo, zanimivo pa je razmerje zbranih nevarnih odpadkov v premičnih in stalnih zbiralnicah. Količine so prikazane v sliki 8.

Slika 8: Letno zbrane količine v kg



PROBLEMI ZBIRANJA NEVARNIH ODPADKOV

Zaradi vedno večjih količin, zbranih v stalnih zbiralnicah nevarnih odpadkov iz gospodinjstev, prihaja do vedno večjih problemov pri zbiranju. Najbolj pereči problemi so:

- z nevarnimi odpadki v zbirnih centrih ravnajo pretežno nestrokovne in / ali neusposobljene osebe
- nevarne odpadke v zbirnih centrih se pretežno nepravilno zbira in skladišči – mešanje odpadkov med seboj, nepravilno odlaganje v neustrezne zabojnike,...
- premajhni in neustrezni prostori za zbiranje nevarnih odpadkov
- širši spekter odpadkov – težje sortiranje odpadkov na mestu
- več udeležencev akcij zbiranja
- prevzemanje nesortiranih nevarnih odpadkov v zbirnih centrih lahko:
- možnost nesreč na mestu prevzemanja ali kasneje med prevozom na skladišče za nevarne odpadke

Slika 9



Slika 10



Na slikah 9 in 10 je prikazano nepravilno zbiranje nevarnih odpadkov v namenskem kontejnerju

PROBLEMI ZAKONODAJE PRI ZBIRANJU NEVARNIH ODPADKOV IZ GOSPODINJSTEV

Sprejemanje nove zakonodaje na področju ravnanja z odpadki ne sledi smotrnosti zbiranja nevarnih odpadkov iz gospodinjstev. Tako je vedno več različnih vrst dokumentacije in prevzemnikov odpadkov, prav tako je vedno večji obseg logistike na tem področju. Ključni problemi so:

- prevzemanje odpadkov preko različnih shem
 - več prevzemnikov različnih vrst odpadkov
 - višji stroški prevzemanja
 - večja obremenitev okolja zaradi transporta

- več birokracije

- izbor izvajalca zbiranja nevarnih odpadkov preko razpisov – največkrat je edino merilo ponudbena cena
 - nižja kvaliteta storitev
 - premalo osveščanja prebivalstva
 - nekontinuirano sodelovanje – različni izvajalci

PREDLOGI ZA IZBOLJŠAVO PRI ZBIRANJU ODPADKOV

Zelo pomemben pogoj pri zagotavljanju ustreznega načina zbiranja nevarnih odpadkov v zbirnih centrih je ustrezen prostor za zbiranje. Pri premičnih zbiralnicah na mestu prevzema prisotni strokovni delavci odpadke sortirajo v za to določene posode, uporabljajo pa se količinam odpadkov primerno vozilo. Tako je zagotovljeno, da se odpadki ustrezno ločijo in shranijo do prevoza na skladišče. V stalnih zbiralnicah pa je pogosto problem zagotovljen prostor za zbiranje odpadkov in osebe, ki znajo ravnati z nevarnimi odpadki. Predlogi za izboljšavo so tako:

- Ustrezno opremljeni in urejeni prostori za zbiranje nevarnih odpadkov iz gospodinjstev
 - ustrezna velikost zbirnega prostora
 - lovilne palete ali lovilni jaški brez iztoka
 - ustrezna označena embalaža za zbiranje odpadkov
 - oprema za primer razlitja in primer nesreče
- Odgovorne osebe komunalnih podjetij poskrbijo da:
 - nevarne odpadke prevzemajo samo usposobljene osebe in jih takoj odložijo ločeno v za to ustrezne posode
 - v prostoru za nevarne odpadke ne pride do mešanja različnih vrst odpadkov
 - ne prihaja do razlitij
 - je prostor pod nadzorom / zaklenjen

Slika 11: Zbirni center



Slika 12: Zbirni center



- ne pride do nesreče pri ravnanju z nevarnimi odpadki

Slika 13: Zbirni center



- Ustrezno obveščeni in osveščeni prebivalci preko brošur, navodil na mestu zbiranja ali preko sredstev javnega obveščanja

Na slikah 11, 12 in 13 so prikazani ustrezni načini zbiranja nevarnih odpadkov v stalnih zbiralnicah nevarnih odpadkov. Z zadostno velikostjo prostora, z vso ustrezno varnostno opremo in posodami za zbiranje odpadkov, lahko usposobljen zbiralec zagotovi, da se odpadki varno odlagajo v za to namenjene posode in so primerno skladiščeni do odvoza na nadaljnje ravnanje. Prav tako se s tem optimizira frekvenco odvozov odpadkov, saj se ustrezno zbranih odpadkov lahko v nadaljnjo obdelavo odpelje neprimerno več, kot nepravilno zbranih. Pri tem ni dodatnega dela s sortiranjem, zmanjšana pa je tudi možnost nesreč pri ravnanju z nevarnimi odpadki.

PREDLOGI ZA IZBOLJŠAVO NA PODROČJU ZAKONODAJE

Z uvajanjem novih shem, preko katerih se prevzema različne vrste odpadkov, se imetnikom odpadkov otežuje delo, saj se oddaja odpadke ločeno po posameznih shemah različnim podizvajalcem nosilcev shem.

- prevzemanje odpadkov preko različnih shem
 - REŠITEV – vse nevarne odpadke v zbirnih centrih naj prevzema pogodbeni izvajalec in jih LOČENO medfazno skladišči do oddaje preko različnih shem v končno obdelavo
- izbor izvajalca zbiranja nevarnih odpadkov preko razpisov – edino merilo je praviloma ponudbena cena
 - REŠITEV – razpisi naj se izvajajo za večletna obdobja, večji poudarek pri izboru izvajalca naj bo pri:
 - Kvaliteti storitev
 - Izobraževanju zaposlenih, ki ravnajo z nevarnimi odpadki, s strani izbranega izvajalca – kako se ravna in zbira nevarne odpadke
 - Izvedbi osveščanja, obveščanja in izobraževanja zaposlenih kot tudi prebivalcev z različnimi orodji (priprava člankov, letakov, navodil,...)
 - Partnerskem sodelovanju z naročnikom

Viri in literatura

1. Interno gradivo podjetja KEMIS d.o.o., Vrhnika

ODVAJANJE IN ČIŠČENJE ODPADNIH VODA BREZ ODPADKOV?

DRAINING AND WASTEWATER TREATMENT WITHOUT WASTE?

» Igor ILAR

ICI, Igor Ilar s.p.

Črmošnjice pri Stopičah 21, 8000 Novo mesto
00 386 31 697 274

Info@ilar.si

Povzetek

Že v preteklosti je bilo povedano, ni ekologije brez ekonomije, žal. V današnjih časih, pa je postala poleg, seveda, ustreznega delovanja naprav tudi ekonomija še bolj pomembna. Odpadki v dejavnosti odvajanja in predvsem na področju čiščenja odpadnih voda pa predstavljajo ob neustreznem ravnanju z njimi zelo visok delež stroškov. V članku bom predstavil možnosti ustreznega in seveda tudi ekonomsko sprejemljivega ravnanja z odpadki, ki nastajajo na področju odvajanja in čiščenja odpadnih voda. Iz dosedanjih praks je že mogoče reči, da lahko z ustreznim načrtovanjem, pravilno izbiro tehnologij in usposobljenim upravljavcem naprav, kar je žal v Sloveniji še vedno težava, lahko pričnemo udeleževati načelo Zero Waste na področju odvajanja in čiščenja odpadnih voda. Tehnologija nam omogoča, zakonodaja želi, ekonomija pa nas dobesedno sili v to. V članku je glavni poudarek na odpadkih, ki predstavljajo glavno del vseh odpadkov in sicer na področju odvajanja odpadnih voda, odpadki iz peskolovov in odpadki, ki nastanejo pri čiščenju kanalizacije in objektov na kanalizacijskem omrežju. Pri čiščenju odpadnih vod največji delež predstavlja odvečno blato, sledijo pa odpadki site in grabelj ter odpadek lovilcev olj. Ostali odpadki so seveda tudi pomembni vendar v celotni zgodbi predstavljajo tako količinsko kot finančno zanemarljiv delež. Predstavljen je učinkovit način ravnanja s temi odpadki tako iz vidika redukcije količin kot tudi iz vidika ekonomije.

Ključne besede: Kanalizacija, čistilne naprave, odpadki

TRETIRANJE MEDICINSKOG OTPADA U LABORATORIJAMA TRANSFUZILOŠKE SLUŽBE KAO BIOHAZARDNOG MATERIJALA

TREATMENT OF MEDICAL WASTE IN LABORATORIES OF TRANSFUSION SERVICE AS BIOHAZARDOUS MATERIAL

» prof. dr. sci. med. Bratislav STANKOVIĆ¹
prof. dr. Dejan MITRAŠINOVIĆ¹
prof. dr. sci. med. Isidora MILANOVIĆ¹
prof. engleskog jezika Marina STANKOVIĆ²

¹Visoka zdravstvena školča strukovnih studija u Beogradu
Cara Dušana 254, 11 080 Zemun; Srbija

²Osnovna škola Jajinci
Ilije Petrovića 12, 11 000 Beograd, Srbija
dr.bratislavstankovic@gmail.com

Povzetek

U laboratorijama transfuziološke službe neophodno je da se na uređen način sprovedu programi i mere koji se odnose na upravljanje zaštitom radne i životne sredine u odnosu na biohazardne štetnosti, kao in a sistem upravljanja medicinskim otpadom.

Upravljanje zaštitom životne i radne sredine u laboratorijama transfuziološke službe ne razlikuje se mnogo od rada u medicinskim laboratorijama uopšte, ali zbog kompleksnosti rada transfuziološke službe i na terenu i u stacionarnim ustanovama postoje neke specifičnosti koje će biti naglašene u ovoj studiji. Zaštita životne i radne sredine u laboratorijama transfuziološke službe može se ostvariti samo efikasnom kontrolom svih štetnih faktora koji postoje i mogu se bilo kad ispoljiti u prostori-

jama, kako stacionarnih zdravstvenih ustanova, tako i na terenu gde se obrađuju dobrovoljni davaoci krvi i/ili krvnih konstituenta (hemoprodukti), tako i u laboratorijama transfuziološke službe u kojima se vrše pretransfuzijska i posttransfuzijska ispitivanja, testiranje krvi na markere krvlju prenosivih bolesti, kao i prerada i kontrola hemoprodukata za terapijsku upotrebu.

Zaštita otpočinje samim prepoznavanjem štetnih činioca (hazarda), a ostvaruje se razumnim pristupom i profesionalnim ponašanjem osoblja, kao i pravilnim radnim procesom u svim laboratorijskim celinama i stalnim sprovođenjem dobre laboratorijske prakse i tehnike pri laboratorijskom radu. Definirati način bezbednog rukovanja opremom, uzorcima krvi i produktima od krvi, od uzimanja krvi od dobrovoljnih davaoca, testiranju pre i posle primanja transfuzije, pripremi hemoprodukata i bezbednoj upotrebi hemoterapije (terapije krvlju i krvnim produktima). U većini slučajeva neželjeni događaji i nesreće pri laboratorijskom radu događaju se zbog nepažnje i loših uslova rada.

Ključne reči: biohazardni material; laboratorija transfuziološke službe; dobra proizvođačka praksa; dobra laboratorijska praksa; lična zaštitna sredstva

Abstract

The transfusion service laboratories need to be arranged, funeral programs and measures relating to the management of protection of labor and the environment in relation to the identification of biohazardous, as in a medical waste management system.

Managing the living and working environment in the laboratories of the transfusion service is not much different from working in the medical laboratories at all, but because of the complexity of the work of transfusion service in the field and in residential institutions there are some specifics that will be highlighted in this study. Protection of the living and working environment in the laboratories of the transfusion service can only be achieved through efficient control of harmful factors exist and can be anytime in the exhibit hall, to inpatient health institutions, and in the field where the processed donate blood and/or blood constituents (haemoproduct), as well as in laboratories transfusion in which are the subject pretransfusion and post-transfusion test, blood test screening for blood-borne diseases, as well as processing and control chemoproducts for therapeutic use.

Protection begins thus recognizing the harmful factors (hazard) and achieve a reasonable approach and professional behavior of staff, stroke and proper workflow in the laboratory all continents and constant application of good laboratory practices and techniques in laboratory work. Define the way for safe handling equipment, blood samples and products from the blood of taking blood from voluntary donors, testing before and after blood transfusion, chemoproducts preparation and safe use of che-

motherapy (treatment with blood and blood products). In most cases, adverse events and accidents at work ratory occur due to negligence and poor working conditions.

Key words: biohazard material; transfusion laboratory services; good manufacturing practice; good laboratory practice; Personal protective equipment

OSOBA ZA KORESPONDENCIJU:

Prof. dr sc. med. Bratislav Stanković

PREDLOG IZLAGANJA RADA: USMENO PREDAVANJE UZ VIDEO-BIM PREZENTACIJU

TRETIRANJE MEDICINSKOG OTPADA U LABORATORIJAMA TRANSFUZILOŠKE SLUŽBE KAO BIOHAZARDNOG MATERIJALA

UVOD

U laboratorijama transfuziološke službe obavezno se primenjuju osnovni principi bezbednog rada u svim medicinskim laboratorijama kako bi se izbegli nesrećna zadesna povređivanja u radu. Obavezno je da sva lica koja rade u medicinskoj laboratoriji, vladaju znanjem o rizicima i potencijalnim opasnostima, kako da budu propisno obučeni i stručno osposobljeni za obavljanje radnih zadataka, kao i obaveznoj upotrebi ličnih zaštitnih sredstava (radni mantili, zaštitne rukavice, zaštitne naočare i dr.). Pored standardnih operativnih procedura (SOP-a) u laboratorijama ustanova transfuziološke službe moraju da budu dostupne i preporuke o merama koje moraju da se preduzmu kako bi se pojačala biološka bezbednost i opšta bezbednost u medicinskim laboratorijama. Ovo unapređuje nivo informisanosti i znanja u oblasti preduzimanja preventivnih mera zaštite u medicinskim laboratorijama. Sva ova medicinska dokumentacija mora biti dostupna bolničkom komitetu i organima spoljne i unutrašnje kontrole kvaliteta u laboratorijama transfuziološke službe.

Prema "Zakonu o transfuziološkoj delatnosti" za pravilan rad u laboratorijama transfuziološke službe od posebne važnosti je poštovanje tri osnovna principa: 1) "dobra proizvođačka praksa" koja zakonski predstavlja "sistem obezbeđenja kvaliteta čiji je cilj da se proizvodi (komponente/derivati krvi) dosledno proizvode i kontrolišu u skladu sa zahtevima kvaliteta, sa ciljem da odgovaraju predviđenoj nameni"; 2) »dobra laboratorijska praksa« koja zakonski predstavlja »sistem obezbeđenja kvaliteta čiji je cilj da se laboratorijske aktivnosti dosledno sprovode i kontrolišu u skladu sa zahtevima kvaliteta » i 3) »dobra klinička praksa u transfuziologiji« je »optimalna upotreba krvi i krvnih komponenti u kliničkoj praksi«.

Odgovornost za sprovođenje mera lične i kolektivne zaštite u laboratorijama transfuziološke službe, kao i u medicinskim laboratorijama, leži prvenstveno na rukovodiocu laboratorije, ali i na svim zaposlenima. Ranije je prema zakonskim normativima sistem upravljanja zaštitom životne i radne sredine u medicinskim laboratorijama uglavnom sproveden više po savesti i uz kolektivnu odgovornost, a ne po ustaljenim propisima programa zaštite i većina medicinskih laboratorija je ignorisala formalne programe zaštite. Danas se susrećemo sa povećanim interesovanjem za obezbeđenje procesa upravljanja rizicima (»risk management«). Ovaj proces se obezbeđuje uvođenjem standarda JUS ISO 14000.

Sprovođenje mera zaštite u laboratorijama transfuziološke službe otpočinje od pisanih standardnih operativnih procedura (SOP-ova) sa kojima treba da budu upoznati svi zaposleni u laboratorijama. Briga o zdravlju i sigurnosti zaposlenih je sada prihvaćena kao obaveza svih zaposlenih, a posebno rukovodioca laboratorije. To znači da svaka medicinska laboratorija mora, a posebno laboratorija transfuziološke službe, trebalo bi da ima zvaničan program zaštite. Osim toga, rukovodilac laboratorije transfuziološke službe, dužan je da obezbedi pouzdane laboratorijske radne procedure, stalni nadzor nad radom zaposlenih, informacije o načinu zaštite na radu, obuku, ličnu zaštitnu opremu i medicinsku zaštitu. Odgovornost zaposlenog ostvaruje se znanjem i uvežbanošću u besprekornom sprovođenju ustaljenih metoda rada u laboratoriji, pozitivnim odnosom prema rukovodiocima, saradnicima i neophodnoj obuci, blagovremenim obaveštavanjem o svim nepravilnostima i primenom odgovarajuće zaititne opreme.

U većini slučajeva neželjeni događaji, nesreće i zadesna povređivanja pri laboratorijskom radu u laboratorijama transfuziološke službe, događaju se zbog nepažnje i loših radnih uslova. Osoblje laboratorija transfuziološke službe, po prirodi svoga posla svakodnevno je izloženo različitim vrstama potencijalno ili stvarno opasnih štetnosti kao što su: električni udari, toksična isparenja, gasovi pod pritiskom, zapaljive tečnosti, radioaktivni materijali, korozivne supstance, mehaničke traume, otrovi, rizik od rukovanja biološkim materijalima i sl. Opreznost i briga koje teba preduzimati su bitni za osiguravanje zaštite i produktivnosti u svim laboratorijama transfuziološke službe. Sprovođenje stalne brige o programu zaštite na radu i medicinske zaštite u laboratorijama transfuziološke službe je još jedna veoma važna oblast i predstavlja važan zahtev u laboratorijama ove vrste.

Zaštita radne i životne sredine u laboratorijama transfuziološke službe neodvojivo obuhvata uvođenje jedinstvenog sistema upravljanja medicinskim otpadom u zdravstvenom sektoru u Republici Srbiji. Ovo je jedan je od preduslova za uređenje sistema upravljanja medicinskim otpadom u celini. Konsenzusom, u ovoj oblasti, dogovoreno je korišćenje "Evropskog kataloga otpada" koji definiše osnovnu kategorizaciju medicinskog otpada, kao i stavove u vezi sa razdvajanjem, obeležavanjem i tretmanom različitih kategorija medicinskog otpada, za primenu u laboratorijama transfuziološke službe u R. Srbiji.

Ciljevi jedinstvenog sistema upravljanja medicinskim otpadom su: a) smanjenje količine otpada koji se stvara u ustanovama u kojima se pruža zdravstvena zaštita; b) posebnim razdvajanjem otpada na osnovne kategorije na mestu stvaranja, c) pravilno pako-

vanje istog, obeležavanje i odlaganje; d) izdvajanje sekundarnih sirovina iz otpada, e) reciklaža; f) korišćenje čistijih tehnologija za sterilizaciju odnosno dekontaminaciju infektivnog medicinskog otpada. Krajnji cilj je doprinos zaštiti i unapređenju zdravlja celokupne populacije, kao i zaštita i očuvanje životne sredine, odnosno unapređenje zdravlja, kao i smanjenje i kontrola zagađivanja životne sredine.

Ciljevi ovog preglednog stručnog rada su mnogostruki: 1) procena sprovođenje mera dobre laboratorijske, dobre proizvođačke i dobre kliničke prakse u laboratorijama transfuziološke prakse; 2) analiza sprovođenje mera zaštita radne i životne sredine u laboratorijama transfuziološke službe; i 3) utvrditi da li se u celini sprovode mere jedinstvenog sistema upravljanja medicinskim otpadom u laboratorijama transfuziološke službe.

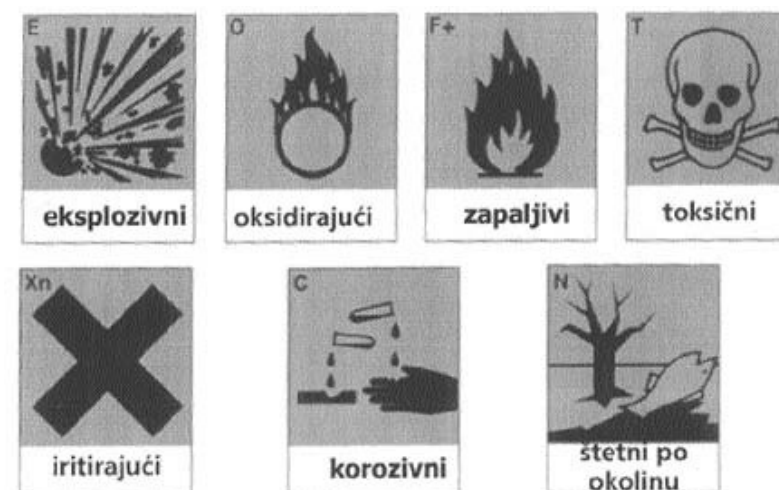
DOSADAŠNJA SAZNANJA

Klasifikacija opasnih materija u laboratorijama transfuziološke službe

U laboratorijama transfuziološke službe radi se sa sličnim hemikalijama kao u medicinskim laboratorijama koje se klasifikuju kao opasne (hazardne) materije. One predstavljaju veliki rizik po zdravlje zaposlenih u laboratorijama transfuziološke službe, kao i okolnog stanovništva, a mogu izazvati i ozbiljna zagđenja životne sredine.

S obzirom na brojne štetnosti, u ostvarivanju zaštite osoblja laboratorija transfuziološke službe veoma je značajno pravilno obeležavanje istih i upoznavanje laboratorijskog osoblja sa njihovim prisustvom. Ako se ovakvi agensi koriste u nekoj metodi, obavezno je da se u opisu postupka rada, tj. standardnoj operativnoj proceduri (SOP) naglasi njihovo štetno svojstvo karakterističnim internacionalno utvrđenim oznakama (slika 1.)

Slika 1: Internacionalne oznake za štetne agense



Rad u laboratorijama i prostorijama transfuziološke službe je specifičan i kompleksan jer obuhvata više celina počev od: rada sa okupljanjem i organizacijom dobrovoljnog davalaštva krvi u stacionarnim uslovima i na terenu; laboratorija za izvođenje pretransfuzijskih testiranja (imuno-hematološke laboratorije; laboratorije za izvođenje testiranja na krvlju prenosivih bolesti); prostorije za preradu i proizvodnju pojedinih produkata od krvi (hemoprodukata) i ambulante za izvođenje ambulantnih transfuzija i drugih hemafereznih procedura pacijentima koji nisu hospitalizovani.

Faktori procene rizika u laboratorijama ustanova transfuziološke službe

Najčešće predložene preporuke ili terapijske intervencije koje se mogu primeniti na laboratorije transfuziološke službe su: preventivna imunizacija svih zaposlenih ili primena pasivne imunizacije (seruma) i vakcinacija nakon izlaganja i zadesnog povređivanja.

Osnovni preduslov za bezbedno obavljanje laboratorijskih procedura u laboratorijama ustanova transfuziološke službe je primena osnovnih laboratorijskih standarda i posedovanje adekvatnog laboratorijskog prostora i opreme, kao i obučeno i stručno osoblje edukovano za obavljanje svih vrsta poslova. Da bi se poštovali osnovni principi bezbednog rada moraju se razmotriti faktori koji utiču na bezbednost davanja krvi, pacijenata i zaposlenog osoblja u laboratorijama transfuziološke službe. Pre svega prostorna opremljenost laboratorija, kadrovska struktura i stručna osposobljenost laboratorijskih tehničara-transfuzera i lekara-specijaliste transfuziologa. Sve transfuziološke ustanove moraju biti opremljene adekvatnom opremom i moraju se u radu ispoštovati smernice dobre laboratorijske prakse.

Rad u laboratorijama ustanova transfuziološke službe podrazumeva kompleksan dijapazon raznovrsnih poslova medicinskih tehničara-transfuzera i lekara specijalista transfuziologa u okupljanju i organizaciji akcija uzimanja krvi od dobrovoljnih davalaca na terenu i u stacionarnim transfuziološkim ustanovama, pretransfuzijsko testiranje krvi na krvnogrupalnu pripadnost, prisustvo iregularnih antitela i izvođenje unakrsnih testova, testiranje krvi na uzročnike krvlju prenosivih bolesti, prerada krvi na krvne komponente i derivate (primenom hemijskih i fizičkih metoda) i davanje ambulantnih transfuzija i izvođenje hemafereznih procedura u ambulantnim uslovima, izvođenje testova hemostaze i koagulacije i određivanje antikoagulantne terapije.

Šta je medicinski otpad?

Sav otpad nastao u zdravstvenim ustanovama, a vezan za obavljanje medicinskih procedura dijagnostike, lečenja ili istraživačkog rada definiše se kao medicinski ili biohazardni otpad. Odlaganje medicinskog otpada u Srbiji se ne vrši na adekvatan način. Kod nas ne postoje namenski objekti za uklanjanje medicinskog otpada.

Medicinski otpad obuhvata sve vrste otpada (u čvrstom i tečnom stanju) iz bolnica, klinika, istraživačkih ustanova i medicinskih laboratorija, tj. laboratorija transfuziološke službe, koje rade u okviru zdravstvenog sistema 70% do 90% medicinskog otpada je komunalni otpad. Od toga 10% do 30% može da se klasifikuje kao opasan (biohazardni) otpad koji može da prouzrokuje rizik po zdravlje osoblja u laboratorijama transfuziološke službe, kao i rizik za životnu sredinu.

Dobro upravljanje otpadom može da smanji ukupnu količinu generisanog otpada kao i procenat opasnog otpada koji nastaje i vezan je za obavljanje zdravstvene delatnosti. Medicinski otpad nastaje prilikom postavljanja dijagnoza, lečenja ili pružanja medicinske nege, kao i prilikom istraživanja koja se sprovode u zdravstvenim ustanovama naučne, terapijske, dijagnostičke ili slične medicinske delatnosti. Pomenuti otpad podrazumeva sav otpad koji nastaje prilikom pružanja zdravstvenih usluga, kako u zdravstvenim ustanovama i laboratorijama transfuziološke službe, ili van njih.

Zaključna razmatranja upravljanje medicinskim otpadom

U ukupnom zagađenju životne sredine medicinski otpad ne zauzima veliki deo, ali je on potencijalno među najopasnijim vrstama otpada, jer može da dovede do pojave zaraznih bolesti i trovanja. Zagađenje koje dolazi iz zdravstvenih ustanova je specifično i može da bude veoma opasno, kako po zdravlje ljudi koji rade u zdravstvenim ustanovama, tako i po zdravlje okoline, odnosno stanovništva, i ekosistema u kojem se taj otpad skladišti. Stoga je potrebno da se pravilno postupi sa ovakvim otpadom. U današnje vreme najveći izazov postaje način odlaganja svih vrsta otpada, pa i medicinskog, ali da to bude sigurno, efikasno bez ugrožavanja životne sredine. Trenutni načini odlaganja otpada, kao što su deponije ili insineracije, još uvek uzrokuju zagađenje zemljišta, vode i vazduha.

Napredni načini upravljanja medicinskim otpadom, koji su i bezbedni po okolinu i isplativi su hitno neophodni. Briga o održivom upravljanju važna je zbog nas samih, a ne ulaska u EU. Ponovna upotreba je preventiva zdravlju, a istovremeno srpska privreda mora da uđe u ovaj sistem, jer su strani investitori obavezani da poštuju zakone iz te oblasti koje im nameće EU.

Upravljanje medicinskim otpadom u laboratorijama transfuziološke službe podrazumevaju sledeće preventivne mere:

- a) Upotrebene igle obavezno bi trebalo odložiti u neprobojne obeležene kontejnere sa međunarodnim znakom upozorenja za biološku opasnost (slika 1. i slika 2.), i njih bi trebalo koristiti za odlaganje oštih upotrebljenih predmeta i trebalo bi ih postaviti na dohvata ruke. Za odlaganje igala od brizgalica (špricova, vakumtajnera), trebalo bi koristiti odgovarajući zarez koji postoji na poklopcu neprobojnog kontejnera.

Međunarodni znak upozorenja za biološku opasnost

b) Oštre predmete za višekratnu upotrebu trebalo bi obavezno upakovati, odnosno odložiti u kontejnere čvrstih zidova radi bezbednog prenosa do mesta na kome se obavlja dekontaminacija (slika 3.). Poželjno je da dekontaminacija podrazumeva tretman odloženog materijala sterilizacijom u autoklavu. U transfuziološkim ustanovama gde ne postoji autoklav moguće je zamrzavanje odloženog biološki opasnog materijala u kartonsku ambalažu na temperaturi nižoj od $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, a nakon zamrzavanja isti materijal spaliti na visokim temperaturama u posebnim pećima namenjenim samo za dekontaminaciju biološki hazardnog materijala.



Slika 2: **Kontejner za odlaganje oštrih predmeta**



c) Razbijenim staklenim sudovima ne treba rukovati neposredno. Umesto toga, polomljeno staklo trebalo bi ukloniti pomoću četke i džubavnika, hvataljki ili pinceta.

Uvek kad je to moguće, staklene sudove za rad u laboratorijama ustanova transfuziološke službe trebalo bi zameniti plastičnim sudovima za jednokratnu upotrebu.

ZAKLJUČAK

Rad u laboratorijama ustanova transfuziološke službe je specifičan i kompleksan jer obuhvata više celina počev od: rada sa okupljanjem i organizacijom dobrovoljnog davalaštva krvi u stacionarnim uslovima i na terenu; laboratorija za izvođenje pretransfuzijskih testiranja (imuno-hematološke laboratorije; laboratorije za izvođenje testiranja na krvlju prenosivih bolesti); prostorije za preradu i proizvodnju pojedinih produkata od krvi (hemoprodukata) i ambulate za izvođenje ambulantnih transfuzija i drugih hemafereznih procedura pacijentima koji nisu hospitalizovani.

U laboratorijama transfuziološke službe neophodno je da se na uređen način sprovedu programi i mere koji se odnose na upravljanje zaštitom radne i životne sredine u odnosu na biohazardne štetnosti, kao in a sistem upravljanja medicinskim otpadom.

Literatura:

1. M. Ilić, A. Poštić-Grujin, N. Majkić-Singh. Upravljanje zaštitom radne i životne sredine u zdravstvenim laboratorijama. *Jugoslav. Med. Biohem.* 2002; 21: 317–21.
2. B. Stanković; A. Lazarević; D. Kekuš; R. Bokun; M. Budimčić; G. Stojanović, O. Đurović. Bezbedan rad u laboratorijama ustanova transfuziološke službe. *Svet rada* 2014; 11(1): 110-31.
3. Preporuke za bezbednost i zdravlje na radu u medicinskim laboratorijama (za veću bezbednost pacijenata i zdravstvenih radnika). Priručnik za upravljanje medicinskim otpadom. Publikacija br. 12/001. Beograd: Ministarstvo zdravlja R.Srbije. 2012.
4. D. Ugrinov, A. Stojanov. Upravljanje medicinskim otpadom, kao kategorijom opasnog otpada. *Zaštita materijala* 2011; (52): 1: 55-60.
5. Pravilnik za bezbedan i zdrav rad pri izlaganju biološkim štetnostima. "Službeni glasnik Republike Srbije", br. 96/10. Beograd: Ministarstvo zdravlja R.Srbije. 2010.

POVEČANJE ZAKONSKIH PREDNOSTI V POVEZAVI Z EMAS REGISTRACIJO (LIFE projekt B.R.A.V.E.R.)

BOOSTING REGULATORY ADVANTAGES VIS A VIS EMAS REGISTRATION (LIFE project B.R.A.V.E.R.)

B.R.A.V.E.R. – LIFE15 ENV/IT/000509
CUP J42F15000100003

» dr. Klavdija RIŽNAR
dr. Dušan KLINAR
dr. Štefan ČELAN

Znanstveno-raziskovalno središče Bistra Ptuj
Slovenski trg 6, 2250 Ptuj
klavdija.riznar@bistra.si

Povzetek

Cilj projekta LIFE BRAVER je podpreti popolno integracijo EMAS v evropsko okoljsko zakonodajo kot vzvod za lažjo implementacijo s strani posameznih organizacij (boljša pravna ureditev) in odstraniti, zmanjšati, poenostaviti administrativne stroške in bremena za registrirane organizacije v sistemu EMAS kot način spodbujanja sprejetja in širjenja prostovoljnega okoljskega certifikata (oprostitev uporabe zakonskih določb).

Ključne besede: EMAS, zakonodajne in promocijske olajšave

Abstract

The BRAVER project aims to support the full integration of EMAS in EU environmental legislation as a leverage to facilitate the implementation by the single organizations (better regulation) and to remove, reduce, simplify the administrative costs and burdens for the EMAS registered organizations as a way to encourage the adoption and dissemination of voluntary environmental certification (regulatory relief).

Key words: EMAS, regulatory relief and promotional incentives

UVOD

Leta 2015 je evropska shema EMAS obeležila svojo 20. obletnico kot instrument za prostovoljno okoljsko upravljanje v Evropski Uniji. Danes je več kot 4000 organizacij in 7500 mest v EEA registriranih v EMAS shemi. Od leta 2011 je EMAS shema se začela širiti tudi na oddaljene konce sveta kot sta Kitajska ali Urugvaj.

EMAS je pomemben sestavni del skupnega političnega cilja Evropske unije, t.j. prehod v krožno gospodarstvo. EU in države članice tako imajo korist od povečanega varstva okolja, transparentnosti in možnosti za zmanjšanje administrativnih obremenitev z večjim številom EMAS organizacij. Hkrati pa organizacije prispevajo k ne le večji učinkoviti rabi virov zaradi EMAS sheme, ampak tudi zaradi povečane politične in promocijske podpore državam članicam.

EMAS PROMOCIJA IN PODPORA POLITIKE V EU [1]

Dejansko je podpora EMAS registriranim organizacijam najbolj uspešna takrat, ko se združijo politika in promocijski elementi. Tako je kombinacija pravnih in / ali finančnih instrumentov z učinkovitimi strategijami promocije in informiranja bistvenega pomena za organizacije in države članice, kako pridobiti največ koristi od EMAS.

Sektorske promocijske kampanje, ki lahko združujejo vse tipe instrumentov, so se pogosto izkazale za uspešne pri nagrajevanju EMAS organizacij in povečanju EMAS organizacij naprimer v Franciji na področju zdravstva, v Italiji na področju javne uprave, na Poljskem pri odpadkih in v Španiji na turizmu.

Druge države so izvedle ali delajo na dodatnih sektorskih akcijah. Švedska namerava spodbuditi sprejetje EMAS v vladnih agencij s pravnimi in informacijskimi instrumenti. Malta si prizadeva za spodbujanje EMAS v turističnem sektorju, ki združuje tako pro-

mocijske in pravne ukrepe. Malteški pristojni organ je predlagal tudi davčne olajšave za EMAS registrirane organizacije.

Poleg sektorskih kampanj so pomembne tudi druge vrste podpore. Na primer, Francija je integrirala EMAS v svojo zakonodajo o nefinančnem poročanju, v okviru katerega veljajo izjeme za EMAS organizacije. Nemčija je enako implementirala pri izvajanju Direktive o energetske učinkovitosti, kjer sprejemajo EMAS registracijo in okoljsko izjavo kot nadomestek za energetske preglede.

Z vidika finančnih instrumentov si Grčija prizadeva za razširitev popustov na pristojbine okoljskega zavarovanja za EMAS organizacije v proizvodnih obratih v skladu z Direktivo o okoljski odgovornosti. Na področju informacijskih in promocijskih ukrepov je Italija prva oblikovala inovativni e-izobraževalni program, namenjen za povečanje ozaveščenosti in znanja o izvajanju sistema EMAS.

V Sloveniji se EMAS uveljavlja počasi, med drugim so zakonske podlage (32. člen ZVO) za spodbujanje EMAS omejene le na olajšave in spodbude na zmanjšanje pogostosti in obsega izvajanja monitoringa ter poročanja, čeprav se tovrstni »odpustki« v praksi (še) ne implementirajo.

Države članice so uporabile zakone in predpise za zagotavljanje podpore EMAS organizacijam skozi številne različne načine, ki so prikazani v sliki 1.

Slika 1: Prikaz štirih tipologij politične in promocijskih podpornih ukrepov, ki jih spodbuja Uredba EMAS (34. – 38- člen) [1]



VLOGA DRŽAVNE PODPORE ZA SISTEM EMAS

EMAS je več kot prostovoljni standard upravljanja, je tudi instrument, varstvo okolja in integrirano orodje za poročanje o okoljskih obveznostih. Kot tak ima na politični ravni pomembno vlogo pri spodbujanju doseganja okoljskih ciljev ne le za zasebna podjetja in javne organizacije, ampak tudi za vlado in upravne organe. Poleg tega pregledno poročanje EMAS prispeva k učinkovitejšemu ugotavljanju skladnosti z zakonodajo. Registrirane EMAS organizacije se prostovoljno zavežejo k strogim zahtevam sheme. Ko je priznana v podpornih ukrepih politike, lahko te zahteve prinašajo številne prednosti za državo in upravne organe (tabela 1).

ZAHTEVE EMAS	PREDNOSTI ZA DRŽAVE IN UPRAVNE ORGANE, PRIDOBLENE S PODPORO POLITIK
Natančne EU zahteve za merjenje in ocenjevanje okoljske uspešnosti glede na določene cilje	Zanesljivo zmanjšanje vplivov na okolje lahko zmanjša stroške zdravstvenega varstva, zmanjša tveganja za nastanek okoljskih nesreč, ohranja neokrnjene turistične destinacije ter prispeva k doseganju nacionalnih okoljskih in podnebnih ciljev z malo dodatnega truda s strani države in kontrolorjev
Skladnost z okoljsko zakonodajo določena s strani neodvisne presoje in zagotovljena preko nadzora države	Dokazilo o pravni skladnosti pridobljeno z EMAS poročanjem lahko prihrani regulatornim organom veliko sredstev in časa, še posebej če je povezano z oprostivjo uporaba zakonskih določb, ki jo pridobijo EMAS organizacije
Objava letne, neodvisno potrjene okoljske izjave z natančnimi okoljskimi kazalniki	Oprostitev uporabe zakonskih določb in/ali oprostitev zahtev glede poročanja in revidiranja lahko prihrani regulatornim organom čas in sredstva. Večja preglednost organizacij registriranih v sistemu EMAS podpira njihovo verodostojnost in kaže primer dobre prakse
Registracija s strani javnega organa, po pridobitvi ocene, ki jo izvede akreditiran okoljski preverjevalec	Krepi verodostojnost organizacij registriranih v sistemu EMAS in zagotavlja regulatornim organom prihranek časa in sredstev z enostavnim dostopom do okoljskih podatkov organizacij
Aktivno sodelovanje in informiranje zaposlenih v organizacij	Povečana okoljska ozaveščenost zaposlenih, kar podpira prehod v krožno gospodarstvo

Tabela 1: Prednosti za državo [1]

LIFE PROJEKT BRAVER

V okviru projekta LIFE BRAVER so aktivnosti v obdobju 2016 – 2019 osredotočene na povečanje sprejetja ukrepov za oprostitev uporabe zakonskih določb za podporo pri sprejemanju EMAS v sodelujočih državah in regijah projekta: Ciper, Češka, Italija, Slo-

venija, Španija. Strateški cilj projekta je vključitev EMAS v okoljsko zakonodajo Evropske unije kot vzvoda za odstranitev, zmanjšanje in poenostavitev upravnih stroškov in bremen za registrirane EMAS organizacije (torej: **boljša pravna ureditev**) ter kot način za spodbujanje sprejetja prostovoljnega okoljskega certifikata (slika 2).

Slika 2: **Povečanje zakonskih prednosti in spodbud za EMAS organizacije na območju EU**



BRAVER je vrsta „**demonstracijskega projekta**“ za testiranje, ovrednotenje in diseminacijo **novega pristopa vrednotenja rezultatov EMAS** na ravni EU. Nova metoda temelji na osnovanju in testiranju boljših pravnih ureditev, ocenjevanju njihove izvedljivosti in stroškovne učinkovitosti za organizacije in institucije [2].

PROGRAMSKO FINANCIRANJE

LIFE BRAVER je sofinanciran s strani LIFE programa za obdobje 2016 – 2019 (LIFE Environment and Resource Efficiency project application).



Glavni pričakovani rezultati projekta:



- analiza sedanjih evropskih, nacionalnih in regionalnih predpisov z namenom opredelitve obstoječih izkušenj boljše pravne ureditve in oprostitvijo uporabe zakonskih določb,
- analiza učinkovitosti opredeljenih obstoječih ukrepov,
- vzpostavitev **5 regionalnih delovnih skupin** (Emilija-Romanja, Andaluzija, Baskija, Katalonija, Madrid), **3 nacionalne delovne skupine** (Slovenija, Češka Republika, Ciper), **1 delovna skupina na ravni EU** in **8 posvetovalnih odborov**; delovne skupine in posvetovalni odbori bodo gonilo za predlagane boljše pravne ureditve ter ukrepov oprostitve uporabe zakonskih določb,
- poročilo, ki vsebuje boljše pravne ureditve in predloge oprostitve zakonskih odločb, zasnovane za obstoječ zakonodajni okvir; poročilo obravnava postopke za pridobitev dovoljenja, nadzorne in inšpekcijske postopke, okoljske dajatve, znižanje upravnih pristojbin, obvladovanje tveganja itd.,
- nabor **vsaj 25. predlogov, ki jih je potrebno testirati, 5 za vsako sodelujoče območje v projektu**, skupaj s seznamom pristojnih organov in zasebnih podjetij, ki so pripravljena sodelovati v fazi testiranja,
- **sprejetje vsaj 16 poenostavitvenih ukrepov** v udeleženi območjih (3 v Italiji, 4 v Španiji, 3 v Sloveniji, 3 na Cipru, 3 v Češki Republiki),
- oblikovanje „*Usmerjevalnega priročnika za uredbe, temelječe na shemi EMAS in boljših oprostitvah uporabe zakonskih določb*“.

Viri in literatura

1. EMAS Promotion & Policy Support in the Member States, Compendium 2015, Luxembourg, European Union, 2015.
2. LIFE Environmental and Resource Efficiency project application, LIFE15 ENV/IT/000509, LIFE BRAVER, 2016 (prijavnica – interno gradivo).

Prispevki:

KAKOVOST
ZRAKA
V SLOVENIJI



BIOMASA SLOVENIJE KOT SUROVINA ZA NOVA GORIVA IN NE VEČ VIR ONESNAŽEVANJA

BIOMASS IN SLOVENIA AS SOURCE FOR NEW FUELS AND NO MORE THE SOURCE OF POLLUTION

» prof. dr. Peter NOVAK

Fakulteta za tehnologije in sisteme

Na Loko 2, Novo mesto

Energotech d.o.o.

Pod kostanji 8, Ljubljana

peter.novak@energotech.si

Povzetek

V prispevku je prikazana možnost uporabe biomase, kot surovine za sintetični gorivi metan in metanol. Izdelane so bilance, ki bi omogočile v svetu in v Sloveniji preiti v celoti na sintetična goriva z uporabo ogljika v biomasi in solarnega vodika. V svetu je za pokrivanje vseh potreb potrebno uporabiti okoli 4,7% ogljika, ki je vezan v biomasi, da bi pokrili vse potrebe po plinastih in tekočih gorivih. Za proizvodno elektrike pa bi uporabili OVE in deloma v prehodnem obdobju še jedrsko tehnologijo. V Sloveniji je mogoče pokriti vse potrebe po plinastih in tekočih gorivih s podbni deležem ogljika iz biomase. Ker se predvidoma potrebna končna energija ne bo spreminjala do leta 2050, predstavlja to dolgoročno in prijazno rešitev za sonaravni energetski sistem.

Ključne besede: emisije, svet, biomasa, Slovenija, sintetična goriva.

Abstract

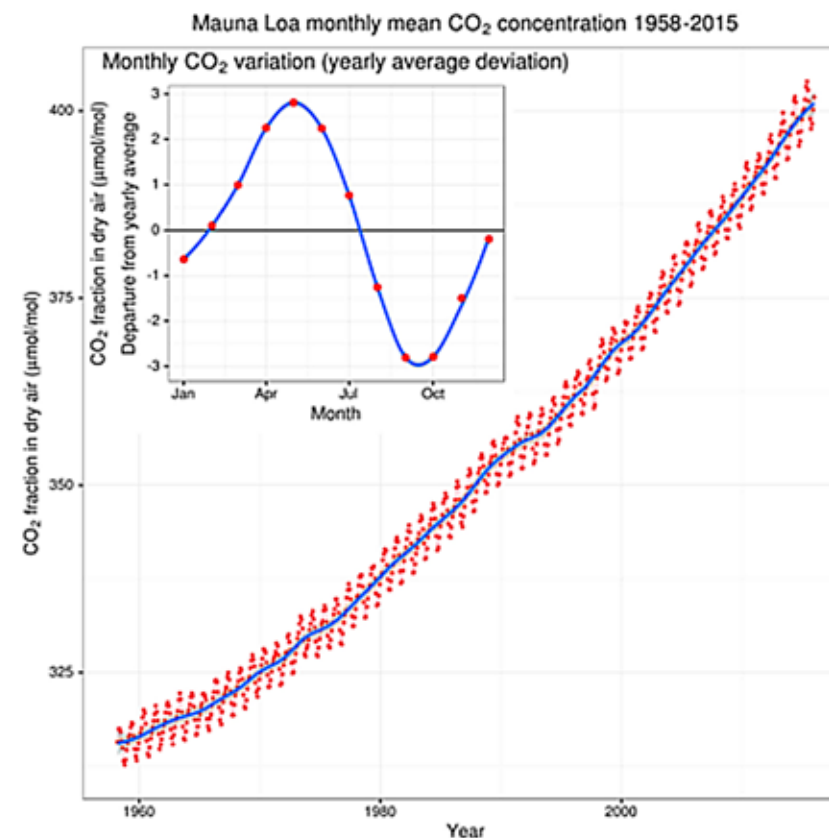
In paper the possibilities of biomass use as source for sin- fuels methane and methanol. Energy balances are presented for the World and Slovenia, enable the full transition to the use of sin-fuels with carbon from biomass and solar hydrogen. At present energy use on the World about 4,7% of carbon, imbedded in biomass, is needed, to cover all needed gaseous and liquid fuels. For power production only RES are provided and in transition period some nuclear power can be used. In Slovenia is possible to cover all needs for gas and liquid fuels with similar part from biomass. Final energy use in Slovenia is presumed to be almost constant until 2050, so this solution is also long-term solution for the sustainable energy system.

Key words: emissions, world, biomass, Slovenia, sin-fuels.

SVETOVNA EMISIJA TGP IN BIOMASA

V prejšnjih sestavkih na posvetih "Okolje in odpadki" smo predstavili problematiko zgorevanja biomase in možnosti za njeno uporabo v novem energetskega sistema kot surovine za nova sintezna goriva. Ideja je pomembna zato, ker lahko na tem principu dolgoročno rešimo tudi svetovni problem emisij TGP, kot bomo v nadaljevanju pokazali. Svetovne emisije TGP naraščajo soraj eksponentialno in to rast moramo zaustaviti (Sl.1). Vprašanje je, kako to storiti na najbolj enostaven in ekonomsko utemeljen način. Če podrobno pogledamo sliko emisij potem vidimo, da imamo praktično konstantno nihanje emisij v toku enega leta. To nihanje je v obsegu +/- 3 $\mu\text{mol/mol}$ (ali PPM) in je povzročeno z rastjo in gnitjem biomase na Zemlji. Ko se prične obdobje intenzivne fotosinteze - spomladi, koncentracija CO_2 v ozračju Zemlje prične padati in pada do jeseni, ko se fotosinteza ustavi in se prične intenziven razpad biomase do naslednjega ravnega obdobja. K temu nihanju se priključijo še emisije zaradi človekovega delovanja in rezultat je letno naraščanje CO_2 v zraku. Kaj bi se zgodilo, če bi človeštvo del te naravne oksidacije ogljika v biomasi s kisikom v zraku – gnitja – preusmerilo v proizvodnjo sintetičnih goriv s sintezo ogljika v biomasi z vodikom iz vode, pridobljenega z elektrolizo, v času viškov elektrike iz OVE.

Slika 1: Rast koncentracije CO_2 na planetu Zemlja od 1958 ÷ 2015 in vpliv letnih časov [1].



Nihanje bi se spremenilo, saj izpusti ne bi bili vezani na letni čas, poleg tega pa bi se zmanjšali izpusti iz uporabe fosilnih goriv. Krivulja bi se postopno izravnala in prešla v postopno upadanje. Poglejmo si stanje v atmosferi in energijsko bilanco sveta ter posledice takega razmišljanja.

Po podatkih [2] je celotna masa atmosfere $5,1480 \cdot 10^{18}$ kg z letno spremembo zaradi vsebnosti vodne pare 1,2 ali $1,5 \cdot 10^{15}$ kg ali približno 0,25% celotne mase. Pri standardni gostoti zraka $1,2041 \text{ kg/m}^3$ pri 20°C je računski volumen atmosfere $V = 4,275 \cdot 10^{18} \text{ m}^3$. Delež CO_2 v atmosferi je 0,04% ($1,7102 \cdot 10^{15} \text{ m}^3$). Pri letni spremembi 6 ppm dobimo količino CO_2 , ki nastaja pri gnitju na kopnem in v morju. Po znanih podatkih je veza O_2 iz zraka na ogljik v biomasi porazdeljena na polovico za biomaso na kopnem in drugo polovico na biomaso v oceanih. Ta naravna emisija predstavlja $10,261 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ ($20,112 \cdot 10^9 \text{ kg}$) CO_2 . Iz tega sledi, da je sprememba čistega ogljika C v atmosferi zaradi gnitja na kopnem le $2,7425 \cdot 10^9 \text{ kg/leto}$. Če bi vso biomaso pred gnitjem spremenili v metan bi dobili $3,657 \cdot 10^9 \text{ kg}$ metana z energijo $50,79 \text{ TWh/leto}$. V primerjavi z letno

potrebno energijo na svetu je to zelo malo. Nihanje ogljika v atmosferi predstavlja torej le dobrih 13 % ogljika letno vezanega v vodi in na kopnem v toku enega leta. Če primerjamo te količine z rapoložljivim ogljikom, ki je na razpolago v biomasi na kopnem za konverzijo v primarno energijo, predstavlja to zelo majhen delež.

Letna količina biomase, ki na svetu zraste vsebuje, po oceni v literaturi, $\sim 104,9 \cdot 10^{12}$ kg C/leto (ogljik, suha snov) [3]. V tej biomasi je shranjeno $\sim 16,7 - 33,4$ TWy/y energije ali cca 1,4 krat več, kot je celoletna sedanja potrebna energija na svetu.

Na osnovi podatkov v BP Energy Outlook 2017 [4] je bila poraba **naravnega plina** leta 2015 na svetu 3.135 toe/leto ali **36 460 TWh/leto**. Za leto 2035 se predvideva poraba 50 230 TWh/leto. Potrebna **primarna energija** (razen za proizvodnjo elektrike) v letu 2015 je bila na svetu 7831 toe/leto ali **91 074 TWh** (vsa PE v letu 2015 pa je bila 13.147 toe/leto ali **152 899 TWh/leto**). Predvideni porast do leta 2035 pa je na 127 069 TWh/leto).

Zato si pogledajmo, koliko ogljika iz biomase bi potrebovali, če bi hoteli fosilna goriva nadomestiti z metanom ali metanolom, ki potrebujeta le en ogljikov in 4 vodikove atome. V prvi fazi lahko računamo za oba nosilca energije samo, kot potreben ogljik v metanu.

Za pridobivanje primarne energije (brez elektrike) potrebne v svetu leta 2015 bi potrebovali naslednjo količino metana:

$CH_4 = 91\,074,5 \cdot 10^9$ kWh/leto / $13,89$ kWh/kg = **$6\,557 \cdot 10^9$ kg/leto** metana, oziroma

C = $4\,918 \cdot 10^9$ kg/leto C – ogljika v njem.

Za pokrivanje deleža primarne energije potrebne v letu 2015 (brez elektrike), predstavlja to naslednji delež ogljika vezanega v biomasi (v %):

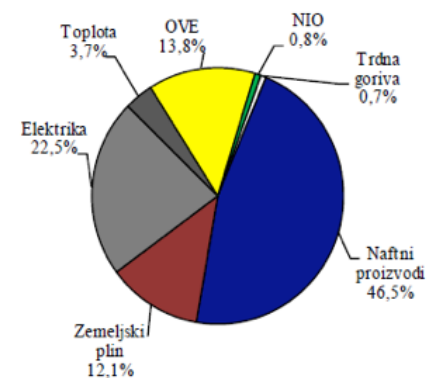
$C (\%) = 100 \cdot (4\,918 \cdot 10^9 / 104,9 \cdot 10^{12}) = 4,69$ % ogljika letno.

Temu ustrezna bi morala biti tudi proizvodnja solarnega vodika [5]. Ker je v zračno suhi lesni biomasi približno 42 % ogljika pomeni, da potrebujemo letno za pokrivanje vseh energijskih potreb na svetu okoli 11,2 % ($11\,709 \cdot 10^6$ ton/leto) biomase z največ 15% vlage. Evropa je rabila v letu 1850 $360 \cdot 10^6$ ton/leto in leta 2015 okoli $200 \cdot 10^6$ ton/leto biomase za energetske potrebe.

BIOMASA KOT VIR ZA SINETIČNA GORIVA V SLOVENIJI

Po energijski bilanci za leto 2016 smo rabili cca 275 PJ primarne energije in okoli 197 PJ končne energije. Od tega je ~ 22 % OVE. Električna pa predstavlja 44 PJ ali 22,5%. Če predpostavimo, da bo električna v končni fazi vsa iz OVE, v prehodnem obdobju pa imamo mešanico OVE, JE in TE, ki bo zadovoljevala osnovne potrebe za stabilnost električnega omrežja do leta 2050, potem moramo z metanom in metanolom nadomestiti ostanek to je največ 153 PJ. Struktura končne energije v Sloveniji je prikazana na sliki 2.

Slika 2: **Struktura končne energije v Sloveniji za leto 2016**



V letu 2016 bodo v strukturi končne porabe energije prevladovali naftni proizvodi s 46,5 % deležem. Sledijo:

- električna energija (22,5 %),
- obnovljivi viri energije (13,8 %),
- zemeljski plin (12,1 %),
- toplota (3,7 %),
- trdna goriva (0,7 %) in
- industrijski odpadki neobnovljivi (0,8 %).

VIRAZVIDE; Podatki: Izvajalci energetskih dejavnosti

Če ponovimo izračun na osnovi potrebnega ogljika in vodika za metan, potem potrebujemo za 153 PJ/leto ($42,5$ TWh/leto). To predstavlja $3,06 \cdot 10^9$ kg/leto metana, za kar potrebujemo **$2,295 \cdot 10^9$ kg/leto** ogljika v biomasi ($\sim 2,3$ milijona ton/leto). Z deležem ogljika v suhi lesni masi 42% to pomeni letno porabo **5,46** milijona ton suhe lesne biomase. Ali jo imamo v Sloveniji na razpolago? Po razpoložljivih podatkih (Zavod za gozdove) imamo v Sloveniji letni prirast lesne biomase v gozdovih okoli $8,42 \cdot 10^6$ m³/leto [6], možen posek v 2012 pa je bil $5,75 \cdot 10^6$ m³ (po ledeni ujmi je sedaj drugače). Zaloge lesne mase v slovenskih gozdovih je $\sim 337,8 \cdot 10^6$ m³. V Tabeli 1 je podana bilanca organskih snovi po metodologiji Inštituta za gozdarstvo Slovenije.

Tabela 1: **Razpoložljiva odpadna biomasa v Sloveniji**

Celotna razpoložljiva odpadna biomasa je ocenjena na (suha substanca):

Odpadki v gozdu:	1,400.000 m ³ /a	ali	~ 1050 kt/a
Negozdna zemljišča:	300.000 m ³ /a	ali	~ 180 kt/a
Lesni odpadki:			~ 510 kt/a (suhega lesa)
Žetveni ostanki:	9.135 TJ/a	ali	~ 589 kt/a
Ostali kmetijski ostanki:	193.000 m ³ /a	ali	~ 135 kt/a
Ostanki v sadovnjakih:			~ 33 kt/a
Skupaj			2.497 kt/a

Po tej bilanci nam torej manjka še 3000 kt biomase z najmanj 50% ogljika, da bi dobili potrebno količino ogljika, ki bi ga lahko uporabili za potrebno proizvodnjo sin-metana in sin-metanola.

Koliko pa je še drugih organskih odpadkov, ki bi jih lahko uporabili v te namene v Sloveniji – čiščenje gozdov, biomasa na zapuščenih zemljiščih, itd., nam ni znano?

Po oceni gozdarske stroke je zaloga organskega ogljika v nadzemni in podzemni biomasi v Sloveniji 110 Mt C. Letno ga potrebujemo za krožno gospodarstvo v energetiki pa le ~1,7 Mt v minimalni varianti in 2,3 milijona ton v maksimalni varianti.

Razpoložljiva energija sonca v Sloveniji je 84.120 PJ. Po znanstvenih ocenah se okoli 8% od tega uporabi na svetu za rast biomase. V Sloveniji, ki je v celoti zelena in dobro porasla, predstavlja 8% obsevanja 6.730 PJ. Pri konstantni rabi končne energije pa potrebujemo 190 PJ KE ali 0,22% od vsega obsevanja, oziroma 2,82% sončne energije, ki naj bi šla v biomaso. Potrebne so dodatne analize, koliko imamo resnično odpadne biomase za predelavo v goriva in koliko jo lahko, z umnim gospodarjenjem, še pridobimo.

V primeru, da se odločimo za prehod na sonaravni sistem, potem moramo za uporabo razpoložljive biomase: uvajati tehnologijo visokotlačne elektrolize, postrojenja za sintezo metana in metanola (obnova tovarne v Lendavi) in pripraviti strokovnjake za novo proizvodnjo. V perspektivi in najnovjših energetskih bilancah bomo leta 2030 potrebovali 2 Mtoe tekočih goriv, 1 Mtoe plina (skupaj je to 34,89 TWh ali 125,6 PJ) in 2 Mtoe toplote in OVE. Za te količine tekočih in plinastih goriv pa sedanje količine biomase praktično že zadoščajo.

Ker bodo nova goriva sestavni del krožne ekonomije, pomeni njihovo uvajanje drastično zmanjšanje emisij TGP, delcev PM 2,5 in PM 10. Tudi če bodo ta goriva dražja, bodo predstavljala del sonaravne in samozadostne ekonomije Slovenije.

ZAKLJUČEK

Prehod na sonaravni energetski sistem je v celoti skladen z energetskim svežnjem EU. Uporaba biomase kot surovine za proizvodnjo sintetičnih goriv iz obnovljivih virov pomeni osamosvajanje od uvoza fosilnih goriv, pomeni uvajanje novih tehnologij, nova delovna mesta, čisto okolje in vzdrževano krajino, saj bodo vse organske odpadne snovi odstranjene iz okolja in koristno uporabljene.

Priloga

Potrebna količina vodika in kisika za proizvodnjo 23,26 TWh metanola in 11,63 TWh metana

Preračunano na kurilnost metanola ($H_u = 5,86 \text{ kWh/kg}$) je to $3,97 \cdot 10^9 \text{ kg/leto}$ metanola.

Potrebna količina metana in kisika za proizvodnjo te količine metanola je (ker je molni delež metana in kisika 50:50) $1,985 \cdot 10^9 \text{ kg/leto}$ metana in prav toliko kisika.

Za 11,3 TWh metana pa potrebujemo $0,814 \cdot 10^9 \text{ kg}$ metana

Če seštejemo obe količini, dobimo potrebno količino metana, da pokrijemo vse potrebe po plinastih in tekočih gorivih v Sloveniji v letu 2030: $\text{CH}_4 = 2,44 \cdot 10^9 \text{ kg/leto}$.

Potrebna količina vode in elektrike

Za proizvodnjo sinteznega metana in metanola potrebujemo vodik za metan in kisik za metanol. Potrebna količina vodika za proizvodnjo potrebnega metana je:

$$m_{\text{H}_2} = 0,25 \times 2,44 \cdot 10^9 = 0,61 \cdot 10^9 \text{ kg/leto je masa opotrebnega vodika.}$$

$$m_{\text{C}} = 0,75 \times 2,44 \cdot 10^9 = 1,83 \cdot 10^9 \text{ kg/leto je masa potrebnega ogljika}$$

$$m_{\text{O}_2} = 1,985 \cdot 10^9 \text{ kg/leto kisika za metanol}$$

Ker dobimo iz 1 kg vode le 0,125 kg vodika je potrebna količina vode za elektrolizo

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 0,61 \cdot 10^9 / 0,125 = 4,88 \cdot 10^9 \text{ kg/leto ali } 4,88 \cdot 10^6 \text{ t/leto čiste vode.}$$

Pri tem nastane tudi $4,27 \cdot 10^9 \text{ kg/leto}$ kisika, kar je skoraj 2 krat več od potreb za sintezo metanola in se bo lahko tržil kot poseben produkt, saj ga industrija potrebuje.

Za elektrolizo vode rabimo teoretično 39,4 kWh/kg vodika. Moderne naprave delajo z 53 kWh/kg [7] Potrebna električna energija iz OVE je za pokrivanje celotne proizvodnje vodika je:

$$E = 0,61 \cdot 10^9 \times 53 = 32,33 \cdot 10^9 \text{ kWh/leto ali } \mathbf{32,33 \text{ TWh/leto.}}$$

Sedanja slovenska proizvodnja elektrike je ~ 14,5 TWh/leto, iz OVE pa le 5,4 TWh/leto.

Potrebno je povečanje proizvodnje elektrike za 2,2 x ali z OVE za ~ 6 x.

Potrebna moč elektrarn iz OVE pri donosu 1200 kWh/leto je 26,9 GW in potrebna vlaganja so pri ceni sončnih elektrarn 1500 €/kW, $40,4 \cdot 10^9 \text{ €}$. Pri vlaganjih v obdobju 13 let to pomeni letno investiranje 1,3 milijarde €, ali enako enemu TEŠ 6 letno. Ker imajo občani v slovenskih in tujih bankah nad 4 milijarde vložnega denarja, je potrebno ta kapital aktivirati, saj bodo po investiciji elektrika in goriva lahko bistveno cenejša (razen obratovalnih in vzdrževalnih stroškov postrojenj in zbiranja biomase ne bo drugih stroškov za energijo in to za neomejen čas).

Potrebna vlaganja so edino zagotovilo, da bomo lahko omejili rast koncentracije CO_2 v atmosferi, saj s tem pristopom zagotovimo naravno kroženje ogljika, preko vmesnega člana, proizvodnje plinastega in tekočega gorivo za katera imamo že zgrajeno vso infrastrukturo.

Viri in literatura

1. By Delorme - Own work. Data from Dr. Pieter Tans, NOAA/ESRL and Dr. Ralph Keeling, Scripps Institution of Oceanography., CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=40636957>.
2. Kevin E. Trenberth, Christian J. Guillemot: The total mass of the atmosphere; Journal of Geophysical Research: Atmospheres; Volume 99, Issue D11, 20 November 1994 Pages 23079–23088.
3. Field, C. B.; Behrenfeld, M. J.; Randerson, J. T.; Falkowski, P. (1998). „Primary Production of the Biosphere: Integrating Terrestrial and Oceanic Components“. Science. **281** (5374): 237–240. <https://en.wikipedia.org/wiki/Biomass>, 11.03. 2017
4. BP: Statistical Review of World Energy, Workbook (xlsx), London, 2017, 13.02.2017
5. P. Novak: Biomass for sin-fuels (članek v pripravi za tisk), Marec 2017, Energy
6. http://www.zgs.si/slo/gozdovi_slovenije/o_gozdovih_slovenije/lesna_zaloga/index.html (11.03.2017)
7. https://en.wikipedia.org/wiki/Electrolysis_of_water, 13.11.2016

VZPOREDNE KORISTI BLAŽENJA PODNEBNIH SPREMEMB ZA ZMANJŠANJE ONESNAŽENOSTI ZRAKA

THE CO-BENEFITS OF CLIMATE CHANGE MITIGATION AND AIR POLLUTION REDUCTION

» prof. dr. Lučka KAJFEŽ BOGATAJ

Biotehniška fakulteta

Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

lucka.kajfez.bogataj@bf.uni-lj.si

Povzetek

Podane so ugotovitve o antropogeno povzročeni podnebni spremembi in njihovih možnih posledicah v zvezi z onesnaženjem zraka. Predstavljene so že opazovane spremembe podnebnih spremenljivk v Sloveniji v zadnjih desetletjih in projekcije razvoja podnebja v Evropi in pri nas. V prispevku so opisana tudi izhodišča za blaženje in prilagajanje podnebnim spremembam. Izzive izboljševanja kakovosti zraka in blaženja podnebnih sprememb je potrebno reševati povezano, da dosežemo vzporedne koristi.

Ključne besede: opazovane podnebne spremembe, Slovenija, ozon

Abstract

This paper provides summary of current scientific understanding of the anthropogenic drivers of changes in global and regional climate. A summary of observed climate changes in Slovenia in the last decades is given and future projections are

discussed. This paper also discusses what is the appropriate mitigation and adaptation response to climate change impacts. A series of national and local policies can be implemented for achieving the co-benefits of reducing emissions of greenhouse gas and air pollution.

Key words: observed climate change, Slovenia, ozone

UVOD

Onesnaženost zraka in podnebne spremembe sta povezana problema. Toplogredni plini (TGP), ki se v ozračju zadržujejo daljši čas, tudi več stoletij, so inertni in na zdravje človeka nimajo neposrednega vpliva z izjemo ozona. Čas zadrževanja onesnaževal zraka v atmosferi pa je le nekaj dni ali tednov. Kljub temu nekatera onesnaževala zraka vplivajo na podnebje, nekatera prispevajo k neto ohlajanju atmosfere, druga pa povzročajo njeno segrevanje. Poleg tega onesnaževala in toplogredne pline pogosto sproščajo iste aktivnosti, kot je na primer uporaba fosilnih goriv za ogrevanje stavb ali v prometu, zato obstajajo sinergije med zmanjševanjem onesnaženosti zraka in blaženjem podnebnih sprememb. Obstajajo pa tudi nasprotja med reševanjem teh dveh problemov, kot na primer uporaba lesa v energetske namene, ki je CO₂ nevtralno gorivo, sprošča pa lahko visoke emisije različno velikih delcev, še posebej, če se uporablja v zastarelih malih kurilnih napravah. Izzive izboljševanja kakovosti zraka in blaženja podnebnih sprememb je zato potrebno reševati povezano.

Zadnje desetletje je bilo najtoplejše, odkar imamo meteorološke meritve in leto 2016 je bilo najtoplejše doslej (EEA, 2017). Povprečna temperatura zraka, tal in morij se je dvignila, spremenila se je tudi razporeditev padavin. Ledeniki, ledeni pokrovi in arktični morski led se krčijo vse hitreje (IPCC, 2014). Dviga se povprečna gladina svetovnih morij in marsikje so se spremenili tudi pretoki rek, zlasti tistih, ki se napajajo iz snežišč ali ledenikov. Druge posledice spreminjanja podnebnih razmer vključujejo večjo poplavno ogroženost urbanih območij in ekosistemov, zakisovanje oceanov ter ekstremne vremenske pojave, med njimi denimo vročinske valove in suše. Podnebne spremembe so stresni dejavnik ne le za človeka ampak tudi za ekosisteme, saj ogrožajo njihovo strukturo in delovanje ter spodkopavajo njihovo odpornost proti drugim pritiskom. Dosedanji svetovni politični ukrepi še niso prinesli zmanjševanja izpustov TGP, ki so poglavitni razlog za globalno ogrevanje. Ker različni družbeno-gospodarski kazalci tudi v prihodnje predvidevajo pomembno vlogo človeka pri spreminljivosti podnebja, bodo spremembe podnebja močno vplivale na človeštvo. Kmetijstvo je izrazito odvisno od vremena, enako tudi energetika, vodni viri, pa tudi turizem, promet in seveda naše počutje in zdravje (NIJZ, 2015). Tudi če bi se izpusti TGP danes ustavili, se bodo podnebne spremembe nadaljevale še veliko desetletij zaradi preteklih izpustov in inercije podnebnega sistema. Vse bolj nujno postaja blaženje podnebnih sprememb, zlasti zmanjšanje izpustov TGP.

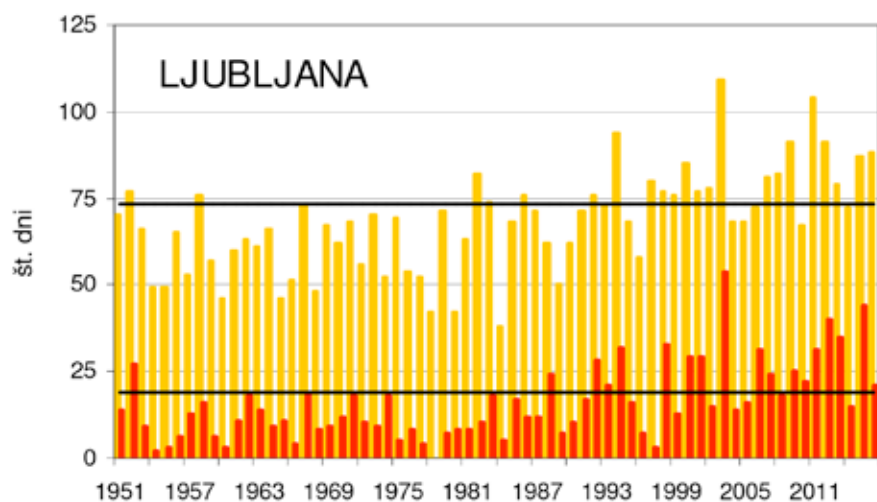
SPREMEMBE PODNEBJA IN MOŽNE POSLEDICE

Poleg segrevanja podnebne spremembe že vplivajo na hidrološke razmere v Evropi. Vplivi na vodne sisteme se kažejo v manjšem pretoku rek v južni in vzhodni Evropi ter povečanem pretoku drugod. Na vodne ekosisteme vplivajo tudi večja pogostost in intenzivnost suš, še zlasti v južni Evropi, ter višje temperature vode. Podnebne spremembe so prizadele evropska morja z zakisanjem in dvigovanjem temperatur morske vode. Kopenski ekosistemi doživljajo fenološke spremembe in spremembe v razporeditvi, izpostavljeni pa so tudi širjenju invazivnih tujerodnih vrst. Vplivi na kmetijstvo se kažejo v spremenjenih fenoloških razmerah za poljščine, spremenjenem obsegu in razporeditvi zemljišč, primernih za kmetijsko pridelavo, spremenjenih donosih ter povečani potrebi po namakanju v južni in jugozahodni Evropi. Tudi gozdovi so prizadeti zaradi spremenjenih vzorcev pojavljanja in intenzivnosti viharjev, škodljivcev, bolezni, suš in gozdnih požarov (EEA, 2017). Največje spremembe in zato tudi vplive v Evropi doživljajo v Sredozemlje in gorska območja, kjer prihaja do okrnjenega opravljanja ekosistemskih storitev in do upadanja biotske raznovrstnosti. V srednji in vzhodni Evropi bodo podnebno prihodnost najbolj zaznamovale pogostejše izjemno visoke temperature, manjša količina poletnih padavin, višja temperatura vode, večja nevarnost gozdnih požarov in manjša gospodarska vrednost gozdov.

Nedvomno je v prihodnje pričakovati močnejše in številnejše vplive podnebnih sprememb, kot jih občutimo že danes. Čeprav je blaženje podnebnih sprememb ključnega pomena, se je treba tudi prilagoditi podnebnim spremembam, ki smo jim že izpostavljeni, in verjetnim prihodnjim podnebnim scenarijem. Glavni namen prilagajanja je zagotoviti, da bi bilo kljub spreminjanju razmer še naprej zagotovljeno delovanje naše kulture, družbe, gospodarstva ter grajene infrastruktura in naravnega okolja.

V Sloveniji se izrazito se ogrevajo vsi letni časi razen jeseni. Povečuje se število toplih in zmanjšuje število ledenih dni. Ogrevajo se tudi vodotoki, jezera in morje. Prej olistajo in cvetijo številne rastline, v povprečju od teden do deset dni zgodneje. Zmanjšuje se višina snega in tudi trajanje snežne odeje. Ob višjih temperaturah zraka se povečuje tudi evapotranspiracija. Jeseni se količina padavin v Sloveniji povečuje, v ostalih letnih časih pa večinoma zmanjšuje. Še zlasti poleti je padavin je povsod manj, razen v višjih legah Alp. Zvišuje se tudi temperatura vodotokov in reke so manj sposobne prevzemati toplotne obremenitve in zato je večja nevarnost onesnaževanja. Gladina podtalnice v Sloveniji iz različnih vzrokov vztrajno pada, manjša pa se tudi njena količina. Hidrološke suše sovpadajo z dolgotrajnimi obdobji podpovprečnih količin padavin ter visokih temperatur zraka, ki imajo za posledico tudi kmetijsko sušo.

Slika 1: **Naraščajoče število toplih (svetlejši stolpec) in vročih dni (temnejši stolpec)**



(vir: Arso, 2016)

Podnebne spremembe bodo močno poglobile evropske regionalne razlike v dostopnosti do naravnih virov in v premoženjskem stanju (EEA, 2015). Primernost kmetijskih rastlin in njihova produktivnost se bosta zaradi višjih temperatur v severni Evropi in zmanjšali v Sredozemlju in jugovzhodni Evropi. Gozdovi se bodo širili na severu in se umikali na jugu Evrope. Razlike v dostopnosti vodnih virov bodo postale večje, površinski odtok vode se bo povečal v severni in severozahodni Evropi in zmanjševal v južni in jugovzhodni Evropi. Poletni nizki pretoki se bodo v srednji Evropi zmanjšali za polovico, v južni Evropi pa do 80 odstotkov. Vodni stres v Evropi se bo povečal in tudi hidroenergetska zmogljivost v Evropi se bo do leta 2070 zmanjšala v povprečju za 6 %, v Sredozemlju in okolici pa za 20 do 50 %.

Ukrepi prilaganja zajemajo lahko blage in razmeroma poceni ukrepe, npr. varovanje vode, učinkovito rabo vode; spremembe pri kolobarjenju in vrstah poljščin, ohranjanje prilagoditvenega potenciala gozdnih drevesnih vrst na spremembe v okolju, prilaganje gospodarjenja z naravnimi ekosistemi in ukrepanje ob motnjah, javno načrtovanje in ozaveščanje javnosti; ali pa tudi drage zaščitne in preselitvene ukrepe. Ukrepi so potrebni tudi v javnem sektorju, npr. prilaganje rabe prostora in strategije za ravnanje ob primeru naravnih nesreč.

PODNEBNE SPREMEMBE IN ONESNAŽENOST ZRAKA

Povezave podnebnih sprememb in polutantov v zraku so še slabo raziskane. Podnebne spremembe bodo vplivale predvsem na koncentracijo ozona v zraku, kjer so prekursorji za nastanek ozona. Požari kot posledica podnebnih sprememb lahko vplivajo

na akutno povečanje koncentracije delcev v zraku. Podnebne spremembe in onesnažen zrak vplivajo tudi navečjo alergenost pelodov ter na časovno in količinsko breme peloda. Prisotnost pelodov v zraku bo daljša, nekatere alergogene rastline so se razširile na območja, kjer jih prej ni bilo.

Preglednica 1: **Načini blaženja podnebnih sprememb in vzporedne koristi za kakovost zraka, zdravje ljudi in podnebje**

Način blaženja	Koristi za kakovost zraka in zdravje	Koristi za podnebje
Zmanjšanje kurjenja trdih goriv v gospodinjstvih	Zmanjšanje izpostavljenosti, ki je povezana z boleznimi, kroničnimi in akutnimi obolenji dihal.	Zmanjšanje emisij snovi, ki spreminjajo podnebje vključno z CO ₂ , CO, črnim ogljikom in CH ₄ .
Zmanjšanje izpustov TGP iz industrijskih virov, kot so elektrarne in odpadki, z uporabo nadomestnih nizko ogljičnih alternativ.	Zmanjšana izpostavljenost in tveganje za kardiovaskularne bolezni, kronična in akutna obolenja dihal.	Zmanjšanje emisij CO ₂ , črnega ogljika, CO, CH ₄ in ostalih polutantov, ki spreminjajo podnebje.
Energetska učinkovitost z manjšo porabo energije	Manj polutantov, ki so zdravju škodljivi.	Zmanjšanje emisij polutantov, zlasti TGP
Povečanje aktivnega potovanja zaradi modifikacij grajenega okolja, vključno z boljšo dostopnostjo javnega prevoza in večjo gostoto urbanih naselij	Povečana fizična aktivnost zmanjšuje debelost in bremena nenalezljivih bolezni; zmanjšana izpostavljenost onesnaženemu zraku; povečana varnost.	Zmanjšanje emisij polutantov, ki spreminjajo podnebje v povezavi z prevozom.
Zdrave prehranjevalne navade z nizkimi emisijami toplogrednih plinov	Zmanjšanje mesne prehrane z nasičenimi maščobami ima koristi za zdravje in pomeni tudi zmanjšanje emisij CH ₄ ter lahko zmanjša vsebnost ozona pri tleh.	Zmanjšanje CO ₂ in CH ₄ emisij iz energijsko intenzivnih pridelovalnih sistemov.
Povečano območje urbanih zelenih površin in gozdnih površin v okolici	Nižje temperature in zmanjšan vpliv toplotnega otoka; zmanjšan hrup; povečana varnost; pozitivni vpliv na počutje.	Zmanjšanje vsebnosti CO ₂ preko ponora ogljika v rastline in tla.

Ozon je sekundarno onesnaževalo in v prizemni plasti zraka ni njegovih neposrednih izpustov. Kompleksne reakcije, ki vodijo do nastanka ozona, so intenzivnejše ob visoki temperaturi in močnem sončnem obsevanju. Zato je onesnaženost zraka z ozonom največja v poletnem času. Snovi, iz katerih nastaja ozon, so predhodniki ozona in obsegajo dušikove okside ter hlapne organske spojine. Dušikovi oksidi so predvsem posledica izpustov iz prometa in energetike. Hlapne organske snovi pa

prispevajo izpusti povezani s prometom, industrijo in obrtjo, distribucijo motornih goriv, kurjenjem biomase in uporabo topil v gospodinjstvih. Kraji v sredogorju in z odprtim reliefom imajo že značilnosti prostega ozračja, kjer je na eni strani majhen neposredni vpliv emisij predhodnikov ozona, na drugi strani pa je močnejše sevanje sonca. Pogosto so zato povprečne koncentracije višje kot v nižje ležečih območjih.

Podnebne spremembe bodo stopnjevale probleme z ozonom, saj se poleti že zdaj vse pogosteje pojavljajo vročinski valovi z visokimi temperaturami zraka (Slika 1). Povečane koncentracije ozona tako dobimo ne le v poletnih mesecih, temveč tudi že maja in še septembra.

Že dolgo je znano, da obstajajo sinergije med zmanjševanjem onesnaženosti zraka in blaženjem podnebnih sprememb. Z omejenimi javno finančnimi sredstvi je treba doseči čim večje zmanjšanje emisij toplogrednih plinov in sočasno čimvečje razvojne koristi, kot je izboljšanje kakovosti zraka. Zmanjšanje emisij toplogrednih plinov lahko dosega več ciljev sočasno, s tem pa se znatno zmanjšajo stroški za izvedbo ukrepov in povečajo koristi zaradi sinergijskih in multiplikativnih učinkov. Primer so ukrepi učinkovite rabe energije in obnovljivih virov energije, ki sočasno zmanjšujejo onesnaženje zraka s onesnaževali SO₂, NO_x in prašnimi delci ter zmanjšujejo emisije toplogrednih plinov. Tudi ukrepi energetske sanacije stavb prispevajo k zmanjšanju izpustov škodljivih snovi v zrak, kar posredno pozitivno vpliva na zdravje. Obstajajo pa tudi še drugi načini blaženja, ki jih podaja Preglednica 1.

SKLEPI

Analize časovnih sprememb podnebnih spremenljivk v Sloveniji zadnjih 50 let zanesljivo kažejo, da se nam podnebje že spreminja. V prihodnosti ne gre dvomiti o še nadaljnjem povečevanju temperature zraka. Posledice sprememb podnebja bodo vplivale na vsa področja našega delovanja in tudi na onesnaženost zraka. Povezave podnebnih sprememb na polutante v zraku in obratno so še slabo raziskane, a zagotovo obstajajo vzporedne koristi med zmanjševanjem onesnaženosti zraka in blaženjem podnebnih sprememb. Primer so ukrepi učinkovite rabe energije in obnovljivih virov energije, ter ukrepi energetske sanacije ter investicije v energijsko učinkovit javni transport. Žal pa obstajajo pa tudi nasprotja med reševanjem teh dveh problemov, kot na primer uporaba lesa v zastarelih malih kurilnih napravah. Izzive izboljševanja kakovosti zraka in blaženja podnebnih sprememb je zato potrebno reševati povezano.

Viri in literatura

1. ARSO, 2016. Trendi podnebnih spremenljivk in kazalcev. Dostopno na <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/trends/>
2. EEA, 2017. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016 — an indicator-based report, EEA Report No 1/2017, European Environment Agency, Copenhagen, Denmark, 419 p.

3. EEA, 2015. Evropsko okolje. Stanje in napovedi 2015 - Strnjeno poročilo. Evropska agencija za okolje. Kopenhagen 2015
4. IPCC, 2014. AR5 Synthesis Report. Cambridge University Press, Cambridge, 151 p.
5. NIJZ, 2015. Podnebne spremembe in zdravje v Sloveniji 2015. Nacionalni inštitut za javno zdravje. Hojs, A. in Pohar, M. (ur.). Dostopno na: <http://www.nijz.si>

OCENA IZPOSTAVLJENOSTI ONESNAŽENOSTI ZUNANJEGA ZRAKA Z DELCI PM₁₀ TER UČINKI NA ZDRAVJE: EKOLOŠKA PROSTORSKA RAZISKAVA NA RAVNI OBČIN V SLOVENIJI

EXPOSURE ASSESSMENT IN OUDOOR AIR POLLUTION WITH PM₁₀ AND HEALTH EFFECTS: ECOLOGICAL SPATIAL STUDIES AT THE MUNICIPALITY LEVEL IN SLOVENIA

» doc. dr. Andreja KUKEC^{1,2}

dr. Peter OTOREPEC², dr. med., spec. za higieno, spec. MDPŠ

¹Center za javno zdravje, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani
Zaloška 4, SI-1000 Ljubljana

²Center za zdravstveno ekologijo, Nacionalni inštitut za javno zdravje
Zaloška 29, SI-1000 Ljubljana

¹andreja.kucec@mf.uni-lj.si

²peter.otorepec@nijz.si

Povzetek

Metodološko so na voljo različni pristopi ocenjevanja vplivov onesnaženosti zunanjega zraka na zdravje. Namen prispevka je predstaviti metodologijo in rezultate projekta MED-HISS LIFE12 ENV/IT/000834, ki je bila uporabljena za ocenjevanje prostorske povezanosti med vplivi onesnaženosti zunanjega zraka s PM10 na opazovane zdravstvene izide na ravni občin v Slovenij. Z multivariatnim modelom je bila ocenjena pozitivna in statistično značilna prostorska povezanost med PM10 in umrljivostjo zaradi vseh naravnih vzrokov, bolezni dihal, bolezni obtočil in malignih neoplazm standardizirano na potencialne dejavnike ozadja. Prav tako se nakazuje prostorska povezanost med modelnimi vrednostmi PM10 in številom bolnišničnih obravnav. V okviru projekta MED-HISS LIFE12 ENV/IT/000834 smo pridobili ustrezna

vsebinska in praktična znanja za pripravo ocene izpostavljenosti onesnaženemu zunanjemu zraku ter za izvedbo prostorske analize povezanosti.

Ključne besede: ocena izpostavljenosti, onesnaženost zunanjega zraka, učinki na zdravje, prostorska ekološka raziskava

Abstract

Methodologically there are different approaches for the assessment of health effects of outdoor air pollution. The purpose of this research is to display methodology and results of the LIFE12 ENV/IT/000834 MED HISS project, which was used for the assessment of spatial association between outdoor air pollution PM10 on observed health outcomes on the municipality level in Slovenia. Positive statistically significant spatial association with multivariate model was observed between PM10 and mortality for all natural causes, respiratory diseases, cardiovascular diseases and malignant neoplasms standardized on background factors. As well, spatial association between modelled values PM10 and the number of hospitalisations is suggested. Within the LIFE12 ENV/IT/000834 MED HISS project, we have gained suitable knowledge for the preparation of exposure assessment to outdoor air pollution and implementation of spatial study.

Key words: exposure assessment, outdoor air pollution, health effects, spatial ecological study

OCENA IZPOSTAVLJENOSTI ONESNAŽENOSTI ZUNANJEGA ZRAKA

Onesnaženost zunanjega zraka s trdnimi delci z aerodinamskim premerom do 10 μm (PM_{10}), po podatkih Svetovne zdravstvene organizacije (SZO), predstavlja pomembno determinanto zdravja (1). Z metodološkega vidika so na voljo različni pristopi ocenjevanja vplivov onesnaženosti zunanjega zraka na zdravje. Oceno izpostavljenosti onesnaževalom v zunanjem zraku, v procesu ocenjevanja vplivov na zdravje, lahko pridobimo z direktnimi in indirektnimi metodami. Med direktne metode ocenjevanja izpostavljenosti sodijo osebni in biološki monitoring ter med indirektno okoljski monitoring, modeliranje izpostavljenosti (modelirni sistemi) in okoljsko anamnezo (2).

SZO je za raziskovanje vpliva onesnaženega zunanjega zraka na zdravje priporočila raziskave na populacijski ravni, ki so po epidemiološki zasnovi lahko raziskave časovnih trendov ali prostorske raziskave (3,4).

V okviru projekta MED-HISS LIFE12 ENV/IT/000834 (angl. *Mediterranean Health Interview Surveys Studies: long term exposure to air pollution and health surveillance*), ki je trajal od 1. julija 2013 do 30. septembra 2016, smo za celotno območje Slovenije prvič izvedli ekološko prostorsko raziskavo vpliva onesnaženosti zunanjega zraka na zdravje. Partnerji v projektu so bili poleg raziskovalcev iz Slovenije še iz Italije (vodilni partner v projektu), Španije in Francije (5).

OCENA ŠIRJENJA ONESNAŽENOSTI ZUNANJEGA ZRAKA S PM_{10} NA RAVNI OBČIN V SLOVENIJI (MED-HISS LIFE12 ENV/IT/000834)

Za oceno širjenja PM_{10} v zunanjem zraku je bil uporabljen fotokemijski disperzijski Eulerjev model CAMx različica 6.10 (ang. Comprehensive Air Quality Model with Extensions) skupaj z numeričnim mezo-meteorološkim modelom ALADIN/SI. Proces ocene širjenja PM_{10} v zunanjem zraku je bil izveden na Agenciji Republike Slovenije za okolje (ARSO). Zunanje računsko območje je sestavljalo 135×135 računskih celic z ločljivostjo 13,2 km. Horizontalna ločljivost notranjega (gnezdenega) računskega območja s 185×167 računskimi celicami je bila 4,4 km in je bila enaka ločljivosti modela ALADIN/SI. Za oceno širjenja PM_{10} v zunanjem zraku na ravni občin (210 občin na območju RS, ki so obstajale na dan 1. 7. 2010) je bil uporabljen geostatistični pristop kriging z zunanjim vplivom (6,7).

Vhodne podatke v procesu širjenja onesnaževal v zunanjem zraku na opazovanem območju, za leto 2011, so v okviru projekta MED-HISS LIFE12 ENV/IT/000834 predstavljali točkovni in ploskovni izpusti opazovanih onesnaževal, meteorološka polja in druga polja potrebna za zagon modelirnega sistema za oceno širjenja onesnaževal v zunanjem zraku. Emisijske vrednosti točkovnih in ploskovnih izpustov so pripravili na Agenciji Republike Slovenije za okolje (ARSO) za PM_{10} . Modelirane letne povprečne vrednosti PM_{10} za leto 2011, na ravni občin so bile predstavljene z zemljevidi onesnaženosti (Slika 1). Za prikaz modeliranih povprečnih letnih vrednosti PM_{10} v zunanjem zraku z zemljevidom je bilo uporabljeno orodje ArcGIS (ESRI ArcGIS Verzija 10.4) (6,7).

Slika 1: **Onesnaženost zunanjega zraka z onesnaževalom PM10 na ravni občin v Sloveniji za leto 2011 (6,7).**



Legenda: ■ - pod 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; ■ - od 20,1 do 25,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; ■ - od 25,1 do 30,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; ■ - od 30,1 do 35,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; ■ - od 35,1 do 40,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; ■ - več kot 40,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

OCENA VELIKOSTI ZDRAVSTVENIH POJAVOV NA RAVNI OBČIN V SLOVENIJI (MED-HISS LIFE12 ENV/IT/000834)

Zdravstveni podatki so bili za obdobje od 2010 do 2014 pridobljeni iz Baze umrlih in podatkovne zbirke Bolnišnične obravnave istega tipa, ki jo vodijo na Zdravstveno podatkovnem centru Nacionalnega inštituta za javno zdravje (NIJZ). Skladno s protokolom projekta LIFE12 ENV/IT/000834 MED HISS so bili za kazalnik umrljivost in število primerov bolnišničnih obravnav opazovani naslednji zdravstveni izidi po Mednarodni klasifikaciji bolezni in sorodnih zdravstvenih problemov za statistične namene, deseta verzija (MKB-10) (25): vsi naravni vzroki (A00–R99), bolezni obtočil (I00–I99), bolezni dihal (J00–J99), maligne neoplazme (C00–C97) in maligna neoplazma bronhija (sapnice) in pljuč (C34) ter astma (J45) pri kazalniku število bolnišničnih obravnav. Podatki o številu prebivalcev za 5-letne starostne skupine (0–4, ...85+), ločeno po spolu, so bili pridobljeni iz Podatkovnega portal SI-STAT, Statističnega urada Republike Slovenije (SURs) (6,7).

Podatki o motečih dejavnikih kot dejavnikih ozadja so bili na ravni občin pridobljeni iz rezultatov Popisa 2002 in Statističnega letopisa za leto 2013, ki je dostopen na SURs-u ter iz raziskave Tvegana vedenja, povezana z zdravjem in nekatera zdravstvena stanja

pri odraslih prebivalcih Slovenije iz leta 2012, ki so jo izvedli na NIJZ. Dejavnike ozadja v analizi povezanosti so predstavljale prevalenca nizke stopnje izobrazbe, stopnje delovne aktivnosti, kajenja kadarkoli, trenutnega kajenja, pasivnega kajenja, uživanja alkohola, debelosti, fizične ne-aktivnosti in povprečnega mesečnega dohodka (6,7).

Za prostorsko analizo povezanosti med opazovanimi zdravstvenimi izidi, pojasnjevalnimi dejavniki in dejavniki ozadja smo uporabili Poisson-ovo regresijsko analizo. Končni rezultat univariatne in multivariatne prostorske analize povezanosti je podan kot relativno tveganje (RT). Rezultati nam povedo, za koliko se spremeni vrednost RT ob povečanju vrednosti opazovanega onesnaževala za eno svojo osnovno enoto (1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Statistično značilna povezanost med opazovanim zdravstvenim izidom in pojasnjevalno spremenljivko standardizirano na potencialne dejavnike ozadja smo ocenili pri 95,0 % intervalu zaupanja (IZ) (6,7).

Rezultati multivariatnih modelov so pokazali pozitivno in statistično značilna prostorska povezanost med PM_{10} in umrljivostjo zaradi vseh naravnih vzrokov, bolezni dihal, bolezni obtočil in malignih neoplazm, standardizirano na potencialne dejavnike ozadja. Pri ocenjevanju povezanosti med vrednostmi PM_{10} in številom bolnišničnih obravnav zaradi bolezni dihal, astme in malignih neoplazem bronhija (sapnice) in pljuč se le-ta nakazuje (6,7).

NADALJNJE RAZISKOVANJE

V nadaljnjem raziskovanju vpliva onesnaženosti zunanjega zraka na opazovane zdravstvene izide bi bilo potrebno pridobiti geokodirane zdravstvene podatke, ki bi omogočali izvedbo prostorske analize na ravni malih prostorskih enot. Izboljšati bi bilo potrebno tudi vhodne podatke v procesu ocenjevanja širjenja onesnaženosti zunanjega zraka. Za natančnejšo analizo povezanosti bi bilo v prihodnje potencialne moteče dejavnike dopolniti glede na pridobljene dokaze v podobnih epidemioloških prostorskih raziskavah (6,7).

Zahvala

Vsem sodelujočim raziskovalcem v evropskem projektu MED-HISS LIFE12 ENV/IT/000834.

Viri in literatura

1. Svetovna zdravstvena organizacija (2016). Global health Observatory data. Mortality from ambient air pollution. http://www.who.int/gho/phe/outdoor_air_pollution/burden_text/en/1.<11.07.2016>
2. Department of Health and Ageing and Health Council (DHAHC) (2002). Environmental health risk assessment. Guidelines for assessing human health risk from environmental hazards. Canberra, 2002.

3. David, Briggs, Carlos, Corvalan, Markku, Nurminen (ur.) (1996). Linkage methods for environment and health analysis. General guidelines. Geneva: World Health Organization, Office of Global and Integrated Environmental Health.
4. Carlos, Corvalan, Markku, Nurminen, Harris, Pastides (ur.) (1997). Linkage methods for environment and health analysis. Technical guidelines. Geneva: World Health Organization, Office of Global and Integrated Environmental Health.
5. Mediterranean Health Interview Surveys Studies: long term exposure to air pollution and health surveillance (LIFE12 ENV/IT/000834). <http://medhiss.eu/>. <01. 07. 2016>
6. Andreja, Kukec, An, Galičič, Lijana, Zaletel-Kragelj (2016). Metodologija ocenjevanja vplivov onesnaženosti zunanjega zraka na zdravje: evropski projekt MED-HISS LIFE12 ENV/IT/000834. V: Andreja, Kukec (ur.), Lijana, Zaletel-Kragelj (ur.). Kakovost zunanjega zraka: interdisciplinarni pristop k oceni stanja in oblikovanju ter izvajanju ukrepov: zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov. Ljubljana: Nacionalni inštitut za javno zdravje. http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/kakovost_zunanjega_zraka.pdf. <5.02.2017>
7. Mojca, Dolinar, Marko, Rus (2016). Izračun prostorske porazdelitve onesnaževal v zunanjem zraku s pomočjo združevanja podatkov. V: Andreja, Kukec (ur.), Lijana, Zaletel-Kragelj (ur.). Kakovost zunanjega zraka: interdisciplinarni pristop k oceni stanja in oblikovanju ter izvajanju ukrepov: zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov. Ljubljana: Nacionalni inštitut za javno zdravje. http://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/publikacije-datoteke/kakovost_zunanjega_zraka.pdf. <5.02.2017>

KAKOVOST ZRAKA IN NOV PRISTOP PRI MODELIRANJU RABE ENERGIJE

AIR QUALITY AND NEW APPROACH IN MODELLING ENERGY CONSUMPTION

» **Matjaž ČESEN**¹
mag. Jure ČIŽMAN¹
mag. Damir STANIČIČ¹

¹Institut »Jožef Stefan« -
Center za energetska učinkovitost/Institut »Jožef Stefan« -
Energy Efficiency Centre
Jamova 39, 1000 Ljubljana
matjaz.cesen@ijs.si
jure.cizman@ijs.si
damir.stanicic@ijs.si

Povzetek

Izpusti onesnaževal zraka SO₂, NO_x, NMVOC, NH₃ in PM 2.5 se od leta 2000 znižujejo. Leta 2015 so izpusti vseh snovi, ki imajo določene cilje za to leto, nižji od ciljev. Vpliv različnih onesnaževal na ekosisteme in zdravje ljudi se razlikuje. Z uporabo uteži, lahko te vplive kvantificiramo in po analogiji s toplogrednimi plini izračunamo skupne izpuste onesnaževal. K prašnim delcem prispevajo poleg izpustov PM tudi izpusti NO_x, SO₂ in NH₃ ter NMVOC. Iz vidika kakovosti zraka se prašni delci izkazujejo kot najbolj problematični. Glavna vira izpustov PM sta raba energije v široki rabi – zgorevanje lesa – ter v prometu. Podatki na nivoju države omogočajo grob vpogled v vzroke za preseganje mejnih koncentracij, zato se izkazuje potreba po drugačnem pristopu. Na primeru Maribora je bil uporabljen pristop modeliranja rabe energije na stavbo, kar omogoča bolj natančno identifikacijo problematičnih območij in s tem bolj ciljno usmerjeno ukrepanje. Hkrati so takšne analize nujne za kakovostno načrtovanje prihodnjega razvoja omrežij daljinskega ogrevanja in zemeljskega plina. Rezultati pri-

stopa modeliranja rabe energije na stavbe so uporabni tudi za izboljšanje vhodnih podatkov za disperzijske modele in s tem boljše razumevanje vzrokov za preseganje mejnih koncentracij onesnaževal, ocenjevanje učinkov ukrepov za zmanjšanje izpustov ter spremljanje izvajanja načrtov za izboljšanje kakovosti zraka.

Ključne besede: izpusti onesnaževal zraka, raba energije, modeliranje rabe energije, GIS

Abstract

Emissions of air pollutants SO₂, NO_x, NMVOC, NH₃ and PM 2.5 have been decreasing since 2000. In 2015 emissions of all pollutants, which have certain goals for that year, are lower than the goals. The impact of different pollutants on ecosystems and health of people is different. By using weights, these impacts can be quantified and by analogy with greenhouse gases common pollutants emissions can be calculated. Besides direct PM emissions also NO_x, SO₂, NH₃ and NMVOC emissions can contribute to particle matter. From the point of view of air quality particle matter seem to be the most problematic. Main sources of PM emissions are energy use in the households – wood burning – and transport. Data on the state level enable a rough view into reasons for exceeding limit concentrations, that is why a there is need for different approach. In case of Maribor the approach of energy use modelling per building was used, that enables a more detailed identification of problematic areas and thus more goal oriented actions. At the same time, such analyses are necessary for qualitative planning of the future development of district heating and natural gas networks. Results of the approach of energy use modelling per building are useful also for improvement of input data for dispersion models and thus better understanding of reasons for exceeding of border concentrations of pollutants, evaluation of effects of measures for the reduction of emissions and monitoring of implementation of plans for the improvement of air quality.

Key words: emissions of air pollutants, energy use, modelling of energy use, GIS

UVOD

Kakovost zraka je bistvenega pomena za zagotavljanje ustrezne kakovosti življenja ljudi. Na kakovost zraka bistveno vpliva količina in vrsta izpustov onesnaževal zraka, ostala vplivna faktorja pa sta še vrsta terena ter vreme.

V prispevku bodo obravnavana sledeča onesnaževala zraka: žveplov dioksid (SO₂), dušikovi oksidi (NO_x), nemetanske hlapne organske spojine (NMVOC), amonijak (NH₃)

ter prašni delci (PM). Večina teh snovi med seboj reagira in tvori nova onesnaževala, ki vplivajo na zdravje ljudi, biotsko raznovrstnost, stavbe, pridelke ter gozdove.

Predhodnik ozona je snov, ki prispeva k nastajanju prizemnega ozona. Med predhodnike ozona prištevamo: dušikove okside (NO_x), ogljikov monoksid (CO), metan (CH₄) in nemetanske hlapne organske spojine (NMVOC). Troposferski (prizemni) ozon škodljivo vpliva na zdravje ljudi in ekosistem. Visoke koncentracije prizemnega ozona pri ljudeh vplivajo na dihalni sistem, zlasti pljuča, v ekosistemu pa vplivajo na zmanjšanje pridelka, povzročajo škodo na listih ter znižujejo odpornost na bolezni. Ozon povzroča tudi poškodbe na plastiki in gumi.

Med snovi, ki povzročajo zakisovanje prištevamo: žveplov dioksid (SO₂), dušikove okside (NO_x) in amonijak (NH₃). Zakisovanje povzroča veliko škodo v ekosistemu, na stavbah ter materialih (korozija). NO_x in NH₃ povzročata tudi prekomerno kopičenje dušika v zemlji in vodnih telesih (eutrofikacija).

K izpustom trdnih delcev prispevajo izpusti primarnih trdnih delcev (trdni delci različnih premerov, ki so neposredno izpuščeni v zrak) ter izpusti sekundarnih trdnih delcev oz. predhodnikov trdnih delcev (del izpustov NO_x, SO₂ in NH₃, ki se kot posledica fotokemičnih reakcij preoblikuje v trdne delce). Vdihavanje trdnih delcev lahko povzroči pogostejše in težje bolezni dihal, kar povečuje možnost prezgodnje smrti. Zlasti so nevarni manjši delci, ki prodrejo globlje v pljuča. Najnovejše raziskave so pokazale, da prašni delci prodrejo tudi v možgane in lahko vplivajo na nastanek Alzheimerjeve bolezni.

CILJI S PODROČJA EMISIJ ONESNAŽEVAL ZRAKA

Onesnaževala zraka lahko prepotujejo več tisoč kilometrov preden se odložijo in povzročijo škodo, zato je bila leta 1979 pripravljena Konvencija o onesnaževanju zraka preko meja na velike razdalje (CLRTAP), ki je stopila v veljavo leta 1983. Do danes je bila konvencija razširjena z 8 protokoli, ki so naslavljali različna onesnaževala zraka. Zadnji izmed njih je leta 1999 pripravljen Gothenburški protokol za zmanjšanje zakisovanja, eutrofikacije in prizemnega ozona, ki je postavil cilje za več onesnaževal in s tem uveljavil pristop skupnih učinkov ukrepov. Ta protokol je postavil cilje za zmanjšanje izpustov do leta 2010 za onesnaževala SO₂, NO_x, NMVOC in NH₃. Cilji za Slovenijo so 27 kt SO₂, 45 kt NO_x, 40 kt NMVOC in 20 kt NH₃. Protokol je bil leta 2012 spremenjen, med drugim so bili določeni tudi novi cilji za onesnaževala za leto 2020 in naprej, nabor onesnaževal pa je bil razširjen še na PM 2.5. Cilji so določeni v obliki zmanjšanja glede na izhodiščno leto 2005. Slovenija bo morala izpuste SO₂ zmanjšati vsaj za 63 %, NO_x za 39 %, NMVOC za 23 %, NH₃ za 1 % ter PM 2.5 za 25 %.

Na nivoju Evropske unije (EU) je bila leta 2001 sprejeta direktiva o nacionalnih zgornjih mejah emisij za nekatera onesnaževala zraka (NEC direktiva). Direktiva je za Slovenijo povzemala kvantitativne cilje Göteborgskega protokola iz leta 1999. V slovenski pravni

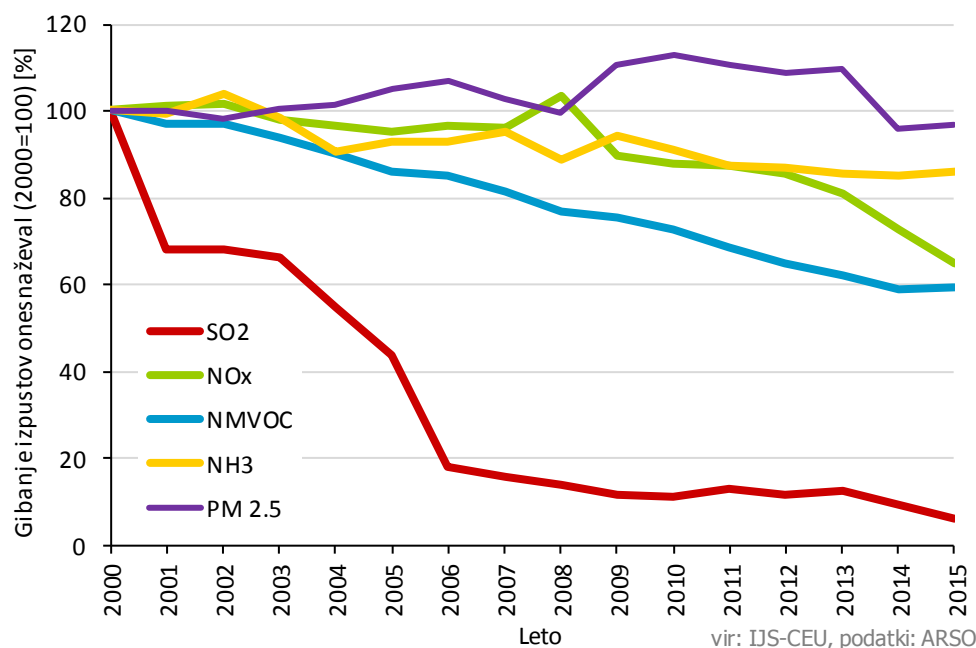
red je bila prenesena z Uredbo o nacionalnih zgornjih mejah emisij onesnaževal zunanega zraka (Ur. l. RS št. 24/2005, 92/2007).

Konec leta 2016 je bila sprejeta nova direktiva 2016/2284/EU o zmanjšanju nacionalnih emisij za nekatera onesnaževala zraka. Direktiva povzema cilje spremenjenega Göteborgskega protokola za leto 2020 ter postavlja cilje za leto 2030 in indikativne cilje za vmesno obdobje, ko je predpostavljeno linearno zmanjševanje od 2020 do 2030. Cilji za leto 2030 so prav tako določeni v obliki zmanjšanja glede na izhodiščno leto 2005. Slovenija bo morala do leta 2030 izpuste SO₂ zmanjšati vsaj za 92 %, NO_x za 65 %, NMVOC za 53 %, NH₃ za 15 % ter PM 2.5 za 60 %.

GIBANJE IZPUSTOV ONESNAŽEVAL ZRAKA

Izpusti vseh onesnaževal zraka so se od leta 2000 znižali. Daleč največ so se znižali izpusti žvepovega dioksida, in sicer s 93,6 kt leta 2000 na 5,5 kt leta 2015 oz. za 94 %. Pomembno so se znižali tudi izpusti NMVOC, in sicer s 54,0 kt na 32,1 kt, kar predstavlja 41 % zmanjšanje ter izpusti NO_x s 54,4 kt na 35,2 kt, kar predstavlja 35 % zmanjšanje. Več kot polovica tega zmanjšanja je bila dosežena v zadnjih treh letih. Izpusti NH₃ so se v letih 2000-2015 zmanjšali za 14 %, tako da leta 2015 znašajo 19,2 kt. Daleč najmanj so se v opazovanem obdobju zmanjšali izpusti PM 2.5, in sicer so bili leta 2015 samo 3 % nižji kot leta 2000. Poleg tega je po letu 2008 opazno izrazito povečanje izpustov, ki pa je posledica izboljšanja statistike porabe lesne biomase v gospodinjstvih.

Slika 1: Gibanje izpustov onesnaževal zraka za Slovenijo v letih 2000-2015



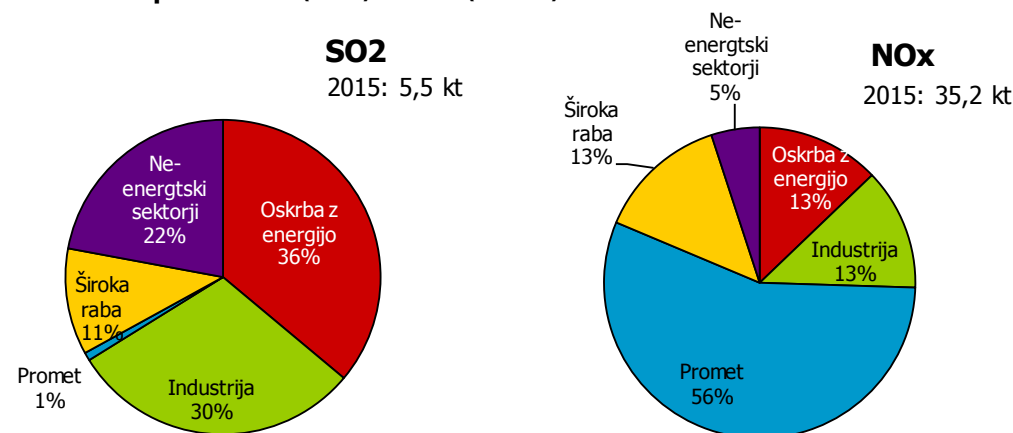
Cilji glede izpustov, ki jih je morala Slovenija doseči do leta 2010, so bili pravočasno doseženi pri izpustih SO₂ in NMVOC, izpusti NH₃ so se pod ciljne znižali leta 2011, izpusti NO_x pa leta 2013. Slovenija je torej pri NH₃ in NO_x zamujala z doseganjem ciljev. Ti cilji so veljavni do vključno leta 2019. Leta 2015 so bili izpusti glede na ciljne nižji za 80 % pri SO₂, 22 % pri NO_x, 4 % pri NH₃ ter 20 % pri NMVOC.

Cilji za leto 2020 so za večino onesnaževal, razen za NH₃, bolj ambiciozni. Kljub temu je Slovenija cilj za SO₂ že dosegla, saj so bili izpusti leta 2015, za 64 % nižji od cilja za leto 2020. Prav tako so bili od ciljnih nižji izpusti NMVOC, in sicer za 10 % in NH₃ za 6 %. Pri NO_x so se izpusti, z zmanjšanjem v zadnjih treh letih, že močno približali ciljnim, tako da so bili leta 2015 višji le še za 12 %. Problematično pa se kaže doseganje cilja za PM 2.5. Leta 2015 so bili izpusti za 23 % višji od cilja, poleg tega ni opaziti trenda zmanjšanja izpustov.

GLAVNI VIRI IZPUSTOV

Glavni viri izpustov različnih onesnaževal se razlikujejo. Pri SO₂ so bile v preteklosti glavni vir termoelektrarne na premog, z namestitvijo razžveplanih naprav in uporabo premoga z nizko vsebnostjo žvepla pa se je njihov delež možno zmanjšal. Tako so leta 2015 predstavljale le še 36 % in se po pomembnosti vira skoraj izenačile z industrijo, ki je imela 30 % delež. Tretji vir po velikosti so industrijski procesi, ki predstavljajo ne-energetske vire.

Slika 2: Viri izpustov SO₂ (levo) in NO_x (desno) leta 2015

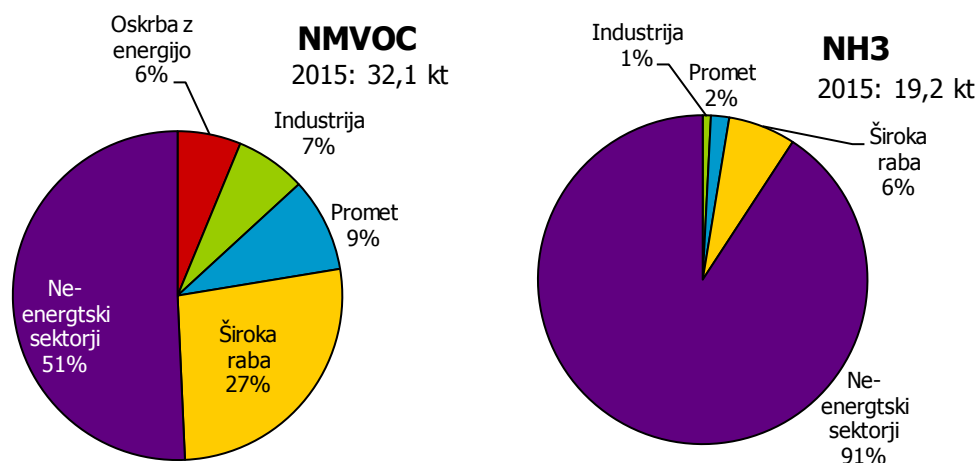


Pri emisijah NO_x je skozi celotno obdobje glavni vir promet. Leta 2000 in 2005 je njegov delež v skupnih izpustih znašal 44 %, leta 2015 pa je znašal 56 %. Izpusti NO_x na prevožen kilometer v vozilih se zmanjšujejo kot posledica omejevanja dovoljenih izpustov z EURO standardi za vozila, vendar je povečanje prodaje goriv domačim in tujim vozilom v Sloveniji ter povečanje deleža vozil na dizelsko gorivo izničilo učinek

tehničnih ukrepov na zmanjšanje izpustov. V zadnjih letih se je trend povečevanja prodaje goriv obrnil, kar je vplivalo na zniževanje izpustov iz prometa. V opazovanem obdobju se je najbolj zmanjšal delež oskrbe z energijo, kamor sodi proizvodnja električne energije in toplote, in sicer za 13 odstotnih točk. Izpusti so se občutno znižali po letu 2011 z zaprtjem nekaterih enot termoelektrarn. Deleži ostalih sektorjev so se spremenili le minimalno. K izpustom iz ne-energetskih virov v daleč največji meri prispeva kmetijstvo, kjer izpusti v glavnem nastajajo pri gnojenju zemlje z umetnimi in živinskimi gnojili.

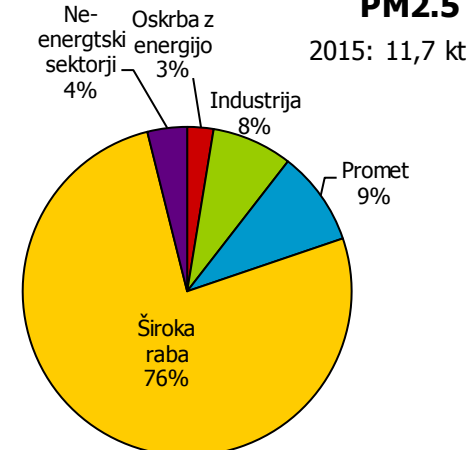
Večji del izpustov NMVOC nastaja v ne-energetskih virih, in sicer pri rabi topil, kjer je leta 2015 nastalo 31 % vseh izpustov, v kmetijstvu, kjer je nastalo 18 %, ter v odpadkih, kjer je nastalo 2 % izpustov. Raba topil zajema rabo topil v industrijskih procesih ter tudi v široki rabi v obliki barv ter različnih drugih izdelkov, ki vsebujejo topila. Izpusti v kmetijstvu nastajajo zlasti zaradi uporabe silaže v živinoreji, delno pa tudi zaradi ravnanja z živinskimi odpadki. Med energetskimi viri ima največji delež zgorevanje goriv v široki rabi, kjer prevladujejo izpusti iz zgorevanja lesne biomase. Problematična je zlasti uporaba starih neučinkovitih kotlov brez samodejnega uravnavanja procesa zgorevanja in hranilnika toplote ter napačno ravnanje s kurilnimi napravami. Delež izpustov iz tega vira se je močno povečal, medtem ko se je delež izpustov iz prometa močno zmanjšal. Občutno zmanjšanje izpustov je zlasti posledica znižanja prodaje bencina v Sloveniji ter tudi zaostrovanja standardov EURO za vozila.

Slika 3: **Viri izpustov NMVOC (levo) in NH3 (desno) leta 2015**



Izpusti NH3 v daleč največji meri nastajajo v kmetijstvu tako v živinoreji kot v poljedelstvu. 6 % izpustov v široki rabi je posledica izpustov, ki nastajajo pri zgorevanju lesne biomase.

Slika 4: **Viri izpustov PM 2.5 leta 2015**



Pri izpustih PM 2.5 je daleč največji vir zgorevanje lesa v gospodinjstvih, ki je leta 2015 predstavljal 76 %. Izpusti nastajajo zlasti pri napačni uporabi tehnološko zastarelih kotlov in peči. V takih primerih so lahko tudi za faktor 500 višji od izpustov v sodobnih pečeh na lesno biomaso. Glede na leto 2000 se je delež zgorevanja lesa v skupnih izpustih povečal, v veliki meri tudi zaradi izboljšanja statistike rabe lesne biomase.

VPLIV ONESNAŽEVAL ZRAKA NA KONCENTRACIJE PRAŠNIH DELCEV

Onesnaževala zraka med seboj reagirajo in tvorijo nove snovi, kot je bilo predstavljeno v uvodu. Potencial posameznih onesnaževal za tvorbo teh novih snovi je ovrednoten s pretvorbenimi faktorjem podobno kot pri emisijah toplogrednih plinov, ki so bili določeni v (de Leeuw, 2002) za snovi, ki povzročajo zakisovanje, predhodnike ozona ter predhodnike prašnih delcev. Podoben pristop je bil uporabljen tudi v procesu priprave nove direktive EU 2016/2284 za izračun ekvivalenta izpustov PM 2.5 (Amann, 2014).

Ta pristop omogoča jasnejšo predstavitev katera onesnaževala zraka prispevajo k različnim vplivom na okolje in v kakšni meri. Glede na aktualnost problematike prašnih delcev se bomo osredotočili na prašne delce. Slovenija ima namreč težave zaradi prekoračenja dopustnega števila preseganj dnevne mejne vrednosti za delce PM 10. Prekoračenje je bilo zabeleženo na 11 merilnih postajah, kar Slovenijo uvršča med države z bolj onesnaženim zrakom.

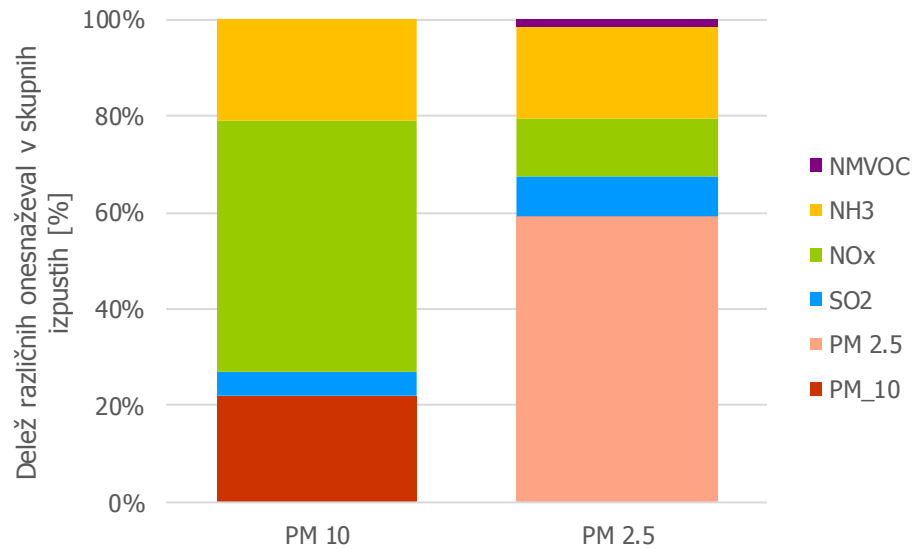
Po (de Leeuw, 2002) k prašnim delcem PM 10, poleg neposrednih izpustov PM 10 (faktor 1), prispevajo še izpusti SO2 s faktorjem 0,54, izpusti NOx s faktorjem 0,88 ter izpusti NH3 s faktorjem 0,64. Skupni izpusti prašnih delcev velikosti 10 mikro metrov in manj znašajo 59,1 kt. Zaradi visokih pretvorbenih faktorjev za izpuste, ki prispevajo k sekundarnim prašnim delcem, je njihov delež v skupnih izpustih PM 10, znatno večji

od deleža neposrednih izpustov PM 10, ki znaša 22 %. Največ k skupnim izpustom prispeva NOx (51 %), sledi PM 10 z 22 %, NH3 predstavlja 21 %, SO2 pa 5 %. Skupni izpusti so se od leta 2000 zmanjšali za 54 %, v največji meri zaradi zmanjšanja izpustov SO2, pomembno pa so k zmanjšanju prispevali tudi NOx, zaradi zmanjšanja v zadnjih letih. Glavni viri izpustov so bili leta 2015 promet z 32 % ter široka raba in kmetijstvo vsak s 24 %.

Po (Amann, 2014) k prašnim delcem PM 2.5, poleg neposrednih izpustov PM 2.5 (faktor 1), prispevajo še izpusti SO2 s faktorjem 0,298, izpusti NOx s faktorjem 0,067, izpusti NH3 s faktorjem 0,194 ter izpusti NMVOC s faktorjem 0,009. Po (Amann, 2014) so pretvorbeni faktorji znatno nižji kot po (de Leeuw, 2002), medtem ko se nabor onesnaževal razlikuje le za NMVOC, pri čemer zaradi zelo nizkega faktorja za NMVOC ta razlika ni pomembna. Zaradi znatno nižjih faktorjev je vpliv sekundarnih delcev na skupne izpuste občutno manjši, saj prispevajo le 41 %, medtem ko so k PM 10 po zgornjem pristopu prispevali 78 %. Med sekundarnimi prašnimi delci ima najpomembnejši vpliv NH3, ki predstavlja 19 % vseh izpustov PM 2.5, NOx pa predstavlja 12 %. SO2 predstavlja 8 %, NMVOC pa 1 %.

Kljub razlikam v rezultatih v prispevkih različnih onesnaževal k skupnim izpustom prašnih delcev po obeh pristopih lahko naredimo skupen zaključek, da na koncentracije prašnih delcev v zraku, poleg neposrednih izpustov prašnih delcev, pomembno vplivajo tudi izpusti ostalih onesnaževal, NOx, NH3, SO2 in NMVOC.

Slika 5: **Primerjava strukture skupnih izpustov prašnih delcev različnih frakcij ob uporabi dve h različnih pristopov, levo po deLeuw, 2002, desno po Aman, 2014**



MODELIRANJE RABE ENERGIJE NA NIVOJU STAVB IN GIS ANALIZA

Zmanjšanje izpustov prašnih delcev predstavlja velik izziv, ker so glavni viri gospodinjstva, kjer hitre spremembe niso možne, ob upoštevanju sekundarnih virov delcev pa so pomemben vir še promet in kmetijstvo, kjer so viri prav tako razpršeni. Slovenija je za zmanjšanje števila preseganj dnevne mejne vrednosti za delce PM 10 pripravila operativni program varstva zunanega zraka pred onesnaženjem s PM 10, na podlagi katerega so bili pripravljene načrti za kakovost zunanega zraka za mestne občine Celje, Kranj, Ljubljana, Maribor, Murska Sobota, Novo mesto ter zasavske občine: Hrastnik, Trbovlje in Zagorje ob Savi, ki vsebujejo številne ukrepe za zmanjšanje izpustov prašnih delcev.

Za kakovostno načrtovanje ukrepov ter tudi spremljanje njihovega izvajanja je potrebno zelo dobro poznavanje trenutnega stanja. Energetske bilance na nivoju občin so zaenkrat zelo pomanjkljive, pomanjkljivi pa so tudi podatki o uporabi obnovljivih virov energije (OVE) na nivoju države. Poraba lesne biomase v gospodinjstvih na nivoju države se ocenjuje z uporabo modela rabe energije v stavbah, kar omogoča veliko boljše ocene porabe kot prej, vendar so nadaljnje izboljšave še potrebne, zlasti pri strukturi naprav na lesno biomaso. Na manjših prostorskih enotah so podatki o porabi obnovljivih virov še znatno slabši.

Danes so na voljo številni podatki na nivoju stavb, ki jih je možno preko enoličnega identifikatorja stavbe povezati med sabo in na ta način zgraditi model rabe energije na stavbo natančno. Ogradje modela predstavljajo podatki iz registra nepremičnin, vključeni pa so še podatki o spodbujenih ukrepih s stani Ekosklada, podatki iz baze malih kurilnih naprav, ostali podatki o energetski infrastrukturi (omrežje daljinskega ogrevanja in zemeljskega plina) in drugi. Podatki o tehničnih karakteristikah stavb (leto izgradnje, obnove posameznih elementov) omogočajo tipizacijo stavb in določitev energetskega števila, na podlagi česar se izračuna potrebna energija za ogrevanje. Podatki o malih kurilnih napravah predstavljajo dobro osnovo za določitev energentov, ki se uporabljajo za pripravo toplote, vendar baza ne pokriva vseh stavb, npr. stavb, ki so priključene na daljinsko ogrevanje ali uporabljajo toplotne črpalke. Poleg tega baza ne vsebuje vseh malih kurilnih naprav, saj za nekatere stavbe vnosi manjkajo. Tam je potrebno z različnimi metodami napolniti bazo. Podatki na stavbo omogočajo tudi različne GIS analize s čimer se odpira široko polje različnih analiz v podporo odločanju in analizi stanja. Uporaba GIS orodij omogoča prostorsko modeliranje rabe energije, načrtovanje območij OVE, kompleksne prostorske analize in ponuja vizualizacijo podatkov in rezultatov, kar je lahko dodatna podpora pri odločanju bodisi pri strateškem sistemskem načrtovanju kot tudi pri operativnih vsebinah v številnih manjših projektih. Zgoraj opisan pristop je bil uporabljen na primeru Mestne občine Maribor.

PRIMER MESTNE OBČINE MARIBOR

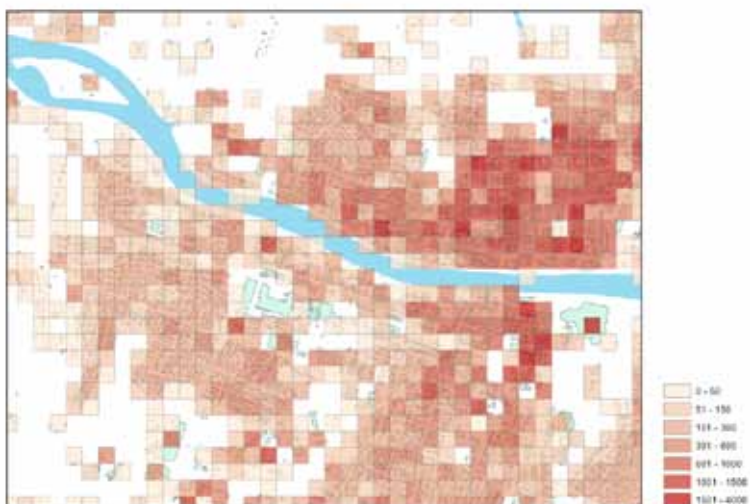
V mestni občini Maribor (MOM) je bilo leta 2015 19.495 stavb. Uporabna površina enodružinskih stavb je znašala 1,7 mio m², večstanovanjskih 1,9 mio m² in storitvenih stavb 1,9 mio m². Vse te stavbe so bile v modelu rabe energije razdeljene v energetske razrede, vsakemu delu stavbe pa je bila pripisana tudi uporaba določenih energentov za proizvodnjo toplote. Ob upoštevanju povprečnih izkoristkov naprav je bila za rabo energije v stavbah izračunana energetska bilanca za MOM.

Tabela 1: **Energetska bilanca rabe za stavbe v mestni občini Maribor za leto 2015**

	Raba končne energije [MWh]
Zemeljski plin	292.643
Utekočinjen naftni plin	5.654
Ekstra lahko kurilno olje	350.081
Les (tudi peleti)	196.198
Daljinsko ogrevanje	86.291
Električna energija	4.633
Energija okolja	372
SKUPAJ	935.872

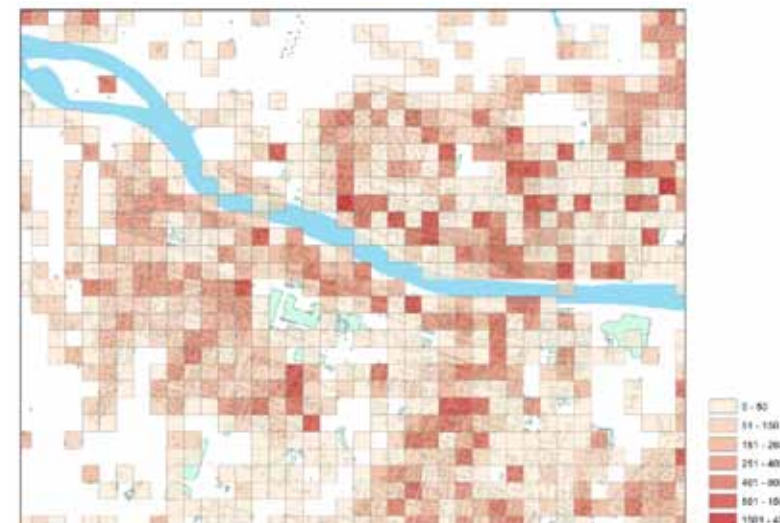
Podatki o rabi energije na stavbo omogočajo tudi prostorsko analizo z uporabo GIS orodja, zlasti je to uporabno za načrtovanje nadaljnjega razvoja omrežja daljinskega ogrevanja in omrežja za zemeljski plin. Potrebna energija za ogrevanje je izračunana za vsako stavbo in agregirana na mrežo 100m x 100m. Prostorska razporeditev energije za ogrevanje je za leto 2015 prikazana na spodnji sliki.

Slika 6: **Prikaz energije za ogrevanje v stavbah za leto 2015 agregirane na mreži 100x100 m² za mestno občino Maribor**



Na podlagi podatka o rabi energije na stavbo skupaj z vrsto energenta lahko ob uporabi emisijskih faktorjev izračunamo tudi izpuste onesnaževal zraka, npr PM 2.5. Prostorska razporeditev izpustov je uporabna zaradi usmerjena razvoja energetske omrežij, saj daje informacije o tem kje je največ virov izpustov in s tem katera so ciljna območja za zamenjavo energentov in ukrepe učinkovite rabe energije.

Slika 7: **Prikaz izpustov PM 2.5 iz zgorevanja goriv v stavbah za leto 2015 v MOM**



Model poleg popisa sedanjega stanja omogoča tudi simulacijo ukrepov učinkovite rabe energije ali obnovljivih virov energije. Za mestno občino Maribor je bila narejena simulacija obnove stavb do leta 2030. Za enodružinske stavbe je bila predpostavljena povprečna letna stopnja obnov 2,7 %, za večstanovanjske stavbe 2,5 % za stavbe storitvenega sektorja pa 1,7 %. Z obnovo stavb se raba končne energije ob nespremenjeni strukturi energentov zmanjša za 17 %, izpusti PM 2.5 pa se zmanjšajo za 22 %. Vpliv prenov na prostorsko razporeditev porabe energije za ogrevanje in izpuste PM 2.5 je prikazan na spodnjih slikah.

ZAKLJUČEK

Izpusti onesnaževal zraka so se od leta 2000 zmanjšali, najbolj izrazito izpusti SO₂, najmanj pa izpusti PM 2.5. Glavni vir izpustov PM 2.5 je zgorevanje lesa v gospodinjstvih. Cilje za onesnaževala zraka Slovenija trenutno dosega, za doseganje ciljev 2020, se nakazuje problem pri izpustih PM 2.5 mogoče tudi pri NO_x. Cilji za leto 2030 pa so zelo ambiciozni, zato bo potrebno zelo aktivno pristopiti k zmanjšanju izpustov. Slovenija ima težave tudi pri doseganju predpisane kakovosti zraka zaradi presežanja koncentracij prašnih delcev. Za uspešno zmanjšanje izpustov je potrebno dobro poznati obstoječe stanje, da so lahko ukrepi kakovostno pripravljene, zlasti pa je potrebno natančno

spremljanje izvajanja ukrepov in njihovih učinkov. Model rabe energije na stavbo je uporabno orodje, ki omogoča kakovosten popis sedanjega stanja in tudi simulacije učinkov ukrepov ter tudi njihovo spremljanje izvajanja. Poleg tega v kombinaciji z GIS orodji omogoča različne prostorske analize za boljšo pripravo ukrepov, npr. določitev ciljnih območij za širitev daljinskega ogrevanja ali plinskega omrežja. Te vrste analiz so nujne tudi za določitev potencialnih območij širitev rabe OVE itd.. Analiza na nižjem prostorskem nivoju je potrebno tudi zaradi potrebe po povezovanju različnih energetskega sistema, ki bo v prihodnje nujno potrebno za transformacijo energetskega sistema.

Viri in literatura

1. <http://www.mojzrak.si/onesnazena-obmocja/>
2. MOP 2012, Operativni program varstva zunanjega zraka pred onesnaževanjem s PM 10 (http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/varstvo_okolja/operativni_programi/op_onesnazevanje_pm10.pdf)
3. ARSO 2017, Evidence izpustov onesnaževal zraka za obdobje 2000-2015
4. deLeeuw 2002, A set of emission indicators for long-range transboundary air pollution. Environmental Science and Policy, Volume 5, Issue 2, p. 135-145
5. Aman 2014, A Flexibility Mechanism for Complying with National Emission Ceilings for Air Pollutants, TSAP Report #15, IIASA, September 2014
6. Staničič D., Čižman J. Česen M., Koncept prostorske analize rabe in proizvodnje toplote v Mestni občini Maribor – končno poročilo, marec 2017

ONESNAŽENOST ZRAKA Z ULTRA-FINIMI DELCI (NANODELCI)

AIR POLLUTION WITH ULTRA-FINE PARTICLES (NANOPARTICLES)

» mag. Viviana GOLJA¹, univ. dipl. kem
dr. Peter OTOREPEC¹, dr. med. spec hig. in MDPŠ

¹Nacionalni inštitut za javno zdravje
Trubarjeva 2, 1000 Ljubljana
viviana.Golja@nijz.si

Povzetek

Ultra-fini delci so majhni trdni delci snovi - veliki od 1 do 100 nm . So nevidni sestavni del našega okolja. Zaradi svoje majhnosti imajo drugačne lastnosti, kot večji delci enake kemijske sestave. Zaradi drugačnih lastnosti imajo lahko tovrstni delci, ko vstopijo v naše telo, tudi drugačen vpliv na zdravje, kot večji delci enake kemijske sestave. Ultra-fini delci lahko na sebi nosijo tudi sledi strupenih spojin oziroma elementov.

Zrak je z ultra-finimi delci lahko onesnažen zaradi naravnih vzrokov (erupcije vulkanov, erozije) in človeškega delovanja - industrijskih emisij, prometa, kurišč, varjenja, brušenja, ognjemetov in uporabe pirotehničnih sredstev.

O vplivu ultra-finih delcev iz zraka na zdravje je še veliko neznank. Vse več je epidemioloških dokazov o povezavi med kratkotrajno izpostavljenostjo nanodelcem iz zraka in kardiorespiratornim zdravjem, ter zdravjem živčnega in imunskega sistema. Zelo malo je znanega o dolgoročnih učinkih ultra-finih delcev na zdravje. Posebno tveganje lahko obstaja za otroke, mladostnike, nosečnice in starejše ljudi, ter bolnike z boleznimi dihal, boleznimi srca in ožilja in sladkorne bolnike.

Meritve koncentracij UFD v zunanjem zraku v petih evropskih mestih (Augsburg, Chernivtsi, Dresden, Praga in Ljubljana), so se izvajale od maja 2012 do aprila 2014

v sklopu projekta UFIREG. Meritve se še izvajajo v Ljubljani (z istim merilnikom), v okviru Ciljnega raziskovalnega programa CRP 2016. Ciljni raziskovalni projekt z naslovom »Onesnaženost zraka z ultra-finimi delci in ocena možnih vplivov na zdravje zaradi ognjemetov) sofinancirata Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije in Urad Republike Slovenije za kemikalije.

Ključne besede: ultra-fini delci, nanodelci, zrak, zdravje

Abstract

Ultra-fine particles are small solid particles of different substances, with diameter from 1 – 100 nm. They are the invisible part of our environment. Due to the small size, they have different properties than larger particles of the same chemical composition. After entering our bodies, such particles may have different effect on our health than larger particles of the same chemical composition. Ultra-fine particles may also carry the traces of toxic compounds or elements.

Air is contaminated with ultra-fine particles due to natural causes (volcanic eruptions, erosion) as well as due to human activities – industrial emissions, traffic, open fires, welding, grinding, fireworks and use of pyrotechnic devices.

There are still a lot of unknowns regarding impact of ultra-fine particles on human health. Recent epidemiological evidence shows the link between short-term exposure to nanoparticles in the air and cardiorespiratory health and the health of the nervous and immune systems. Long-term effects of ultra-fine particles on health are not sufficiently explored. Particular risks may exist for children, adolescents, pregnant women and elderly people and patients with respiratory diseases, cardiovascular diseases and diabetes.

Measurements of ultra-fine particles were performed from May 2012 until April 2014 during the project UFIREG and are still being carried out in Ljubljana (with the same instrument) in the framework of the Target Research Program CRP 2016. Targeted research project entitled »Air pollution with ultra-fine particles and the assessment of possible health effects due to fireworks» is co-funded by the Slovenian Research Agency and Chemical Office of the Republic of Slovenia.

Key words: ultra-fine particles, nanoparticles, air, health

UVOD

Ultra-fini delci (nanodelci) so majhni trdni delci snovi - veliki od 1 do 100 nm (10^{-9} metrov). So nevidni sestavni del našega okolja. Zaradi svoje majhnosti imajo drugačne lastnosti, kot večji delci enake kemijske sestave. Spremenjene lastnosti se pokažejo zato, ker se na površini materiala, ki vsebuje tako majhne delce, nahaja več atomov in pridejo do izraza kvantnomehanski pojavi. Zaradi drugačnih lastnosti imajo lahko ultra-fini delci, če vstopijo v naše telo, tudi drugačen vpliv na zdravje, kot večji delci enake kemijske sestave.

Z dihanjem lahko prodrejo globoko v pljuča in skozi sluznico pljuč prehajajo v krvni obtok. S krvnim obtokom se raznesejo po telesu, dosežejo različna tkiva in lahko vstopijo v celice. Našli so jih v vranici, jetrih in bezgavkah, pa tudi v možganih. Vplivi ultra-finih delcev na zdravje so opisani v dokumentu Svetovne zdravstvene organizacije (1). V dokumentu navajajo, da je za zdravstvene učinke pomembna tako kemijska sestava ultra-finih delcev, kot fizikalne lastnosti delcev (velikost, število delcev, površinske lastnosti delcev,...). Vse več je epidemioloških dokazov o povezavi med kratkotrajno izpostavljenostjo ultra-finim delcem iz zraka in kardiorespiratornim zdravjem ter zdravjem živčnega in imunskega sistema (2-9). V sklopu projekta UFIREG so na osnovi meritev nanodelcev v zunanjem zraku v petih evropskih mestih vključno z Ljubljano v letih od 2012 do 2014 raziskovali kratkoročne vplive nanodelcev na umrljivost in hospitalizacije. Ugotovili so povečano tveganje respiratorne umrljivosti in hospitalizacije ter povečane hospitalizacije zaradi diabetesa (10). Vendar je o vplivih nanodelcev iz zraka na zdravje še veliko neznank in potekajo številne raziskave. Znano pa je, da nanodelci, ki se kopičijo v telesu, lahko povzročajo oksidativni stres, poškodbe DNK, lipidov celične membrane, beljakovin in posledično lahko vplivajo na razvoj različnih bolezni (11).

O izpostavljenosti nanodelcem iz okolja in o njihovi škodljivosti za zdravje zaenkrat še nimamo dovolj informacij, vsekakor pa je pomembno, da se njihove prisotnosti v našem okolju zavedamo.

ULTRA-FINI DELCI V ZRAKU

Ultra-fini delci prisotni v zraku (npr. puščavski prah, vulkanski pepel, virusi, itd) so lahko posledica naravnih procesov, nastajajo pa tudi nenamerno, pri različnih antropogenih dejavnostih. So posledica industrijskih emisij, prometa (izpušnih plinov), izgorevanja biomase, varjenja, brušenja, ognjemetov oziroma uporabe različnih pirotehničnih sredstev.

O dejanski izpostavljenosti ultra-finim delcem (v nadaljevanju UFD), ki jih vdihavamo, še nimamo dovolj informacij.

V naseljih je koncentracija UFD v zunanjem zraku zelo odvisna od meteoroloških razmer, konfiguracije terena in virov onesnaženja: ogrevanja, gostote prometa, ognje-

metov, kurjenja kresov, drugih odprtih kurišč (npr. žarov). Na zmanjšanje koncentracij UFD ugodno vplivajo zmanjševanje prometa, uporaba vozil z manjšimi emisijami, boljša prevetrenost, zmanjševanje kurjenja biomase in ognjemetov. Onesnaženost je odvisna od konkretne lokacije, npr. oddaljenosti od ceste, centra mesta, meteoroloških razmer in je v različnih letnih časih lahko različna.

Meritve koncentracij UFD v zunanem zraku z zakonodajo še niso predvidene in se ne izvajajo sistematično. Od maja 2012 do aprila 2014 je potekal evropski raziskovalni projekt projekt UFIREG v sklopu katerega so izvedli meritve koncentracij UFD v zunanem zraku v petih evropskih mestih (Augsburg, Chernivtsi, Dresden, Praga in Ljubljana). Meritve so pokazale, da je bila onesnaženost zunanjega zraka z ultra-finimi delci v Ljubljani podobna, kot v ostalih mestih, vključenih v raziskavo. Mediane koncentracij od januarja 2013 do decembra 2014 so bile v razponu od 4750 delcev/cm³ zraka v Dresdnu do 5280 delcev/cm³ v Ljubljani. V Ljubljani je bilo onesnaženje največje pozimi, v Pragi pa, nasprotno, poleti, kar potrjuje dejstvo, da na onesnaženje vplivajo zelo različni dejavniki. Izmerjene koncentracije so bile primerljive tudi s koncentracijami, izmerjenimi v zunanem zraku v Köbenhavnu na lokaciji Ørstedovega inštituta (prometno manj obremenjeno območje) (12), medtem ko so bile koncentracije, izmerjene na zelo prometni cesti v Köbenhavnu bistveno (približno trikrat) višje. Na žalost podatkov o koncentracijah UFD v zunanem zraku na bolj prometno izpostavljeni (bolj onesnaženi) lokaciji v Ljubljani, kakor tudi v drugih slovenskih mestih še nimamo.

K splošnemu onesnaženju zunanjega zraka v določeni meri pripomorejo tudi ognjemeti, zaradi katerih se ozračje dodatno onesnažuje z ultra-finimi delci (13, 14). Pri eksploziji se silovito sprostijo v zrak skupaj z večjimi delci in plinastimi reakcijskimi produkti. Zaradi njihove majhnosti lahko dolgo (tudi več tednov) po nastanku lebdijo v ozračju, dokler jih na zemljo in v vodotoke ne sperejo padavine. Če na delcih kondenzira vlaga, nastane meglica, ki je najbolj vidna nekaj minut po začetku ognjemetov. Meritve ultra-finih delcev, se v sklopu Ciljnega raziskovalnega projekta z naslovom »Onesnaženost zraka z ultra-finimi delci in ocena možnih vplivov na zdravje zaradi ognjemetov) izvajajo v Ljubljani od oktobra 2016 dalje. Projekt sofinancirata Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije in Urad Republike Slovenije za kemikalije, nosilec projekta je Nacionalni inštitut za javno zdravje, meritve pa izvaja Nacionalni laboratorij za zdravje okolje in hrano (z merilnikom kupljenim iz sredstev projekta UFIREG (EU FP7/2007-2013, grant agreement no.262254). Merijo se koncentracije števila delcev različnih velikostnih razredov: N2 (velikosti med 10 in 20 nm), N3 (velikosti med 20 in 30 nm), N4 (velikosti med 30 in 50 nm), N5 (velikosti med 50 in 70 nm), N6 (velikosti med 60 in 100 nm), N7 (velikosti med 100 in 200 nm) in N8 (velikosti med 200 in 800 nm). Oktobrski rezultati za mesečno povprečje izračunano iz urnih koncentracij kažejo, da je med ultra-finimi delci bilo prisotnih največ delcev N2 (1362 delcev/cm³ zraka), Mesečno povprečje za november izračunano iz urnih koncentracij pokaže tudi največ delcev N2 (1591 delcev/cm³ zraka), decembrske meritve pa pokažejo največ delcev N7 (3938 delcev/cm³ zraka).

Na osnovi zbranih podatkov bomo pripravili oceno izpostavljenosti in predloge oblikovalcem politik za nadaljnje ukrepe. Na osnovi sistematičnega pregleda literature bomo poskušali oceniti povezavo med možnimi negativnimi vplivi UFD na zdravje v času ognjemetov in uporabe pirotehničnih sredstev, ko je vsebnost UFD v zraku povišana.

ZAKLJUČEK

Onesnaženost zraka z ultra-finimi delci je okoljsko tveganje, ki se ga še ne zavedamo dovolj. Z ozaveščanjem o tem »novem tveganju«, ob ustreznem ukrepanju, s poudarjanjem zdravja otrok in mladostnikov, lahko pomagamo k izboljšanju javnega zdravja in okolja in podpremo izvajanje Parnske deklaracije o okolju in zdravju ter Akcijskega načrta za izvajanje strategije RS za zdravje otrok in mladostnikov v povezavi z okoljem 2012-2020.

Viri in literatura

1. WHO. Health effects of particulate matter, Policy implications for countries in eastern Europe, Caucasus and central Asia. World Health Organisation, Regional office for Europe; 2013.
2. Wichmann HE, Spix C, Tuch T, Wolke G, Peters A, Heinrich J, et al. Daily mortality and fine and ultrafine particles in Erfurt, Germany part I: role of particle number and particle mass. *Res Rep Health Eff Inst.* 2000;(98):5-86; discussion 7-94.
3. Stolzel M, Breitner S, Cyrus J, Pitz M, Wolke G, Kreyling W, et al. Daily mortality and particulate matter in different size classes in Erfurt, Germany. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 2007;17(5):458-67.
4. Breitner S, Stolzel M, Cyrus J, Pitz M, Wolke G, Kreyling W, et al. Short-term mortality rates during a decade of improved air quality in Erfurt, Germany. *Environ Health Perspect.* 2009;117(3):448-54.
5. Breitner S, Liu L, Cyrus J, Bruske I, Franck U, Schlink U, et al. Sub-micrometer particulate air pollution and cardiovascular mortality in Beijing, China. *Sci Total Environ.* 2011;409(24):5196-204.
6. Forastiere F, Stafoggia M, Picciotto S, Bellander T, D'Ippoliti D, Lanki T, et al. A case-crossover analysis of out-of-hospital coronary deaths and air pollution in Rome, Italy. *Am J Respir Crit Care Med.* 2005;172(12):1549-55.
7. Atkinson RW, Fuller GW, Anderson HR, Harrison RM, Armstrong B. Urban ambient particle metrics and health: a time-series analysis. *Epidemiology.* 2010;21(4):501-11.
8. Andersen ZJ, Wahlin P, Raaschou-Nielsen O, Kettel M, Scheike T, Loft S. Size distribution and total number concentration of ultrafine and accumulation mode particles and hospital admissions in children and the elderly in Copenhagen, Denmark. *Occup Environ Med.* 2008;65(7):458-66.
9. Belleudi V, Faustini A, Stafoggia M, Cattani G, Marconi A, Perucci CA, et al. Impact of fine and ultrafine particles on emergency hospital admissions for cardiac and respiratory diseases. *Epidemiology.* 2010;21(3):414-23.
10. UFIREG Projekt [cited 2017. Available from: <http://www.ufireg-central.eu/index.php/results>.
11. Fadeel B, Pietroiusti A, Shvedova AA. ADVERSE EFFECTS OF ENGINEERED NANOMATERIALS EXPOSURE, TOXICOLOGY, AND IMPACT ON HUMAN HEALTH Preface. *Adverse Effects of Engineered Nanomaterials: Exposure, Toxicology, and Impact on Human Health.* 2012:IX-XI.
12. Larsen PB, Kjølholt J. Exposure to Nanomaterials from the Danish Environment (Report to the Danish Environmental Protection Agency, Environmental Project No. 1633). Copenhagen: The Danish Environmental Protection Agency; 2015.
13. Remškar, Maja, Iskra, Ivan, Đorić, Marko Tavčar, Gašper Škapin, Srečo D., Ognjemeti in druga zabavna pirotehniko zastupljajo ozračje : [zloženka] / besedilo Maja Remškar ; meritve nanodelcev Ivan Iskra, Marko Đorić ; kemijska karakterizacija Gašper Tavčar, Srečo D. Škapin
14. Kumar M, Singh RK, Murari V, Singh AK, Singh RS, Banerjee T. 2016. Fireworks induced particle pollution: A spatio-temporal analysis. *Atmospheric Research.* 180:78-91.

KORIŠČENJE OKOLJU IN LJUDEM PRIJAZNIH VIROV ENERGIJE

TO PEOPLE AND ENVIRONMENT- FRIENDLY USE OF ENERGY RESOURCES

» dr. Štefan MERKAČ

član kabineta deželnega svetnika za energijo

Koroška deželna vlada

Arnulfplatz 1, 9020 Celovec, Avstrija

stefan.merkac@ktn.gv.at



emap 2025 energie masterplan kärnten LAND KÄRNTEN 3

ZAVEZUJOČ eMAP je zavezujoč – po eMAPu se urejajo:

- podpore
- zakoni v zvezi z energetiko
- programi za šolanja ter svetovanje

REALIZACIJA eMAP vsebuje ukrepe za sledeča področja

- zasebna gospodinjstva
- stanovanjske zadruga
- obrt in podjetja
- industrijo
- kmetijstvo
- javne ustanove

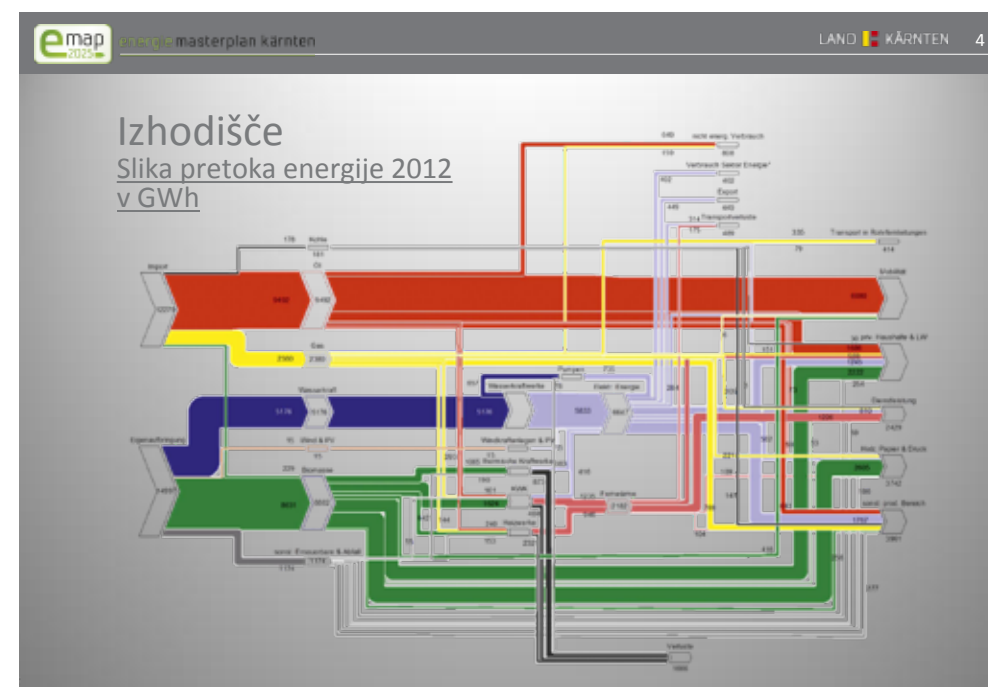
emap 2025 energie masterplan kärnten LAND KÄRNTEN 2

ENERGIEMASTERPLAN

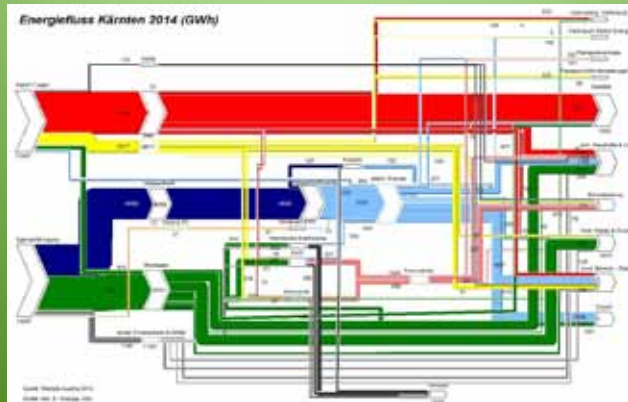
CILJ Načrt za 100% OVE

52,6% OVE na avstr. Koroškem 2014

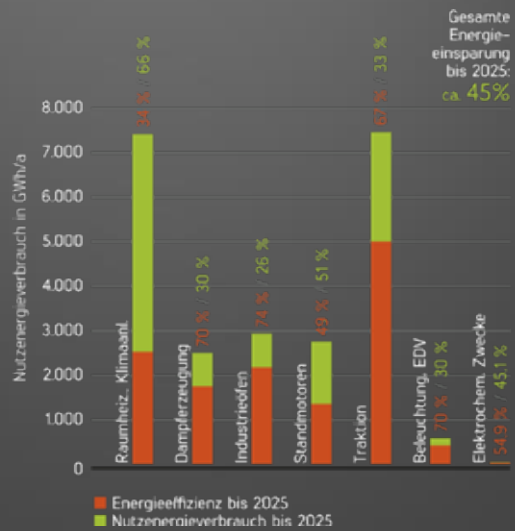
- 2025:** CO₂ nevtralna in berzatomska oskrba z električnim tokom
- 2025:** CO₂ nevtralno in brezatomsko ogrevanje / hlajenje stavb
- 2035:** CO₂ nevtralna in berezatomska mobilnost



UVOZ IN LASTNA ENERGIJA NA AVSTR. KOROŠKEM



Ukrepi na področju energetske učinkovitosti



Potenciali obnovljivih – električni tok

Angaben in GWh p.a. (2025)



Quellen: AG Erneuerbare Energien

Obnovljivi potenciali - ogrevanje

Angaben in GWh p.a. (2025)



Quellen: AG Erneuerbare Energien

FOTOVOLTAIKA

Uredba o fotovoltaičnih napravah
(PhotovoltaikanlagenVO)
NAB-metring



1MW_p

KLIMATSKO IN ENERGETSKO VZORČNE REGIJE



OBČINE VČLANJENE V ALIANSO ZA ZAŠČITO PODNEBJA



OBČINE VČLANJENE V SISTEM E5 - ENERGY AWARD



POVEZOVANJE VSEH STRUKTUR



VETERNICE

Uredba AT Koroške o umeščanju vetrnic (Windkraftstandorte VO)



MAJHNE HIDROELEKTRARNE



revitalizacija sanacija



SONČNO TERMIČNA ENERGIJA



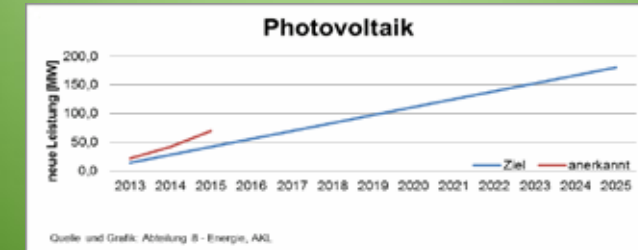
Podpore do 55%

1.295 m² površine sončnih kolektorov v okviru državnega ogrevanja

SONČNO TERMIČNE NAPRAVE



FOTOVOLTAIKA



FOTOVOLTAIKA

Netzmetrierung 2017?

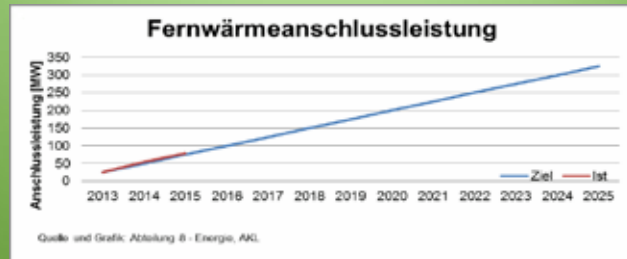


BIOMASA - LES



Wichtig: Biomasse ist keine fossile
Energie!
(Holzungsanlagenvermeidung)

DALJINSKO OGREVANJE



Celovec 2017 pribl. 50 MW
Kombinacije s sončnimi kolektorji

NAJBOLJ VARNA NUKLEARKA NA SVETU ZWENTENDORF



50,47 % proti

Danes koristimo prostore nuklearke kot:

- Izobraževalni center
- Pribežališče za begunce
- PV naprava 450kWp
- Save the World Award 2009
- itd.

Vir: Cava aus der deutschsprachigen Wikipedia, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11450305>

NAJBOLJ VARNA NUKLEARKA NA SVETU ZWENTENDORF

723 MW



Vir: Cava aus der deutschsprachigen Wikipedia, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11450305>

ALPSKA KONVENCIJA

Wir stützen uns aber auf den § 13 des Energieprotokolls der Alpenkonvention in dem die sich Vertragsparteien (also in diesem Fall Slowenien und Österreich) verpflichten eine Konsultation durchzuführen und den Vertragsparteien die Gelegenheit gegeben werden muss eine Stellungnahme abzugeben und diese im Genehmigungsverfahren angemessen zu berücksichtigen.



IZPOSTAVLJENOST PREBIVALCEV OZONU IN VPLIVI NA ZDRAVJE: SOMO₃₅

EXPOSURE OF POPULATION TO OZONE AND HEALTH IMPACTS: SOMO₃₅

» doc. dr. Agnes ŠÖMEN JOKSIĆ, univ. dipl. inž. kem.

Nacionalni inštitut za javno zdravje, OE Koper
Vojkovo nabrežje 4a, 6000 Koper
agnes.somen@nijz.si

Povzetek

Izračunan je bil kazalec izpostavljenosti ozonu SOMO₃₅ (Sum of Ozone Means Over 35 ppb) v Sloveniji v obdobju 2002–2015. Kazalec predstavlja vsoto preseganj referenčne vrednosti 70 µg/m³ (ali 35 ppb), izražene kot največja dnevna 8-urna drseča srednja koncentracija ozona v posameznem letu. Primerjava po značilnostih posameznih lokacij ter tipih merilnih mest je pokazala, da je vrednost kazalca v opazovanem obdobju najvišja na Primorskem (območje SIP) s trendom povečevanja. Na tem območju so bili tudi ocenjeni tudi vplivi ozona na zdravje kot primeri izbranih zdravstvenih izidov (umrljivost, obolevnost zaradi specifičnih vzrokov), ki jih lahko pripišemo povečanju stopnje izpostavljenosti ozonu za vsakih 10 µg/m³ nad referenčno vrednostjo 70 µg/m³.

Ključne besede: izpostavljenost, ozon, SOMO₃₅, vplivi na zdravje, umrljivost, obolevnost

Abstract

The ozone exposure indicator SOMO₃₅ (Sum of Ozone Means Over 35 ppb) was calculated in Slovenia for the period 2002–2015. The indicator represents the sum of

excesses of daily maximum 8-hour running average ozone concentrations over the cut-off value of $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (or 35 ppb) in a single year. The highest indicator value was observed in the Primorska region showing an increasing trend in the observed period. Health effects in the region were estimated as cases of defined health outcomes (mortality and morbidity) that can be attributed to the ozone exposure for each $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ above the cut-off value of $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Key words: ozone exposure indicator, SOMO_{35} , health impacts, mortality, morbidity

UVOD

Slovenija se uvršča med države, kjer se zlasti v poletnih mesecih redno pojavljajo višje koncentracije troposferskega ozona, pri čemer najbolj izstopa Primorska (območje SIP), predvsem Obala (poročila ARSO; www.arso.si) (1). Kratkoročna (nekaj ur ali dni) ali dolgoročna (več mesecev ali let) izpostavljenost ljudi ozonu lahko povzroči številne škodljive strukturne, funkcionalne in biokemijske spremembe v dihalnem sistemu, ki so povezane z zmanjšanjem pljučne funkcije, povečanjem odzivnosti dihal, oslabitvijo obrambnega mehanizma dihal in poslabšanjem astme (2). Novejše raziskave so pokazale tudi sistemske škodljive učinke ozona, med drugim vplive na delovanje srca, razvoj ateroskleroze, zaradi učinka kopičenja pa tudi vpliv na večjo obolevnost in umrljivost zaradi bolezni dihal in srčno-žilnih bolezni (3,4).

Potencialno izpostavljenost ozonu in vplive ozona na zdravje lahko ocenimo na osnovi stopnje izpostavljenosti in specifičnih mer povezanosti med izpostavljenostjo ozonu in učinki na opazovane zdravstvene izide, npr. umrljivosti zaradi vseh vzrokov (razen poškodb in zastrupitev), umrljivosti zaradi srčno-žilnih bolezni in obolevnost zaradi bolezni dihal (nujni sprejemi v bolnišnico) (5). Vendar je kvantifikacija vplivov ozona na zdravje na ravni populacije zanesljiva šele pri koncentraciji ozona nad $70 \text{ mg}/\text{m}^3$, izraženi kot največja dnevna 8-urna drseča srednja koncentracija ozona (6). Posledično je ta vrednost osnova za izračun kazalca izpostavljenosti, imenovanega SOMO_{35} (Sum of Ozone Means Over 35 ppb). Kazalec SOMO_{35} predstavlja vsoto preseganj največje dnevne 8-urne drseče srednje koncentracije ozona nad $70 \text{ mg}/\text{m}^3$ (ali 35 ppb), izračunanih za vsak dan v posameznem letu in odraža kumulativno letno izpostavljenost ozonu. Za oceno vplivov ozona na zdravje bolj ogroženih skupin populacije (otroci, starejši, bolniki, ...) se upošteva kazalec SOMO_0 (angl. Sum of Ozone Means), ki predstavlja najvišjo možno stopnjo izpostavljenosti ozonu in se izračuna brez upoštevanja referenčne »cut-off« vrednosti $70 \text{ mg}/\text{m}^3$ (5).

V skladu z metodologijo (5) se vplivi ozona na zdravje ocenjujejo izključno za območja, kjer živi večje število ljudi, to so stroga urbana območja, z zgoščeno poselitvijo, za katera je na voljo zadostno število okoljskih podatkov za izračun kazalca SOMO_{35} (>75 %

podatkov mora biti veljavnih za dano časovno obdobje), potrebni pa so tudi ustrezni demografski in zdravstveni podatki. Iz različnih raziskav znano, da so koncentracije ozona praviloma višje v podeželskem okolju in na višjih legah (7, 8, 9), kar nakazuje, da so prebivalci na podeželju potencialno izpostavljeni vsaj enakim, če ne višjim koncentracijam ozona, kot prebivalci urbanega območja. Zato je smiselno v oceno vplivov ozona na zdravje vključiti tudi ta območja.

Cilj študije je bil izračunati kazalec SOMO_{35} v obdobju 2002-2015, trend vrednosti kazalca v opazovanem obdobju in primerjati vrednosti kazalca ter potencialno izpostavljenost med primorskim (območje SIP) in celinskim območjem (območje SIC) (10). Namen je bil tudi oceniti vplive na zdravje prebivalcev primorskega območja. Različne raziskave so namreč pokazale, da so koncentracije ozona v ruralnem oziroma podeželskem okolju tega območja praviloma višje od koncentracij v urbanem okolju (11, 12, 13). V oceno vplivov ozona na zdravje so bili zato vključeni prebivalci Upravnih enot (UE) Nova Gorica in Koper, ki obsegata tako urbano kot podeželsko okolje.

METODOLOGIJA

Izračun kazalca SOMO (SOMO_{35} in SOMO_0)

Kazalec SOMO_{35} predstavlja letno vsoto preseganj referenčne vrednosti $70 \text{ mg}/\text{m}^3$, izražene kot največja dnevna 8-urna drseča srednja koncentracija ozona, in se izračuna v skladu s spodnjo enačbo:

$$\text{SOMO}_{35} = \sum_{d=1}^{d=N_y} \max(A_8^d - 70; 0,0) \times \frac{N_y}{N_z}$$

kjer je

A_8^d največje 8-urno drseče povprečje koncentracije ozona na dan d , v letu s številom dni N_y ($y=365$ ali 366)

\max funkcija, ki v izračunu upošteva le vrednosti nad $70 \text{ mg}/\text{m}^3$

N_z število veljavnih dni v letu (korekcija kazalca SOMO v kolikor zaradi napak meritev oziroma drugih razlogov niso zajeti vsi dnevi v letu oziroma kadar največje dnevne 8-urne srednje koncentracije niso na voljo, pri čemer mora biti v koledarskem letu najmanj 75 % veljavnih dni oziroma $N_z > 273$, manjkajoči dnevi pa ne smejo biti skoncentrirani v isti sezoni (14).

Kazalec SOMO_0 se izračuna v skladu z zgornjo enačbo brez odštevanja referenčne vrednosti $70 \text{ mg}/\text{m}^3$ in predstavlja zgornjo mejo izpostavljenosti ozonu.

Enota za kazalec SOMO je mg/m^3 na dan (ali krajše $\text{mg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$). Kazalec je bil izračunan za obdobje od 2002 do 2015 za posamezna merilna mesta v okviru DMKZ in ocenjen

po značilnostih lokacije ter tipih merilnih mest (15), kot sledi:

- **Primorsko območje ali območje SIP:** merilna mesta Nova Gorica in Koper (mestno ozadje-SIP) in Otlica (podeželsko ozadje SIP);
- **Celinsko območje ali območje SIC:** merilna mesta Ljubljana Bežigrad, Celje in Hrastnik (mestno ozadje-SIC), Trbovlje (predmestno ozadje-SIC), Maribor center in Zagorje (mestno-prometni tip-SIC), Murska Sobota Rakičan (kmetijsko-podeželski tip-SIC) in Iskrba (podeželsko ozadje SIC).

Okoljski podatki za izračun kazalca so bili pridobljeni iz Državne merilne mreže za spremljanje kakovosti zunanega zraka (DMKZ, Agencija RS za okolje).

Kvantifikacija vplivov ozona na zdravje

Pri oceni vplivov ozona na zdravje so bili upoštevani demografski in zdravstveni podatki, to je podatki o umrljivosti in obolevnosti zaradi specifičnih vzrokov v določeni starostni skupini, pridobljeni iz ustreznih statističnih baz, kakor je navedeno v tabeli 1. V tabeli 1 so prikazi tudi koeficienti relativnega tveganja (RR) za opazovane zdravstvene izide zaradi izpostavljenosti ozonu, ki so bili določeni na osnovi obsežnih epidemioloških raziskav (16) in se uporabljajo pri kvantifikaciji vplivov ozona na zdravje. Vplivi na zdravje prebivalcev zaradi izpostavljenosti ozonu na obravnavanem območju so bili ocenjeni za obdobje 2007-2013 (17).

Primeri posameznih zdravstvenih izidov, ki jih lahko pripišemo izpostavljenosti ozonu (pripadajoči primeri), so bili izračunani v skladu s spodnjo enačbo:

$$E = A \times B \times \left(\frac{C}{10}\right) \times P$$

kjer je:

P = število izpostavljenih prebivalcev

C = kazalec SOMO (SOMO₃₅ ali SOMO₀)

A = delež vpliva na zdravje;

$$A = (RR-1) / RR$$

B = je stopnja umrljivosti oziroma obolevnosti pri določeni koncentraciji ozona v zraku;

$$B = B_0 / [1 + (RR-1) \times (C/10)]$$

B₀ = stopnja umrljivosti oziroma obolevnosti v izbrani populaciji

RR = koeficient relativnega tveganja za posamezni zdravstveni izid, tabela 1

Tabela 1: **Relativno tveganje (RR) za določene zdravstvene izide zaradi ozona pri 95 % intervalu zaupanja (IZ) in starostne skupine (16).**

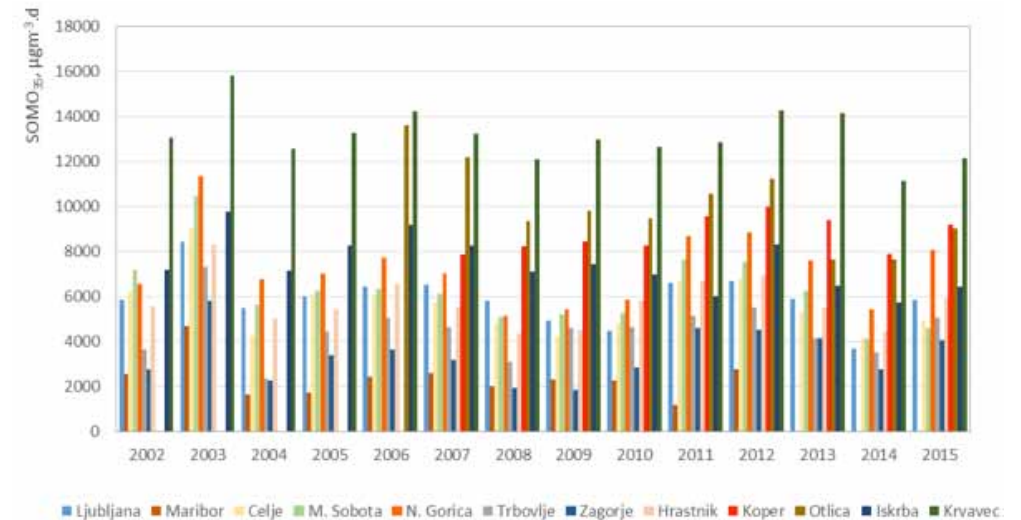
Umrljivost	RR	95 % IZ	Starost
Umrlji zaradi vseh vzrokov (brez poškodb in zastrupitev), MKB X od I. do XVIII.	1,003	1,001-1,004	vsi
Umrlji zaradi srčno-žilnih bolezni, MKB X I00-I99.	1,004	1,003-1,005	vsi
Obolevnost	RR	95 % CI	Starost
Sprejemi v bolnišnico zaradi bolezni dihal, MKB X J00-J99. Samo nujni sprejemi.	1,005	0,998 – 1,012	≥ 65 let

REZULTATI IN RAZPRAVA

Vrednosti kazalca SOMO₃₅ in ocena izpostavljenosti

Vrednosti kazalca SOMO₃₅ na posameznih merilnih mestih v okviru DMKZ v obdobju od 2002 do 2015 so prikazane na sliki 1.

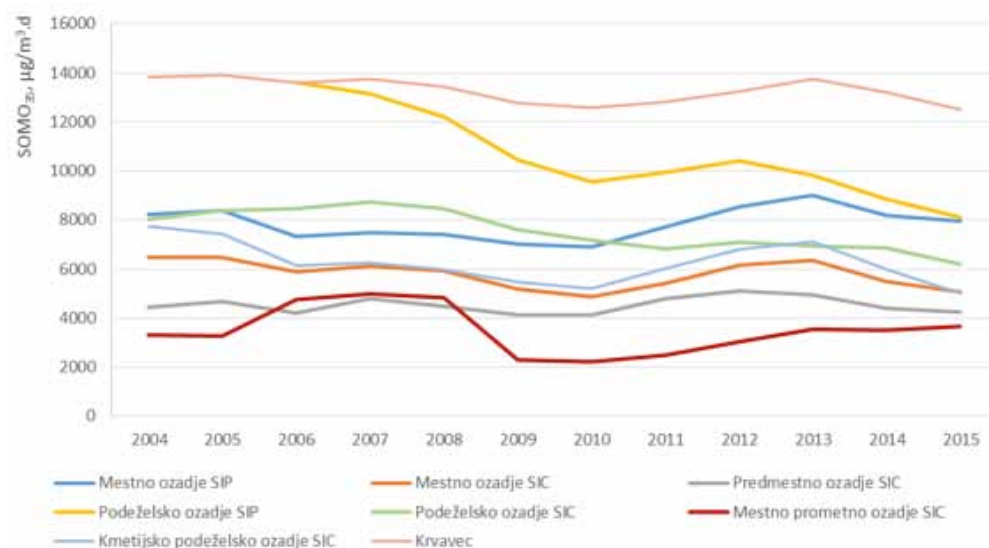
Slika 1: **Vrednosti kazalca SOMO₃₅, mg/m³.d, na stalnih avtomatskih merilnih mestih DMKZ, 2002-2015.**



(Vir podatkov: ARSO).

V opazovanem obdobju so bile najvišje vrednosti kazalca izračunane na Krvavcu, ki je izjema, saj so koncentracije ozona na višjih legah in visokogorju praviloma višje od tistih v nižini (1). Sicer pa so bile najvišje vrednosti kazalca izračunane na primorskem območju (SIP), to je na merilnem mestu Otlica (višje ležeče merilno mesto podeželskega ozadja na območju SIP) in na merilnih mestih Koper in Nova Gorica (mestno ozadje na območju SIP).

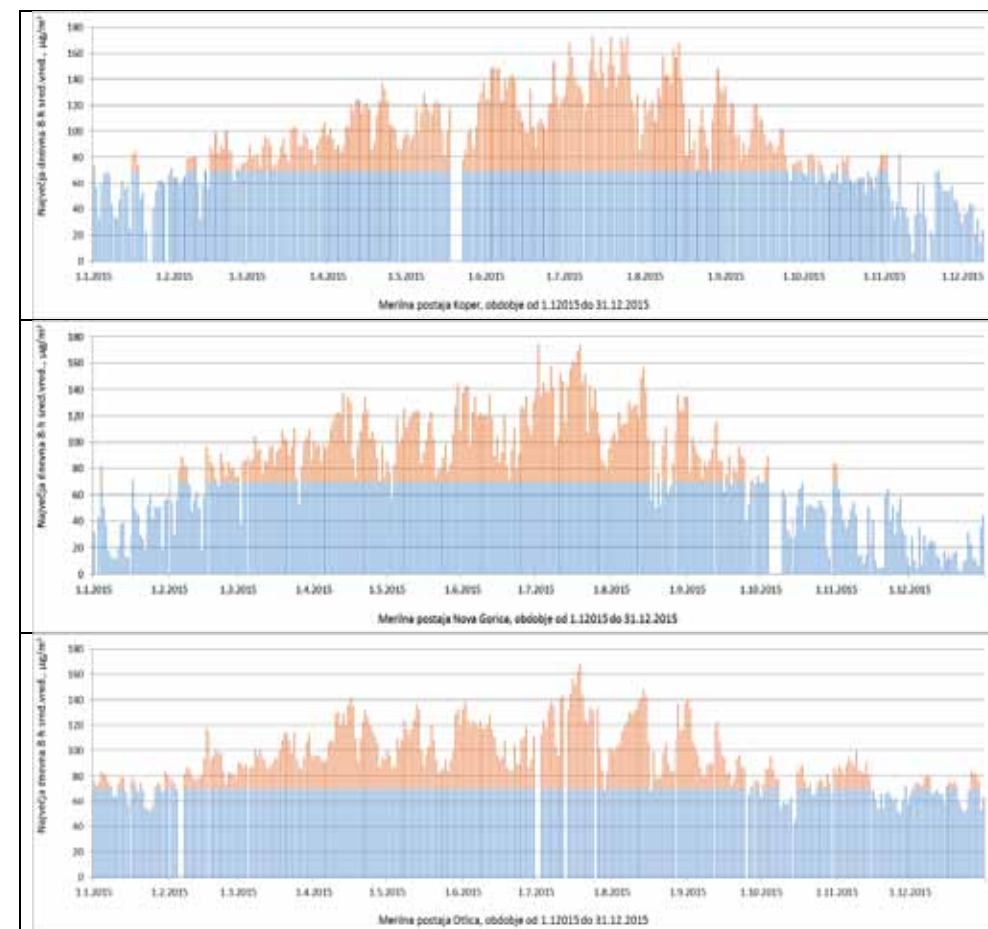
Slika 2: **Drseča 3-letna povprečja vrednosti kazalca SOMO₃₅ po značilnostih lokacije in tipih merilnih mest DMKZ 2002-2015.**



(Vir podatkov: ARSO).

Vrednost kazalca v posameznem letu in na posameznem merilnem mestu je odvisna od meteoroloških in naravnih pogojev (nastanka ozona pri fotokemičnih reakcijah v atmosferi), od regionalnih značilnosti, reprezentativnosti lokacije merilne postaje, kjer se izvajajo meritve, od razpoložljivosti veljavnih podatkov, itd. Zato je smiseln prikaz in primerjava trenda gibanja vrednosti kazalca kot drsečih 3-letnih povprečij po tipih merilnih mest. Na sliki 2 so prikazana drseča 3-letna povprečja vrednosti kazalca SOMO₃₅ na merilnih mestih celinskega območja (SIC) in merilnih mestih primorskega območja (SIP). Iz slike 2 je razvidno, da so drseča 3-letna povprečja vrednosti kazalca SOMO₃₅ (z izjemo Krvavca) najvišja na območju SIP in sicer v podeželskem okolju (merilno mesto Otlica) s statistično značilnim trendom zmanjševanja ($R^2=0,85$). V urbanem okolju območja SIP oziroma mestnem ozadju (merilni mesti Nova Gorica in Koper) se vrednost kazalca SOMO₃₅ v opazovanem obdobju zvišuje, vendar trend statistično ni značilen ($R^2=0,06$). Na območju SIC je vrednost kazalca SOMO₃₅ najvišja v kmetijsko-podeželskem okolju (merilno mesto Murska Sobota-Rakičan), sledi mestno ozadje SIC (v tem primeru merilna mesta Ljubljana Bežigrad, Celje in Hrastnik) in nato predmestno ozadje (merilno mesto Trbovlje) ter mestno-prometno ozadje območja SIC (merilni mesti Maribor center in Zagorje), kjer je vrednost kazalca manjša oziroma med najmanjšimi. Na celotnem območju SIC se vrednost kazalca SOMO₃₅ v opazovanem obdobju zmanjšuje, vendar na nobenem merilnem mestu, razen na merilnem mestu Iskrba, trend statistično ni značilen ($R^2=0,25$ oziroma $R^2=0,79$). Glede na drseča 3-letna povprečja vrednosti kazalca SOMO₃₅ so ozonu najbolj izpostavljeni prebivalci podeželskega in mestnega okolja območja SIP.

Slika 3: **Prispevek h kazalcu SOMO₃₅ oziroma povprečna dnevna stopnja izpostavljenosti ozonu na merilnih mestih Koper (zgoraj), Nova Gorica (sredina) in Otlica (spodaj) v letu 2015, kot preseganja (rdeča barva) največjih dnevni 8-urnih drsečih povprečij nad 70 µg/m³ (modra barva) (17).**



(Vir podatkov ARSO).

Izpostavljenost na območju SIP je največja predvsem v poletnih mesecih, ko se pojavljajo redna preseganja referenčne vrednosti 70 µg/m³, kar prispeva k višji vrednosti kazalca SOMO₃₅. Na sliki 3 je prikazana povprečna dnevna stopnja izpostavljenosti ozonu nad referenčno vrednostjo 70 µg/m³ oziroma prispevek h kazalcu SOMO₃₅ v letu 2015 na merilnih mestih Koper (slika 3 zgoraj), Nova Gorica (slika 3 sredina) in Otlica (slika 3 spodaj).

Iz slike 3 je razvidno, da so bila v letu 2015 preseganja največje dnevne 8-urne drseče srednje koncentracije ozona nad referenčno vrednostjo 70 µg/m³ (rdeče obarvan del) praktično prisotna skozi vse leto. To pomeni, da so prebivalci tega območja potencialno izpostavljeni ozonu v koncentracijah, ki predstavljajo tveganje za zdravje.

Kvantifikacija vplivov na zdravje na območju SIP

V tabeli 2 je prikazano dejansko število opazovanih zdravstvenih izidov v populaciji in pripadajoči primeri (srednja vrednost in 95 % interval zaupanja) v obdobju 2007-2013. Pripadajoči primeri je število opazovanih zdravstvenih izidov (umrljivost in obolevnosti zaradi specifičnih vzrokov v določeni starostni skupini), ki jih lahko pripišemo povečanju stopnje povprečne dnevne izpostavljenosti za vsakih 10 mg/m³ nad referenčno vrednostjo 70 mg/m³ (SOMO₃₅) oziroma največje možno število opazovanih zdravstvenih izidov zaradi izpostavljenosti ozonu (SOMO₀). V tabeli 2 je prikazana tudi pripadajoča stopnja opazovanih zdravstvenih izidov (N/1000 prebivalcev) glede na oba kazalca v istem obdobju.

Tabela 2: **Dejanski primeri opazovanih zdravstvenih izidov, pripadajoči primeri in pripadajoča stopnja (N/1000) glede na SOMO₃₅ in SOMO₀ na območju UE Koper in UE Nova Gorica; srednja vrednost (M, mediana) ter spodnja in zgornja vrednost za 95 % interval zaupanja (IZ) za obdobje 2007-2013) (17).**

Vzrok	Dejanski primeri	SOMO ₃₅				SOMO ₀				
		Pripadajoči primeri		Pripadajoča stopnja, ‰		Pripadajoči primeri		Pripadajoča stopnja, ‰		
		Mediana	95 % IZ	Mediana	95 % IZ	Mediana	95 % IZ	Mediana	95 % IZ	
KOPER	Umrlji zaradi vseh vzrokov (brez zunanjih vzrokov), vse starosti	405	3	1 - 4	0,06	0,02 - 0,08	11	4 - 14	0,20	0,07 - 0,27
	Umrlji zaradi srčno žilnih bolezni, vse starosti	163	1	0 - 2	0,02	0,01 - 0,03	4	1 - 6	0,08	0,03 - 0,11
	Sprejemi v bolnišnico zaradi bolezni dihal, ≥ 65 let	198	2	-1 - 6	0,05	-0,02 - 0,11	9	-4 - 19	0,16	-0,07 - 0,37
NOVA GORICA	Umrlji zaradi vseh vzrokov (brez zunanjih vzrokov), vse starosti	552	3	1 - 4	0,06	0,02 - 0,07	13	4 - 17	0,22	0,07 - 0,29
	Umrlji zaradi srčno žilnih bolezni, vse starosti	252	1	0 - 2	0,02	0,01 - 0,03	6	2 - 8	0,10	0,03 - 0,13
	Sprejemi v bolnišnico zaradi bolezni dihal, ≥ 65 let	270	3	-1 - 7	0,05	-0,02 - 0,11	11	-5 - 25	0,19	-0,08 - 0,42

Na območju UE Koper in UE Nova Gorica je bila v opazovanem obdobju od 2007 do 2013 mediana celotne umrljivosti (brez zunanjih vzrokov) v vseh starostnih skupinah 3 primere na leto, spodnja in zgornja vrednost za 95 % interval zaupanja pa znaša 1 oziroma 4 primere na leto. Ob upoštevanju zgornje meje izpostavljenosti (na podlagi kazalca SOMO₀) je bila mediana na območju UE Koper 11 primerov na leto (4-14), na območju UE Nova Gorica pa 13 primerov na leto (4-17). V opazovanem obdobju se je pripadajoča stopnja celotne umrljivosti (brez zunanjih vzrokov) v vseh starostnih skupinah rahlo povečevala, vendar povečanje statistično ni značilno ($R^2_{KP} = 0,40$; $R^2_{NG} = 0,51$).

Mediana umrljivosti zaradi srčno žilnih bolezni v vseh starostnih skupinah je bila v istem obdobju na območju obeh UE 1 primer na leto (0-2). Mediana zgornje meje izpostavljenosti znaša na območju UE Koper 4 primere na leto (1-6), na območju UE Nova Gorica pa 6 primerov na leto (2-8). V opazovanem obdobju se je pripadajoča stopnja umrljivosti zaradi srčno žilnih bolezni v vseh starostnih skupinah rahlo povečevala, vendar trend statistično ni značilen ($R^2_{KP} = 0,19$; $R^2_{NG} = 0,26$).

Mediana sprejemov v bolnišnico zaradi bolezni dihal v starostni skupini ≥65 let, ki jih lahko povežemo z izpostavljenostjo ozonu v obdobju od 2007 do 2013, je bila na območju UE Koper 2 primeri na leto (-1-6). Na območju UE Nova Gorica je bila mediana 3 primere na leto (-1-7). Mediana zgornje meje izpostavljenosti je bila na območju UE Koper 9 primerov na leto (-4-19), na območju UE Nova Gorica pa 11 primerov na leto (-5-25). V opazovanem obdobju se je pripadajoča stopnja sprejemov v bolnišnico zaradi bolezni dihal v starostni skupini ≥65 let statistično značilno povečevala na območju obeh UE ($R^2_{KP} = 0,87$; $R^2_{NG} = 0,76$).

ZAKLJUČEK

Stopnja izpostavljenosti ozonu je glede na kazalec SOMO₃₅ največja na primorskem območju (območje SIP). Na tem območju se glede na vrednost kazalca statistično značilno povečuje obolevnost zaradi dihal v starostni skupini ≥65 let. Vrednost kazalnika je odvisna od meteoroloških in naravnih pogojev (nastanka ozona pri fotokemičnih reakcijah v atmosferi), od regionalnih značilnosti in reprezentativnosti lokacije merilne postaje, kjer se izvajajo meritve, od razpoložljivosti podatkov, itd., zato je pri interpretaciji vplivov ozona na zdravje glede na kazalec SOMO₃₅ oziroma SOMO₀ potrebna previdnost. Ugotovljeno stanje narekuje potrebo po ustreznih preventivnih dejavnostih in ukrepih za zmanjševanje izpostavljenosti prebivalcev povišanim koncentracijam ozona in s tem preprečevanje škodljivih vplivov na zdravje.

Viri in literatura

1. Agencija Republike Slovenije za okolje, ARSO. Kakovost zraka v Sloveniji letna poročila (<http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/>).
2. World Health Organization, WHO 2006. Air Quality Guidelines, Global update 2005, Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Summary of risk assessment. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf
3. World Health Organization, WHO, 2008. Health risks of ozone from long-range transboundary air pollution, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78647/E91843.pdf.
4. World Health Organization, WHO, 2013. Health risks of air pollution in Europe-HRAPIE project. Recommendations for concentration-response functions for cost-benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.
5. Martuzzi M, Mitis F, Iavarone I, Serinelli M, 2006. Health impact of PM10 and ozone in 13 Italian cities. Publications WHO Regional Office for Europe, DK-2100 Copenhagen, Denmark.
6. United Nations Economic Commission for Europe, UNECE (2004). Modelling and assessment of the health impact of particulate matter and ozone. UNECE Geneva.
7. Pires JCM, Alvim-Ferraz MCM, Martins FG, 2012. Surface Ozone Behaviour at Rural Sites in Portugal. *Atmospheric Research*, 104-105, 164-171.
8. Garcia MA, Sánchez ML, Pérez IA, de Torre B, 2005. Ground level ozone concentrations at a rural location in northern Spain. *Sci Total Environ*, 348(1-3), 135-150.

9. Dueñas C, Fernández MC, Cañete S, Carretero J, Liger E, 2004. Analyses of ozone in urban and rural sites in Malaga (Spain). *Chemosphere*, 56, 631–639.
10. Uredba o kakovosti zunanjega zraka (Ur.l. RS št. 9/2011, 8/2015).
11. Agencija Republike Slovenije za okolje, ARSO, 2007. Meritve z difuzivnimi vzorčevalniki v letu 2005.
12. Agencija Republike Slovenije za okolje, ARSO, 2008. Meritve onesnaženosti zraka v Lovranu nad Ankaranom od maja 2007 do junija 2008.
13. Šömen Joksić A, Cepak F, Škvarč S, 2008. Ocena onesnaženosti zraka z ozonom v obmorskem delu Slovenije z uporabo pasivnih vzorčevalnikov. *Ann Ser Hist Nat*, 18(1), 59-70.
14. European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation, ETC/ACM, EIONET, Data aggregation, calculation of statistics and NOx values in AirBase, 2014. http://acm.eionet.europa.eu/databases/airbase/aggregation_statistics.html.
15. Pravilnik o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka (Ur. l. RS, št. 55/11, 6/15, 5/17).
16. Anderson, H.R., Atkinson, R.W., Peacock, J.L., Marston, L., Konstantinou, K. 2004. Meta-analysis of time-series studies and panel studies of Particulate Matter (PM) and Ozone (O3): report of a WHO task group. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe.
17. Šömen Joksić A, Kukec A, Turšič J, Bažec B, Majcan Kopilović I, Hladnik M, 2016. Onesnaženost zunanjega zraka z ozonom na Primorskem območju (SIP) v obdobju 2007-2015 in ocena vplivov na zdravje. NIJZ OE Koper, 35 str.

OBREMENJENOST SLOVENSКИH GOZDOV Z DUŠIKOVIMI SPOJINAMI

POLLUTION OF SLOVENIAN FORESTS WITH NITROGEN COMPOUNDS

» dr. Mitja SKUDNIK

Gozdarski inštitut Slovenije
Oddelek za načrtovanje in monitoring gozdov in krajine
Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija
mitja.skudnik@gozdis.si

Povzetek

Prispevek na kratko predstavi osnovno problematiko vse večje onesnaženosti naravnih ekosistemov z dušikom in kakšna je prostorska razmestitev atmosferskega useda dušika v slovenskih gozdovih. S tem namenom je bila uporabljena tehnika biomonitoringa z mahovi. Vzorci mahu vrste štorovo sedje (*Hypnum cupressiforme* Hedw.) so bili nabrani na 103 lokacijah v gozdovih Slovenije in analizirani, da bi ugotovili vsebnost dušika. Rezultati kažejo na povišane vrednosti useda na območju severovzhodnega in zahodnega dela države; vrednosti so velike še zlasti na območju, ki meji na Italijo.

Ključne besede: dušik, onesnaženost, biomonitoring, mahovi, gozd

Abstract

The paper presents the basic problems of increasing pollution of natural ecosystems with nitrogen and what is the spatial distribution of atmospheric deposition of nitrogen in the Slovenian forests. To answer that question biomonitoring with mosses was used. Samples of moss species *Hypnum cupressiforme* Hedw. were collected at 103 locations in the forests of Slovenia and analysed to determine the nitrogen content. The results show elevated levels of deposited nitrogen in the North-east and west of the country; values are large particularly in an area that borders Italy.

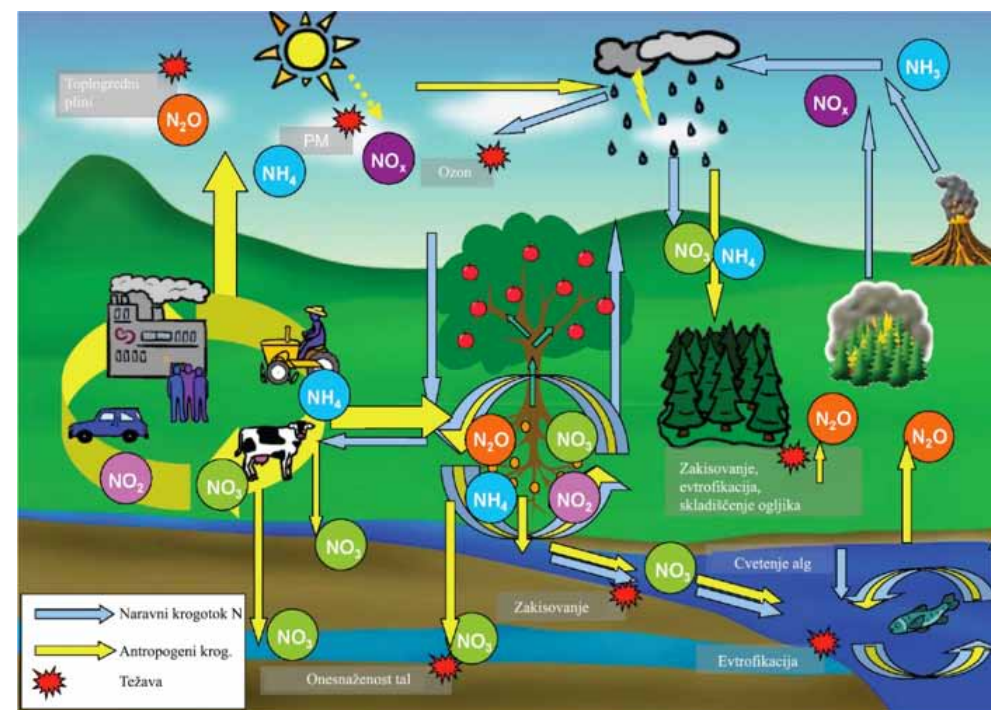
Key words: nitrogen, pollution, biomonitoring, moss, forest

DUŠIK V NARAVNEM OKOLJU

Človek spreminja naravno pot dušikovega cikla na tri načine (Sutton in sod., 2011): sežig fosilnih goriv za pridobivanje energije (transport, ogrevanje, elektrika), proizvodnja gnojil in različnih kemikalij ter s sajenjem rastlin, ki so specializirane za fiksacijo dušika (npr. stročnic). Po nekaterih ocenah (Erismann in sod., 2005) je bilo v letu 2000 od celotnega reaktivnega dušika v EU kar 74 % antropogenega izvora, samo 28 % pa posledica naravne biološke fiksacije. Velik del tega reaktivnega dušika konča v različnih vrstah ekosistemov, kar pogosto privede do njihove evtrofikacije in zakisanja (Slika 1).

Dušik se v nižjih plasteh atmosfere pojavlja v različnih oblikah in se na zemeljsko površje odlaga v obliki suhih (prašni delci) ali mokrih (dež, sneg, rosa ...) usedlin. Z namenom ugotavljanja stanja atmosferskega usedla dušikovih spojin so bili vzpostavljeni različni sistemi spremljanja stanja onesnažil, nekateri temeljijo na fizikalnih in kemijskih meritvah atmosferskih usedlin ter kakovosti zraka, drugi pa uporabljajo različne biološke kazalnike (npr. mahovi, lišaji itd.) za posredno oceno odlaganja onesnažil (Markert in sod., 2003).

Slika 1: **Krogotok reaktivnega N in glavnih fluksov N (povzeto po: Sutton in sod. (2011))**



BIOMONITORING Z MAHOVI

Večino mahov je »ektohidričnih«, zaradi česar sprejemajo večino mineralnih snovi in vode preko vse površine, neposredno iz tal pa le v majhnem obsegu. Zaradi omenjene lastnosti so jih raziskovalci že zelo zgodaj prepoznali kot potencialne indikatorje oz. monitorje za spremljanje nekaterih onesnaževal v atmosferskih usedlinah (Rühling in Tyler, 1968). Leta 1990 je bila ustanovljena EU-mreža monitoringa težkih kovin in dušika z uporabo mahov, ki jo od leta 2000 koordinira program ICP Vegetacija in v njem sodeluje že 28 evropskih držav (Harmens in sod., 2013).

Preko poletja 2010 smo v Sloveniji na sistematični mreži 16 km × 8 km nabrali vzorce mahu vrste štorovo sedje (*Hypnum cupressiforme* Hedw.). Vzorci so bili nabrani samo na tistih lokacijah sistematične mreže, ki so bile glede na rabo tal uvrščene pod gozd. Na vsaki lokaciji smo vzorce mahu nabrali v gozdnih vrzelih (izven zastora krošenj dreves) in pod krošnjami dreves (pod zastorom drevesnih krošenj). Analize vsebnosti skupnega dušika v mahovih so bile izvedene z elementnim analizatorjem LECO CNS-2000. Metode vzorčenja in analiz so bolj podrobno predstavljene v prispevkih Skudnik in sod. (2016; 2015; 2014).

OCENA ATMOSFERSKEGA USEDA DUŠIKA V SLOVENIJI

Glede na koncentracije dušika v mahovih, nabranih v gozdnih vrzelih lahko večino lokacij v Sloveniji uvrstimo med podeželske ali lokacije ozadja. Izmerjena srednja vrednost dušika na prostem je bila 13,1 mg/g in je bila primerljiva, a še vedno višja kot so bile vrednosti v sosednji Avstriji (povprečje = 12,1 mg/g) (Zechmeister in sod., 2008) ter bistveno večja v primerjavi z nekaterimi severnoevropskimi državami; na primer na Finskem (Poikolainen in sod., 2009), kjer je onesnaženje z N med najmanjšimi v Evropi (Harmens in sod., 2014). Izmerjena povprečna koncentracija N v mahovih, nabranih pod drevesnimi krošnjami je znašala 17,5 mg/g in je značilno večja od vsebnosti na prostem. Vrednosti pod krošnjami dreves v gozdu so bile v povprečju za 41 % večje, kot so bile vsebnosti dušika v mahovih, nabranih vsaj tri metre stran od najbližje projekcije krošnje. Krošnje dreves namreč predstavljajo učinkovit ponor atmosferskih plinov in delcev, ki se kasneje izperejo iz krošenj dreves na gozdna tla. Znotraj gozda lahko tudi opad predstavlja dodaten vir dušika, ki se usede na gozdna tla.

Rezultati kažejo na večjo obremenjenost z dušikom v severovzhodni in zahodni Sloveniji; vrednosti so velike še zlasti na območju, ki meji na Italijo. Predpostavljamo, da so te velike vrednosti posledica intenzivne rabe kmetijskih zemljišč v severni Italiji (Furlaniji in Benečiji). Ocenjujemo, da prevladujoči zahodni vetrovi prenašajo atmosferski dušik iz severne Italije v zahodna, hribovita območja Slovenije. Izpostavljeni so tudi nekateri predeli v severovzhodnem delu države, s povečanimi vsebnostmi dušika na območju Pohorja in na območjih okoli večjih mest (Ljubljana, Kranj, Maribor, Celje in Murska Sobota). V mestih predstavljajo procesi zgorevanja (individualna kurišča in cestni promet) pomemben vir emisij dušika. Nekatera od omenjenih mest so znana po njihovi industrijski zgodovini ter gostemu avtocestnemu tranzitnemu prometu, ki povezuje vzhodni in zahodni del države. Drugi razlog za povečane vrednosti dušika na vzhodu je dejstvo, da ta del države predstavlja začetek Panonske ravnine s tradicionalno bolj intenzivnimi kmetijskimi rabami zemljišč.

Prostorski vzorec dušika v mahovih nabranih pod zastorom dreves kaže podobno stanje, vendar pa prostorski vzorec z večjimi vrednostmi dušika v mahovih nabranih pod krošnjami dreves močno izpostavi povečane vrednosti okoli urbaniziranih območij, predvsem pa so tukaj izpostavljeni nekateri lokalni onesnaževalci z NO_x spojinami (na primer lokacije okoli elektrarne Šoštanj in Trbovlje). Količine odlaganja NO_x spojin so majhne blizu vira (Hertel in sod., 2011), vendar lahko bližnji gozdovi s svojimi krošnjami ustvarijo filter in s tem povečajo used atmosferskih plinov in delcev (De Schrijver in sod., 2008).

ZAKLJUČKI

Po industrijski revoluciji so se bistveno povečale količine v ozračje izpuščenega N antropogenega izvora. Dušik, ki se usede na zemeljsko površje, ima lahko vrsto škodljivih učinkov. Med njimi so najpomembnejši zakisanje in evtrofikacija kopnih ali vodnih

ekosistemov. Da bi lahko spremljali količine atmosferskih usedlin N in identificirali bolj obremenjene lokacije oz. ekosisteme, so bile razvite ter implementirane številne posredne oblike spremljanja oz. monitoringa dušikovih spojin. Med slednje spada tudi biomonitoring z mahovi. Rezultati za Slovenijo kažejo močnejše povišane vrednosti dušika v mahovih nabranih na območju zahodne in vzhodne Slovenije, v bližini večjih mest in ob avtocesti zahod-vzhod.

Viri in literatura

1. De Schrijver A., Staelens J., Wuyts K., Van Hoydonck G., Janssen N. in sod. 2008. Effect of vegetation type on throughfall deposition and seepage flux. *Environmental Pollution*, 153, 2: 295-303
2. Erisman J. W., Domburg N., de Vries W., Kros H., de Haan B. in sod. 2005. The Dutch N-cascade in the European perspective. *Science in China Ser. C Life Sciences*, 48, 2: 827-842
3. Harmens H., Norris D., Mills G., and the participants of the moss survey. 2013. Heavy metals and nitrogen in mosses: spatial patterns in 2010/2011 and long-term temporal trends in Europe. *Bangor UK, ICP Vegetation*: 65 str.
4. Harmens H., Schnyder E., Thöni L., Cooper D. M., Mills G. in sod. 2014. Relationship between site-specific nitrogen concentrations in mosses and measured wet bulk atmospheric nitrogen deposition across Europe. *Environmental Pollution*, 194, 0: 50-59
5. Hertel O., Reis S., Skjøth C. A., Bleeker A., Harrison R. in sod. 2011. Nitrogen processes in the atmosphere. V: *The European Nitrogen Assessment*. Sutton M. A. in sod. (ur.). Cambridge, Cambridge University Press: 177-210
6. Markert B. A., Breure A. M., Zechmeister H. G. 2003. *Bioindicators & Biomonitoring*. Nriagu J. O. (ur.). Amsterdam, Elsevier: 997 str.
7. Poikolainen J., Piispanen J., Karhu J., Kubin E. 2009. Long-term changes in nitrogen deposition in Finland (1990-2006) monitored using the moss *Hylocomium splendens*. *Environmental Pollution*, 157, 11: 3091-3097
8. Rühling Å., Tyler G. 1968. An ecological approach to the lead problem. *Botaniska Notiser*, 122: 248-342
9. Skudnik M., Jeran Z., Batič F., Kastelec D. 2016. Spatial interpolation of N concentrations and δ15N values in the moss *Hypnum cupressiforme* collected in the forests of Slovenia. *Ecological Indicators*, 61, 2: 366-377
10. Skudnik M., Jeran Z., Batič F., Simončič P., Kastelec D. 2015. Potential environmental factors that influence the nitrogen concentration and δ15N values in the moss *Hypnum cupressiforme* collected inside and outside canopy drip lines. *Environmental Pollution*, 198, 0: 78-85
11. Skudnik M., Jeran Z., Batič F., Simončič P., Lojen S. in sod. 2014. Influence of canopy drip on the indicative N, S and δ15N content in moss *Hypnum cupressiforme*. *Environmental Pollution*, 190, 0: 27-35
12. Sutton M. A., Howard C. M., Erisman J. W., Billen G., Bleeker A. in sod. 2011. *The European Nitrogen Assessment*. Sutton M. A. in sod. (ur.). Cambridge, Cambridge University Press: 612 str.
13. Zechmeister H. G., Richter A., Smidt S., Hohenwallner D., Roder I. in sod. 2008. Total Nitrogen content and δ15N signatures in moss tissue: Indicative value for Nitrogen deposition patterns and source allocation on a nationwide scale. *Environmental Science & Technology*, 42, 23: 8661-8667

VPLIV KAKOVOSTI LESNIH GORIV NA KAKOVOST ZRAKA

THE IMPACT OF QUALITY WOOD FUELS ON AIR QUALITY

» dr. Nike KRAJNC

Gozdarski inštitut Slovenije
Oddelek za gozdno tehniko in ekonomiko
Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija
T: 01 200 78 17
nike.krajnc@gozdis.si

ZEMELJSKI PLIN – OKOLJU PRIJAZEN ENERAGENT

NATURAL GAS – AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY FUEL

» Marko KOGOVŠEK

PLINOVODI, Družba za upravljanje s prenosnim sistemom, d.o.o.
Cesta Ljubljanske brigade 11b, Ljubljana
marko.kogovsek@plinovodi.si

Povzetek

Človeštvo za svoj obstoj potrebuje energijo. Ne zgolj kot vir za življenjske procese, ki potekajo v ljudeh samih, temveč tudi za okolje, v katerem živi. Ustrezno okolje je bilo ključen dejavnik za nastanek, obstoj in hkrati razvoj človeštva. Predvsem razvoj človeštva je v preteklosti narekoval tudi vse večje potrebe po energiji. Ta je bila sprva na voljo le v obliki naravne energije, z ognjem pa je človek spoznal, da to lahko kadarkoli nadomesti z uporabo gorljivih snovi. Ogenj pa človeku ni ponujal le toplote, temveč hkrati tudi svetlobo in varnost. Z iznajdbo in množično uporabo strojev je raba goriv poskočila. V relativno kratkem času je sledilo spoznanje, da prekomerna raba goriv škoduje okolju, še posebej to velja za okolju neprijazna goriva. Ker človeštvo v kratkem času ne more preiti na naravne vire energije, ki dodatno ne obremenjujejo okolja, je prisiljeno uporabljana neprijazna goriva v čim krajšem času in v čim večji meri nadomestiti z okolju prijaznimi gorivi. Prikazane so lastnosti zemeljskega plina in njegove uporabe kot goriva ter podana obrazložitev, zakaj lahko zemeljski plin umeščamo med okolju prijazna goriva.

Ključne besede: zemeljski plin, gorivo, okolje

Abstract

Humanity for its existence requires energy. Not only as a source for life processes taking place in the people themselves, but also for the environment in which they live. Suitable environment has been a key factor for the occurrence, existence and development of mankind at the same time. In particular the development of mankind in the past dictated the growing need for energy. This was originally only available in the form of natural energy, later it was realized, that with fire it can be replaced at any time with the use of combustible materials. Fire offered not just heat, but also light and security. With the invention and mass use of the machinery, the use of fuels jumped. In a relatively short period of time mankind realized, that excessive use of fuel is damaging the environment, in particular this applies to environmentally unfriendly fuels. Since mankind in a short time cannot switch to natural sources of energy that do not further burden the environment, it is forced to substitute unfriendly fuels as soon as possible and to the fullest possible extent with environmentally friendly fuels. Shown are both properties of natural gas and its use as a fuel, and given an explanation of why natural gas belongs to environmentally friendly fuels.

Key words: natural gas, fuel, environment

Zemeljski plin je staro gorivo. Nastalo je pred milijoni let s pomočjo kemičnih procesov pod visokim tlakom, potem ko so odmrle mikroorganizme, alge in plankton, ki so se posedli na nekdanja morská dna, prekrile neprepustne plasti materiala. Zemeljski plin večinoma sestavljajo metan ter ostali ogljikovodiki, predvsem etan, butan, propan in eten. V fazi čiščenja zemeljskega plina se iz njega odstrani večino dušikovih in žvepljenih spojin. Zemeljski plin je zaradi narave nastanka fosilno gorivo, zato ga uvrščamo med neobnovljive vire energije. Nahajališča zemeljskega plina so geografsko razporejena izrazito neenakomerno, enako velja tudi za njegovo rabo, ki se je začela že pred okvirno tremi tisočletji, občuten vzpon pa doživela šele v 19. stoletju. V svetu velja ocena, da njegove zaloge ob sedanji stopnji intenzivnosti rabe zadoščajo vsaj še za 200 let¹.

Zemeljski plin spada med vire energije, podrobneje med goriva. Človek je pred nekaj desetletji spoznal, da prekomerna raba goriv škoduje okolju, še posebno to velja za okolju neprijazna goriva. Zato človeku postaja vse bolj jasno, da mora za zagotovitev obstoja in preživetja prihodnjih rodov kratkoročno čim bolj zmanjšati uporabo goriv in uporabljati le najbolj učinkovita in čista goriva, dolgoročno pa goriva nadomestiti z obnovljivimi viri energije, torej tistimi, ki jih je že poznal in zaradi stanja razvoja tehnike uporabljal v svoji zgodovini le v manjši meri in manj učinkovito, ter jih zato

v preteklosti zaradi različnih dejavnikov nadomestil prav z gorivi. Goriva so namreč predstavljala lahko dostopen nadomestek naravnim virom energije, ki so obnovljivi, vendar se človek dolgo ni zavedal omejenosti tega novega vira energije, še manj pa posledic njegove rabe.

Prehod na le obnovljive vire energije torej s časovnega vidika ne more biti takojšen. Razlog gre ponovno iskati v stanju tehnike in trenutnih potrebah po energiji. Če je s časovnega vidika slika jasna, z izvedbenega vidika obstaja več variant. Na določitev najprimernejše bi morale vplivati razpoložljive kapacitete obstoječih goriv in vpliv rabe teh na okolje. Medtem ko omejenosti razpoložljivih goriv, predvsem fosilnih, ni potrebno utemeljevati, je vpliv rabe teh na okolje potrebno podrobneje predstaviti in predvsem medsebojno primerjati.

Na obstoj in preživetje človeštva ima velik vpliv zunanje okolje. Tega tvorita družbeno in naravno okolje². Na naravno okolje, ki ga poleg ožjih bivalnih pogojev in živil sestavljajo še zrak, voda in tla, vpliva več vrst dejavnikov, med katere se uvrščajo tudi različni viri energije, ki jih človek uporablja za zadovoljevanje svojih potreb. Medtem ko na naravne vire energije človek nima vpliva, lahko rabo goriv prilagodi na način, da bo zunanje okolje omogočalo ohranjanje zdravja in s tem v povezavi z ustreznimi družbenimi okoljem sočasno tudi preživetje človeštva. Pridobivanje in raba različnih fosilnih goriv namreč v različni meri vpliva na zrak, tla in vodo kot pomembne gradnike naravnega okolja človeka.

Zrak predstavlja enega od naravnih virov, od katerega je odvisen človek. Je obnovljiv neživi naravni vir, ki ga človek običajno koristi v naravnem stanju, zato nanj zelo vpliva njegova sestava. V sestavi tako niso zaželeni razni onesnaževalci, predvsem dušikovi oksidi, ogljikov monoksid, žveplov dioksid, fini in grobi delci ter živo srebro, saj ti pomembno zvišujejo tveganje za nastanek obolenj, ki negativno vplivajo na kvaliteto bivanja in življenjsko dobo ljudi. Velik vpliv na okolje se kaže tudi v porastu vsebnosti toplogrednih plinov v zraku, katerega posledica je segrevanje ozračja in z njim povezane klimatske in druge spremembe. Primerjava zemeljskega plina, nafte in premoga kot najpogosteje uporabljenih fosilnih goriv nazorno pokaže, da zemeljski plin na enoto proizvedene energije med vsemi najmanj onesnažuje zrak. Pri emisijah ogljikovih monoksidov je primerljiv z nafto, vendar hkrati petkrat prijaznejši od premoga. Izpusti dušikovih oksidov so petkrat nižji kot pri obeh primerjanih gorivih. Izpusti žveplovega dioksida, ki povzroča kisel dež, ter finih in grobih delcev pri rabi zemeljskega plina predstavljajo le okrog promila izpustov enakih onesnaževal zraka, ki nastanejo pri rabi premoga. Enako velja pri primerjavi zemeljskega plina z nafto, le da je razmerje pri izpustih delcev nižje, približno ena proti deset. Pomemben je tudi podatek, da med izpusti pri zemeljskem plinu praktično ne najdemo živega srebra, ki ga najdemo med izpusti pri obeh preostalih obravnavanih gorivih. Glede toplogrednih vplivov je mo-

¹ https://en.wikipedia.org/wiki/Natural_gas

² http://celostnozdravje.si/?page_id=101

goče trditi, da ima zemeljski plin, ki večinoma sestoji iz metana, ugodno razmerje med atomi ogljika in vodika, zato se pri njegovi uporabi pri enaki količini proizvedene energije v ozračje sprosti tretjina manj ogljikovega dioksida kot pri nafti, ter kar pol manj kot pri premogu.

Iz navedenega lahko ugotovimo, da je zemeljski plin v primerjavi z nafto in premogom glede onesnaževanja zraka v izraziti prednosti. Morda je ravno zato v zadnjem obdobju potekalo veliko razprav o vplivu zemeljskega plina na nastanek tople grede, saj je znano, da ima zemeljski plin, podobno kot ogljikov dioksid, nanj pomemben vpliv. Pomembno dejstvo je, da vsi toplogredni plini ostajajo v atmosferi dovolj dolgo, da se med seboj zmešajo do te mere, da je vsebnost teh plinov širom sveta približno enaka, ne glede na lokacijo vira onesnaženja. Drugo pomembno dejstvo je, da vsi toplogredni plini v atmosferi ne ostanejo enako dolgo. Najdlje ostane najpogostejši toplogredni plin – ogljikov dioksid. Glavna sestavina zemeljskega plina – metan tam ostane le približno desetletje, res pa je v tem času njegov vpliv na nastanek tople grede v primerjavi z ogljikovim dioksidom večji. Za pravilno razumevanje vpliva emisij metana v ozračje pri medsebojni primerjavi treh fosilnih goriv je potrebno izpostaviti, da do emisij metana prihaja ne le pri pridobivanju, transportu in rabi zemeljskega plina, temveč tudi pri enakih oz. podobnih aktivnostih, povezanih z nafto in premogom. Dodati velja, da so fosilna goriva vzrok le petini izpustov metana v ozračje, istočasno pa poteka vrsta aktivnosti različnih združenj, ki s širjenjem dobrih praks in manjšimi vlaganji pomembno znižujejo ravni izpustov metana na celotni poti od izvora do uporabe zemeljskega plina.

Voda in zemlja sta druga naravna vira, od katerih je odvisen človek. Pravi cilj gotovo je, da sta tudi ta vira zaradi rabe goriv čim manj podvržena negativnim vplivom. To je mogoče v večji meri zagotoviti z rabo zemeljskega plina, z rabo premoga in nafte pa nedvomno manj. Razlog gre iskati v dejstvu, da tako premog kot nafta vsebujeta žveplo in sicer v deležih od pol do treh odstotkov. Kot že predhodno omenjeno, pri zgorevanju obeh goriv v obeh gorivih prisotno žveplo reagira s kisikom, njun produkt pa je žveplov dioksid. Ta je pomemben dejavnik za nastanek kislega dežja. S porastom emisij žveplovega dioksida se spreminja tudi pH vrednost dežja³. Ugotovljeno je bilo, da se je pH vrednost dežja v nekaj desetletjih z intenzivno rabo goriv, bogatih z žveplom, na zahodni polobli znižala s prvotne vrednosti približno 5,0 na vsega 4,3. Pri tem velja spomniti, da pomeni upad pH vrednosti za eno enoto 10-kratno povečanje kislosti. Padavine pronicajo v zemljo, delno pa se v zaprtem naravnem vodokrogu izlivajo v vodotoke, jezera in morja. Kljub temu, da je dokazovanje vplivov kislega dežja kompleksno, večina znanstvenikov pritrjuje tezi, da kisel dež ruši naravna ravnovesja v vodotokih, istočasno pa neposredno škoduje nadzemnim delom rastlinstva, posredno pa uničuje njihov koreninski sistem, saj topi težke kovine, prisotne v zemlji. Neravnovesje se kaže v slabšanju življenjskih razmer predvsem za vodne živali, kar posledično

3 <http://www.phyast.pitt.edu/~blc/book/chapter3.html>

pomeni izumrje teh na določenih območjih, kar vodi v neprivačnost za naseljevanje in obiskovanje ljudi. Ker so posledicam rabe z žveplom bogatih goriv lahko podvržena tudi od virov onesnaževanja precej oddaljena območja, raba teh goriv sproža politična trenja.

Izkoriščanje premoga danes v veliki meri zaradi ekonomske sprejemljivosti še poteka v dnevnih kopih, ki na obsežnih območjih za seboj puščajo brazgotine na površju. K sreči tovrstni viri za izkoriščanje usihajo, zato se vse več premoga izkoplje v podzemnih rudnikih. Ob znanih tveganjih za delovno silo je tveganjem močno izpostavljeno tudi okolje, predvsem podzemna voda, saj se v opuščeni jaški ob izpiranju z vodo tvori žveplena kislina, ki onemogoči rabo vode za uživanje, pogosto pa so prizadeta tudi naselja in njihova bližnja okolica nad rudniki, kar poznamo tudi na domačih primerih.

Pri črpanju, predvsem pa transportu nafte, pogosto prihaja do izlitij. Večinoma govorimo o izlitjih v morja in oceane, ki neposredno škodijo živalskemu svetu, negativne posledice pa čuti vrsta gospodarskih panog. Odstranjevanje posledic je dolgotrajno in izredno drago.

Iz navedenega lahko ugotovimo, da je zemeljski plin v primerjavi z nafto in premogom tudi glede onesnaževanja vode in zemlje v izraziti prednosti.

V svetu je zaradi zgoraj navedenih dejstev predvsem v zadnjem desetletju mogoče opaziti izrazito rast rabe zemeljskega plina kot primarnega vira energije. Ob tem seveda ne smemo spregledati nekaterih pogojev, ki omogočajo to rast. Najpomembnejši je gotovo izredno nizka cena zemeljskega plina, ki je posledica cenovno ugodnega nekonvencionalnega pridobivanja tega goriva, o katerem glede njegove okoljske (ne) prijaznosti še potekajo razprave. Drugi razlog je nedvomno razpoložljivost tehnološko dovršenih tehnologij, ki zemeljski plin kot gorivo uporabljajo na učinkovit način z minimalnim obremenjevanjem okolja, bodisi na področju proizvodnje električne ali toplotne energije, kot tudi v industriji in vse bolj pomembnem prometu. Tretji razlog je, da so tehnologije, ki omogočajo rabo zemeljskega plina, cenovno dostopne. Kombinacija slednjih dveh razlogov vodi v dejstvo zadnjih let, da je specifična cena električne energije⁴, proizvedene iz zemeljskega plina, že nižja od energije, proizvedene s pomočjo vetrnih, premogovnih in geotermalnih elektrarn, še bolj od energije, proizvedene v jedrskih in biomasnih elektrarnah, dodatno nižja v primerjavi s fotovoltaičnimi elektrarnami, najbolj pa od energije iz sončotermalnih elektrarn. Četrty razlog je v izredno visoki časovni razpoložljivosti zemeljskega plina kot vira energije, dodatno pa v izredno kratkem času, ko ta vir lahko uspešno nadomesti izpad proizvodnje energije z uporabo drugih, predvsem obnovljivih virov energije. Zadnji pomembni razlog je v učinkovitem transportu zemeljskega plina, bodisi v plinasti bodisi tekoči fazi.

4 https://www.wired.com/2012/08/mf_naturalgas

Občutno rast porabe zemeljskega plina beležita industrijsko intenzivni Ljudska republika Kitajska in Združene države Amerike. Prvi vir zemeljskega plina predstavljajo predvsem nahajališča v Ruski federaciji, drugi pa lastni viri. Namen rabe zemeljskega plina je predvsem zmanjšati onesnaževanje zraka, kar še posebej velja za Ljudsko republiko Kitajsko, ki zemeljski plin vpeljuje na vse segmente rabe, medtem ko Združene države Amerike z zemeljskim plinom predvsem nadomeščajo premog kot gorivo v elektrarnah.

Med zgornjimi razlogi je omenjena pomembna podrobnost, ki jo velja dodatno izpostaviti. Dvig energetske učinkovitosti, ki smo ji priča v zadnjem obdobju, pomembno vpliva na podaljševanje časa, v katerem bo še na voljo preostala razpoložljiva energija, ki jo je mogoče pridobiti iz fosilnih in drugih neobnovljivih vrst goriv⁵. S časom se vsakoletni delež teh goriv kot vira za potrebe po energiji v svetovnem merilu zmanjšuje na račun vse večjega deleža obnovljivih virov energije. Zaradi narave rabe zemeljskega plina in visoke razvitosti tehnologij za uporabo tega goriva je mogoče zagotoviti, da uporaba zemeljskega plina lahko predstavlja nezanemarljiv doprinos k prej omenjenemu podaljševanju časa, ki bo morda potreben za odločitev, kako na najbolj primeren način z različnih vidikov doseči celostno oskrbo z obnovljivimi viri energije, kar bi se moralo odraziti v rasti rabe zemeljskega plina v primerjavi z ostalimi fosilnimi gorivi, dodatno pa tudi v večji uporabi bioplina.

Podobno, kot se to že dogaja ponekod po svetu, bi morali tudi širše, predvsem v Evropi, zemeljskemu plinu zaradi njegovega pozitivnega izstopanja med fosilnimi gorivi v času prehoda najprej na nizkoogljico in kasneje brezogljico družbo postopoma dati več spodbud in s tem priložnosti. Uporaba zemeljskega plina je namreč hkrati tudi že na tehnološko izredno visokem nivoju in varna, oskrba s tem energentom pa zanesljiva. K zanesljivosti oskrbe pomembno pripomore skrbno upravljanje in pravočasen ter premišljen razvoj sistemov za prenos in distribucijo zemeljskega plina.

Večjo rabo zemeljskega plina otežuje več dejavnikov⁶.

Morda je najpomembnejši ta, da politika razvoja oskrbe z energijo v večini okolij teži k čim hitrejšemu, če ne celo takojšnjemu prehodu na obnovljive vire energije, ob tem pa pozablja oziroma ne prizna, da to ni izvedljivo, istočasno pa ne prepozna priložnosti sinergij med obnovljivimi viri energije in nizkoogljicnimi fosilnimi gorivi, katerih glavni predstavnik je prav zemeljski plin, temveč ta vira energije razume celo kot konkurenta.

Dodaten dejavnik je prenizka cena obremenjevanja okolja z ogljikovim dioksidom kot pomembnim toplogrednim plinom oz. preširok prostor za obremenjevanje z ogljikovim dioksidom, zaradi česar cena zemeljskega plina upoštevač investicijske in obratovalne stroške pogosto še vedno presega ceno ostalih fosilnih goriv, predvsem premoga.

⁵ http://www.eceee.org/about-eceee/why_energy_efficiency

⁶ <https://www.ifri.org/en/publications/publications-ifri/articles-ifri/natural-gas-green-enough-environment-and-energy-0>

Kot že omenjeno, tudi toplogredni odtis metana kot glavne sestavine zemeljskega plina, ne pripomore k prepoznavi zemeljskega plina kot okolju najbolj sprejemljivega fosilnega goriva, kljub dejstvu, da do glavnih izpustov metana prihaja pri črpanju nafte, kjer ima zemeljski plin le vlogo neželenega stranskega, ne pa glavnega produkta.

Pomemben dejavnik je razumevanje narave plinskega trga na način, da je pot zemeljskega plina vnaprej natančno opredeljena in da poteka vzdolž sorazmerno toge infrastrukture, medtem ko se pozablja, da se je v zadnjem obdobju trg spremenil na način, da je oskrba s tem gorivom z vzpostavitvijo interoperabilnosti sistemov zemeljskega plina in diverzifikacijo virov bistveno bolj zanesljiva, dodatno pa so transporti zemeljskega plina z enega na drug konec sveta, podobno kot pri naftnem trgu, izvedljivi tudi z ladijskim prometom. Povečanju razpoložljivih dobavnih virov bi morala slediti rast uporabe tega goriva, vendar Evropi, ki je še vedno sorazmerno bogata predvsem s premogom, morda ne ustreza prekomerna energetska odvisnost bodisi od vzhoda ali zahoda.

Prava pot, kako zemeljskemu plinu dati večjo vlogo v oskrbi z energijo in s tem pospešiti prehod v nizko- in kasneje brezogljico družbo, je morda uvedba ustreznih okoljskih standardov, ki bi bili prevzeti v svetovnem merilu, ne le na zaokroženih območjih in bi se odražali tudi v primernejših cenah obremenjevanja z ogljikovim dioksidom. Okoljski standardi se ne bi nanašali le na rabo virov energije, kjer primer dobre prakse predstavlja standard obvezne rabe zgolj določenih goriv (npr. zemeljskega plina) v ladijskem prometu, ki bi ga bilo smiselno razširiti na druge načina transporta, prostorsko pa širše, temveč tudi na pridobivanje teh goriv in transport teh goriv od vira do uporabnikov.

Viri in literatura

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Natural_gas
2. http://celostnozdravje.si/?page_id=101
3. <http://www.phyast.pitt.edu/~blc/book/chapter3.html>
4. https://www.wired.com/2012/08/mf_naturalgas
5. http://www.eceee.org/about-eceee/why_energy_efficiency
6. <https://www.ifri.org/en/publications/publications-ifri/articles-ifri/natural-gas-green-enough-environment-and-energy-0>

UKREPI MESTNE OBČINE MURSKA SOBOTA ZA ZMANJŠANJE ONESNAŽENOSTI ZRAKA

MEASURES OF THE MUNICIPALITY OF MURSKA SOBOTA FOR REDUCING AIR POLLUTION

» **Angelca DOKL – MIR**

vodja oddelka za okolje in prostor

Bernardka RYAN

višja svetovalka za prostor in okolje

Mestna občina Murska Sobota

Kardoševa ulica 2, 9000 Murska Sobota

angelca.dokl.mir@murska-sobota.si

bernardka.ryan@murska-sobota.si

Povzetek

Mestna občina Murska Sobota skladno s sprejetim Odlokom o načrtu kakovosti zraka na območju Mestne občine Murska Sobota nadaljuje s prizadevanji za zmanjšanje onesnaženosti zraka z delci PM10. Novelacija odloka, ki bo z manjšim zamikom sprejeta v letu 2017, prinaša nekaj novih ukrepov, ki bodo pripomogli k zmanjšanju onesnaženosti zraka na območju občine. Poleg kontinuiranega osveščanja občanov o pomenu učinkovite rabe energije ter negativnih posledicah nepravilne rabe lesa v zastarelih kurilnih napravah bodo ključni ukrepi občine v naslednjih nekaj letih: prenova mestnega središča, izgradnja obvoznice mesta, ureditev športno – rekreacijskega centra Soboško jezero, umirjanje prometa, spodbujanje elektromobilnosti, urejanje kolesarskih poti in pešpoti, ozelenitve – nove zasaditve.

Ključne besede: onesnaženost zraka, delci PM10, Murska Sobota, ukrepi

Abstract

The Municipality of Murska Sobota is continuing its efforts to reduce air pollution with particulate matter PM10 in accordance with the adopted Decree on the Air Quality Plan in the area of the Municipality of Murska Sobota. The update of the decree, which will be adopted with a slight delay in the year 2017, brings into effect some new measures which will help to reduce air pollution in the municipality. Besides continued awareness of the importance of energy efficiency and the negative consequences of improper wood use in obsolete combustion plants, the key measures at the municipality level in the next few years are: renewal of the town centre, the construction of a bypass of the town, a sports-recreational centre at Sobota lake, traffic calming measures, the promotion of electric vehicles, arranging cycling lanes and footpaths, greening – planting new green areas.

Key words: air pollution, PM10 particles, Murska Sobota, measures

UVOD

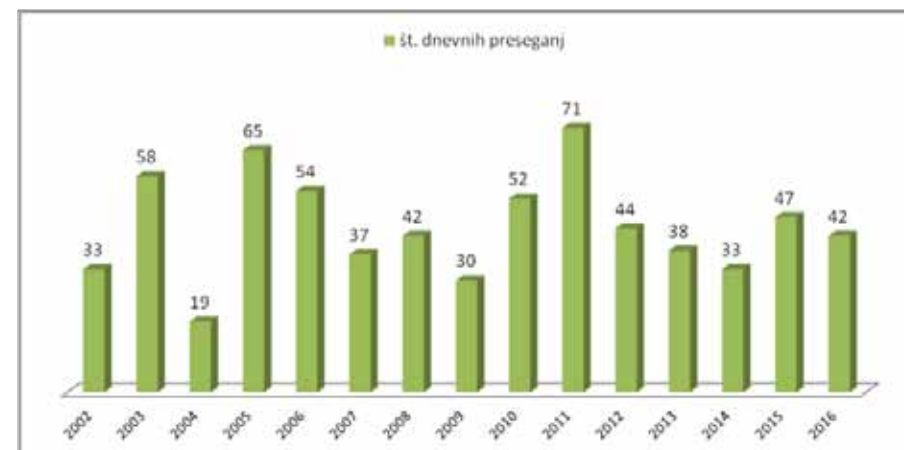
Za doseganje skladnosti z Uredbo o kakovosti zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 9/11, 8/15) je Vlada Republike Slovenije v sodelovanju z lokalno skupnostjo v letu 2013 sprejela Odlok o načrtu za kakovost zraka na območju Mestne občine Murska Sobota (Uradni list RS, št. 88/2013). Sestavni del tega odloka je tudi seznam ukrepov za izboljšanje kakovosti zraka. Ti ukrepi se nanašajo predvsem na zmanjšanje izpustov na področju cestnega prometa ter ukrepe na področju učinkovite rabe energije.

Ministrstvo za okolje in prostor v sodelovanju z Mestno občino Murska Sobota v zadnjih mesecih intenzivno pripravlja novelacijo predmetnega odloka. To je priložnost za analizo učinkov izvedenih ukrepov ter da se na novo zastavijo ukrepi, ki bodo ureničljivi in bodo prinesli zeleno izboljšano kakovost zraka.

ONESNAŽENOST ZRAKA Z DELCI PM₁₀

Rezultati epidemioloških raziskav kažejo, da ima med vsemi onesnaževalci zraka onesnaženost z delci PM₁₀ največji vliv na zdravje ljudi, zato se pri obravnavi problema onesnaženosti zraka osredotočamo predvsem na onesnaževalo PM₁₀. Skladno z Uredbo o kakovosti zraka mejna vrednost delcev PM₁₀ (50µg/m³) ne sme biti presežena več kot 35-krat v koledarskem letu.

Slika 1: Letno število preseganj dnevne mejne vrednosti PM10 na merilnem mestu MS Rakičan

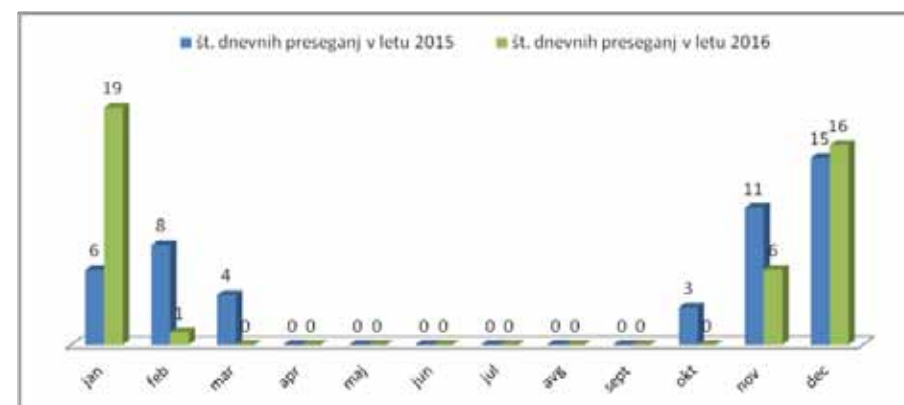


Vir: <http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/>

V sklopu državne merilne mreže za spremljanje kakovosti zraka, s katero upravlja Agencija Republike Slovenije za okolje, se podatki za območje Mestne občine Murska Sobota zbirajo na merilni postaji v Rakičanu. Ker ta lokacija morda res ni najbolj objektivna, potekajo dogovori, da bi v prihodnje v središču mesta Murska Sobota vzpostavili še eno merilno postajo.

Iz vseh razpoložljivih podatkov izhaja, da na vrednosti delcev PM₁₀ v zraku zelo vpliva sama lega mesta (prevetrenost), glavni vir delcev pa je izgorevanje goriv v gospodinjstvih in v storitvenem sektorju, predvsem zaradi uporabe (dostikrat neprimerno pripravljene) lesa v zastarelih kurilnih napravah.

Slika 2: Število preseganj dnevne mejne vrednosti PM₁₀ na merilnem mestu MS Rakičan po mesecih za leti 2015 in 2016

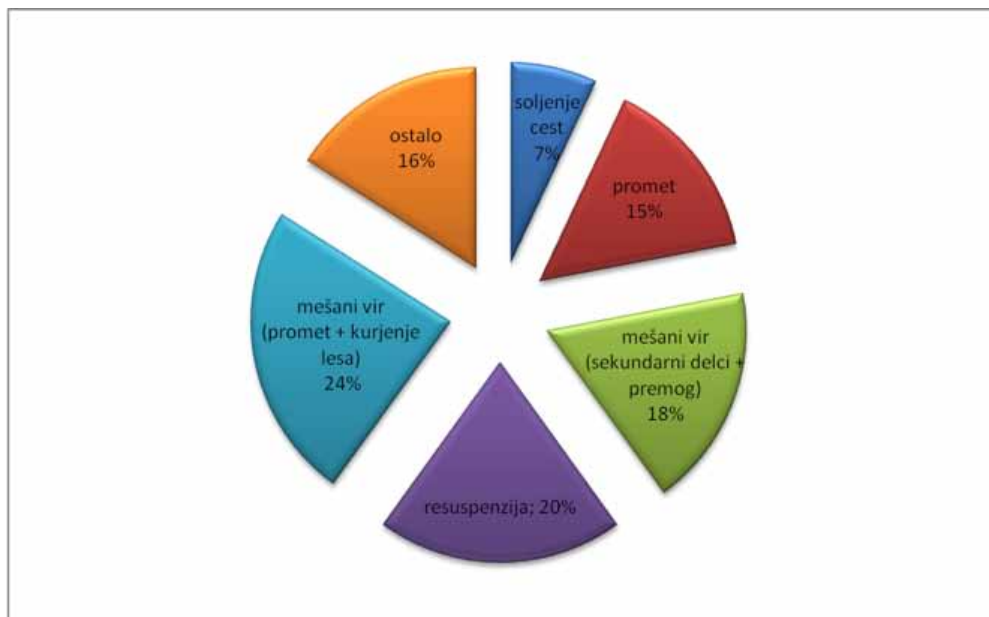


Vir: <http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/>

Opredelitev virov delcev PM₁₀

Na spodnjem grafikonu je prikazana porazdelitev virov emisij delcev PM₁₀ na merilnem mestu Rakičan, iz katerega je razvidno, da v zimskem času največji delež prispevata promet in individualna kurišča. Do priprave tega članka s strani ARSO še nismo prejeli novjših podatkov o razdelitvi virov delcev PM₁₀, da bi lahko naredili primerjavo.

Slika 3: Porazdelitev virov delcev PM₁₀, določeno s statističnim modelom PCA v zimskem obdobju



Vir: ARSO, Opredelitev virov delcev PM₁₀ v Murski Soboti, 2010

ANALIZA IZVAJANJA UKREPOV IZ PODROBNEGA PROGRAMA UKREPOV (2013-2016)

Mestna občina Murska Sobota tri leta po sprejemu Odloka o načrtu za kakovost zraka ugotavlja, da nekaterih zastavljenih ukrepov iz programa zaradi ekonomskega vidika žal ni mogoče (vsaj trenutno) uresničiti. Gre za dva ukrepa iz področja učinkovite rabe energije za potrebe ogrevanja:

- vzpostavitev sistema daljinskega ogrevanja na geotermalno energijo iz vrtin SOB 1 in SOB3g ter
- vzpostavitev sistema daljinskega ogrevanja na lesno biomaso v Bakovcih.

Mestna občina Murska Sobota je možnosti za vzpostavitev sistema daljinskega ogrevanja na geotermalno energijo iskala v javno-zasebnem partnerstvu, vendar žal ne

uspešno. Razloge za nekonkurenčnost načrtovanega sistema gre iskati predvsem v zmanjšanem številu objektov, ki so bili v prvotnem načrtu za priključitev na daljinsko ogrevanje, a so stanovalci v vmesnem času problem zastarelih kotlovnih rešili samostojno (večinoma z investicijo v toplotno črpalko) ter v visokih koncesninah, ki jih zaradi neizvajanja reinjekcije zahteva država. Mestna občina Murska Sobota pa seveda kljub trenutnemu stanju ne izključuje možnosti izrabe geotermalne energije v prihodnosti.

Tabela 1: Seznam izvedenih ukrepov na področju spodbujanja učinkovite rabe energije in obnovljivih virov energije na območju Mestne občine Murska Sobota

URE IN OVE	izvedeni ukrepi
Zamenjava malih kurilnih naprav	Po podatkih Eko sklada je bilo med leti 2013 – 2016 odobrenih: - 428.985 € nepovratnih finančnih spodbud za 200 toplotnih črpalk in - 65.302 € nepovratnih finančnih spodbud za 41 kotlov na biomaso
Evidenca malih kurilnih naprav	V letu 2016 sprejet Zakon o dimnikarskih storitvah med drugim daje podlago za polnjenje Evidence malih kurilnih naprav.
Energetska prenova stavb	Po podatkih Eko sklada je bilo med leti 2013 – 2016 odobrenih: - 343.629 € nepovratnih finančnih spodbud za 115 naložb v izolacijo fasade, - 39.251 € nepovratnih finančnih spodbud za 29 naložb v izolacijo streh in - 100.842 € nepovratnih finančnih spodbud za 56 naložb v zamenjavo oken.
Energetska prenova javnih stavb	Vrtec Murska Sobota (enota Gozdiček), Zdravstveni dom Murska Sobota
Priključevanje objektov na plinovodno omrežje	Po podatkih upravljavca omrežja in distributerja zemeljskega plina (Mestni plinovodi d.o.o.) se je v obdobju 2013-2016 na novo priključilo 61 objektov, evidenca o odklopih se ne vodi.
Osveščanje – umna uporaba lesne biomase ter ustreznost malih kurilnih naprav	- izdaja publikacij: Navodila za varčno in učinkovito uporabo malih kurilnih naprav (ABD Dimnikarstvo), Pravilno kurjenje z drvmi v lokalnih kurilnih napravah (MOP), Kakovost zraka v Sloveniji, Kakšen zrak dihamo (Zavod Pec, sofinanciranje MOMS) - pred začetkom kurilne sezone objava člankov, obvestil preko različnih medijev (Soboške novine, spletna stran MO Murska Sobota, lokalni mediji, razne tematske prireditve...)
Energetsko svetovanje	Vzpostavitev Energetsko svetovalne pisarne v Murski Soboti

Tabela 2: **Seznam izvedenih ukrepov na področju spodbujanja prometa na območju Mestne občine Murska Sobota**

PROMET	izvedeni ukrepi
Trajnostna mobilnost na ravni mesta	- Celostna prometna strategija je v zaključni fazi priprave, - ureditev novih kolesarskih poti in pločnikov
Nadgradnja mestnega potniškega prometa	- letu 2014 nakup novega mestnega avtobusa (sobočanec) - dodatna linija proge mestnega potniškega prometa, - brezplačni avtobus za občane MO Murska Sobota, - v letu 2016 107.839 prepeljanih potnikov.
Trajnostna parkirna politika	- Park & Ride pri bolnišnici Rakičan, - ureditev dveh kolesarnic v sklopu sistema Park&Ride, - uvedba izposojevalnice Soboški biciklin ter ureditev kolesarnice z nadstreškom v centru mesta MS.
Ukrepi za umirjanje prometa	- krožišče pri Zvezdi, - cona 30 pri zdravstvenem domu, cona 30 v južnem delu Slovenske ulice.
Osveščanje – uporaba mestnega avtobusa, uporaba koles ter hoja	- Evropski teden mobilnosti (ETM) in dan brez avtomobila, - osveščanje občanov o pomenu gibanja za zdravje in varstvo okolja.
Spodbujanje elektromobilnosti	- sistem souporabe električnega avtomobila (car sharing) uslužbenci MO Murska Sobota sistem že uporabljajo, - izvedba električnih polnilnic, - brezplačno parkiranje za električna vozila.

Tabela 3: **Seznam izvedenih ukrepov na drugih področjih, ki prispevajo k manjši onesnaženosti zraka na območju Mestne občine Murska Sobota**

DRUGO	izvedeni ukrepi
Trajnostna urbana strategija	2016 mestni svet sprejme Trajnostno urbano strategijo
Ozelenitev mesta	- zasaditev novih drevoredov (Murska Sobota – Bakovci, Murska Sobota - Pušča), - zamenjava dotrajanih dreves, vzdrževanje obstoječih zelenih površin.
Osveščanje o kakovosti zraka v občini	- ARSO preko svoje spletne strani dnevno obvešča o stanju kakovosti zraka na podlagi podatkov merilne naprave v Rakičanu, - o prekoračenih mejnih vrednosti delcev PM ₁₀ obveščajo tudi medijske hiše.

NAČRTOVANI UKREPI ZA IZBOLJŠANJE KAKOVOSTI ZRAKA (2017-2020)

Mestna občina Murska Sobota bo tudi v prihodnje nadaljevala s prizadevanji za izboljšanje kakovosti zraka na območju občine. V obdobju naslednjih treh let je tako predviden pester nabor ukrepov, s katerimi želi občina dvigniti osveščenost občanov o pomembnosti ukrepanja na vseh ravneh družbe ter zmanjšati onesnaženost zraka.

Tabela 4: **Seznam načrtovanih ukrepov za obdobje 2017-2020**

PODROČJE	načrtovani ukrepi
Trajnostna urbana strategija	- prenova mestnega središča (ureditev peš cone na Slovenski ulici, dodatna ozelenitev...), - Soboško jezero (športno – rekreacijski in turistični center),
Energetska prenova stavb	- prenova javnih stavb (stavba mestne uprave, grad, TVD Partizan)
Trajnostna mobilnost	- razbremenitev prometa v središču mesta z izgradnjo obvozne ceste (nosilec DRSI v sodelovanju z MO Murska Sobota), - ureditev kolesarskih poti in pešpoti, - obveznost zagotavljanja minimalnega števila parkirnih mest namenjenih električnim vozilom ter potrebne polnilne infrastrukture za bodoče investitorje skupnih stanovanjskih stavb z več kot 30 parkirnimi mesti, - občina (oz. upravljavci parkirišč z več kot 50 parkirnimi mesti) bo na javnih parkiriščih v mestu za električna vozila zagotovila vsaj 2% parkirnih mest opremljenih z ustrezno polnilno infrastrukturo.
Osveščanje	- spodbujanje souporabe električnih vozil, - spodbujanje trgovcev in gostincev, da svoje parkirne površine opremijo s pametno polnilno infrastrukturo, - spodbujanje hoje, teka, pohodništva (peš v šolo, kolesu prijazna vrtec in šola, širitev mreže Soboški biciklin...) - vzpostavitev spletne aplikacije na spletni strani MO Murska Sobota.

Verjamemo, da bodo vsi zgoraj naštetih projekti oz. ukrepi dolgoročno prispevali k zmanjšanju onesnaženosti zraka na območju Mestne občine Murska Sobota in dvignili kvaliteto življenja.

Viri in literatura

1. Odlok o načrtu za kakovost zraka na območju Mestne občine Murska Sobota. Uradni list RS, št. 88/13.
2. Uredba o kakovosti zunanjega zraka. Uradni list RS, št. 9/11, 8/15.
3. Občinski program varstva okolja Mestne občine Murska Sobota, 2007, Chronos d.o.o., Domžale.

4. Trajnostna urbana strategija Mestne občine Murska Sobota, 2016.
5. ARSO, Opredelitev virov delcev PM₁₀ v Murski Soboti, 2010. Dostopno na: <http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/ViriMurskaS.pdf>.
6. ARSO, Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2015, 2016. Dostopno na: http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/porocilo_2015.pdf.
7. ARSO, Število preseganj dnevne mejne koncentracije delcev PM₁₀ v letu 2016. (Datum objave 27.02.2017). Dostopno na: http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/2016_PM-10Preseganja.pdf.
8. Kolar, D. in Rebrica, V., 2017, Poročilo o številu prepeljanih potnikov na mestnih linijah, AP Murska Sobota d.d., Murska Sobota.

PROMETNO ONESNAŽEVANJE OZRAČJA S Poudarkom NA KAKOVOSTI ZRAKA OB CESTAH

TRAFFIC-RELATED AIR POLLUTION WITH EMPHASIS ON AIR QUALITY ALONG ROADS

» **Kristina GLOJEK**, mag.
izr. prof. dr. **Matej OGRIN**
doc. dr. **Katja VINTAR MALLY**

Oddelek za geografijo, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta
Aškerčeva cesta 2, 1000 Ljubljana
kristina.glojek@ff.uni-lj.si
matej.ogrin@ff.uni-lj.si
katja.vintar@ff.uni-lj.si

Povzetek

V zadnjem obdobju se je kakovost zraka v Sloveniji izboljšala, vendar pa zaradi specifičnih meteoroloških razmer, razgibanosti površja in množice individualnih virov izpustov nekatera onesnaževala ostajajo problematična. Pozimi največjo težavo predstavljajo prekomerne koncentracije delcev manjših od 10 µm, poleti pa prizemni ozon. Ob prometnih lokacijah velik problem predstavlja tudi onesnaženost z dušikovimi oksidi. Na Oddelku za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani opravljamo meritve kakovosti zraka ob cestah že več kot desetletje. Rezultati meritev koncentracij NO₂, ki smo jih opravili v Ljubljani v letih 2005/2006 in 2013/2014 z metodo difuzivnih vzorčevalnikov kažejo na upad koncentracij v vseh tipih mestnega prostora, vendar pa vse koncentracije še vedno presegajo dovoljeno letno mejno vrednost 40 µg/m³.

Ključne besede: kakovost zraka, prometno onesnaževanje ozračja, Ljubljana, dušikov dioksid (NO₂)

Abstract

In the last decade air quality in Slovenia has improved, but because of specific (unfavourable) meteorological conditions, complex terrain and many individual sources of emissions some pollutants remains problematic. In the winter the major problem are excessive concentrations of airborne particles smaller than 10 μm , and in the summer the ozone pollution is a major concern. At the traffic locations the nitrogen dioxide pollution is also a big problem, especially along the major highways or in street canyons. In last decade Department of Geography, Faculty of Arts, University of Ljubljana made some air quality researches with focus on transport related air pollution. The results of series of measurements held with diffusive samplers in 2005/2006 and in 2013/2014 showed the decrease of nitrogen dioxide concentrations in all types of urban space, but nevertheless all measured concentrations exceeded the annual limit value of 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Key words: air quality, traffic-related air pollution, Ljubljana, nitrogen dioxide

STANJE KAKOVOSTI ZRAKA V SLOVENIJI V OBDOBJU 2003–2015

Kljub zmanjšanju onesnaženosti zraka v zadnjih dvanajstih letih, prekomerne koncentracije posameznih onesnaževal v Sloveniji še vedno predstavljajo velik problem. Danes so z vidika kakovosti zraka najbolj problematični delci manjši od 10 μm in ozon.

V obdobju 2003–2015 je zaznati trend upada koncentracij delcev PM_{10} in tudi manjši upad delcev $\text{PM}_{2,5}$. Upad koncentracij pripisujemo predvsem zmanjšanju izpustov v industriji in ugodnim vremenskim razmeram v posameznih letih. Veliko bolj kot presejanje letnih mejnih vrednosti so problematična presejanja dnevni mejni vrednosti, kjer beležimo veliko večje število dni s presežnimi koncentracijami delcev PM_{10} od dovoljenih 35 dni na leto.

Onesnaženost z delci je posledica predvsem lokalnih izpustov. Koncentracije delcev so zaradi neugodnih meteoroloških razmer za razredčevanje izpustov (nizke hitrosti vetra, temperaturne inverzije v kotlinah in dolinah) ter ogrevanja gospodinjstev pozimi višje, poleti pa zaradi boljše prevetrenosti in manjših izpustov nižje. S prekomerno onesnaženostjo z delci imajo največ težav mesta v kotlinah in dolinah celinskega dela Slovenije. Od slednjih najmanjše koncentracije delcev PM_{10} beležimo na merilnih postajah Velenje in Šoštanj, saj gre za mesti z razvitim sistemom daljinskega ogrevanja iz Termoelektrarne Šoštanj. Iz podeželskih območij, kjer prevladuje gosta poselitev in se večina gospodinjstev ogreva na biomaso, pa nimamo podatkov, a je povsem mogoče, da so tam v kurilni sezoni koncentracije delcev pogosto presežene. Presejanj dopu-

stnega števila dnevni mejni vrednosti ne beležimo na Primorskem, kjer je prevetrenost boljša, manjše pa so tudi potrebe po ogrevanju.

Glede na izpuste delcev na prebivalca je Slovenija v samem vrhu Evropske Unije. V primerjavi z ostalimi državami Evropske unije, je prispevek industrije in prometa na onesnaženost zraka v Sloveniji manjši, vendar pa k skupnim letnim izpustom delcev individualna kurišča prispevajo kar 69 % delcev $\text{PM}_{2,5}$ in 61 % delcev PM_{10} . Glavni krivec za naraščanje izpustov delcev iz gospodinjstev je povečanje uporabe lesa za kurjavo v neučinkovitih, starih kotlih na trda goriva, na kar je vplivala gospodarska kriza in ugodna cena lesa v primerjavi z drugimi energenti (Logar, 2016).

Visoke koncentracije dušikovih oksidov so omejene na ozek pas ob cestah. Cestni promet namreč predstavlja največji vir onesnaževala (62 % vseh izpustov). Podatki letnih koncentracij dušikovega dioksida (NO_2) v obdobju 2003–2015 kažejo na relativno veliko stabilnost omenjenega onesnaževala v zraku. Od leta 2010 je mogoče zaznati manjši upad koncentracij kot posledica zmanjšanja osebne in tovarnega prometa, ki pa od leta 2011 stagnira (osebni) oziroma ponovno narašča (tovorni) (Cestni linijski..., 2017; Cestni javni ..., 2017). Izpusti vozil so postopno vse manjši, saj se z novimi vozili uveljavljajo novejši emisijski standardi.

Onesnaženost z ozonom ima izrazit regionalni značaj z velikim vplivom čezmejnega prenosa onesnaženosti. Koncentracije ozona so višje v letih s toplejšimi in sončnimi poletji, saj onesnaževalo nastaja s kemično reakcijo ob prisotnosti sončne svetlobe in predhodnikov ozona. Najvišje vrednosti ozona so značilne za merilna mesta, ki so oddaljena od prometnih cest in drugih virov dušikovih oksidov, ki razgradijo ozon. Povprečne koncentracije ozona so višje v višjih in bolj sončnih legah ter na Primorskem. Slednja predstavlja z ozonom najbolj onesnaženo območje v Sloveniji zaradi ugodnejših vremenskih razmer in večje izpostavljenosti čezmejnemu prenosu ozona in njegovih predhodnikov. Dosedanje raziskave analiz trajektorij zraka (Žabkar, 2009) ugotavljajo, da na višje koncentracije ozona v Sloveniji vplivajo predvsem zračne mase, ki izvirajo iznad severnega Jadrana in obalnih območij. Povišane ravni onesnaženosti zraka z ozonom drugod po Sloveniji so predvsem posledica lokalnih emisij, res pa je, da te vrednosti niso tako visoke (Žabkar, 2009, Zbirka podatkov ..., 2016).

PROMETNO ONESNAŽEVANJE OZRAČJA

S strokovnjaki s področja urejanja prostora se pogosto sprašujejo, kakšen je dejanski vpliv cest na kakovost okoliškega zraka. Neposreden vpliv prometa na kakovost zraka v okolici cest je odvisen predvsem od izpustov iz prometa, meteoroloških pogojev ter morfologije okolice. Na izpuste iz prometa vpliva predvsem obseg prometa (število vozil), njegova struktura (emisijski standard ter vrsta vozila) in hitrost vožnje (v splošnem velja, da višje hitrosti povzročijo večje izpuste). Meteorološke razmere, ki vplivajo, so zlasti mešanje ozračja, torej vertikalna stabilnost in vetrovnost. Bolj kot je ozračje stabilno in mirno, manj omogoča mešanje onesnaževal in večje so koncentracije

v prizemni plasti oziroma blizu virov. Na samočistilne sposobnosti ozrača pa vpliva tudi morfologija obcestnega prostora. Če so ceste na gosto in visoko obzidane ali če se nahajajo v ozki dolini, je samočistilna sposobnost ozrača bistveno manjša, kot če se ceste nahajajo v odprtem prostoru brez omejitev reliefa.

Meritve kakovosti zraka v Ljubljani

Na Oddelku za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani se z meritvami kakovosti zraka ob cestah ukvarjamo že več kot desetletje in v tem prispevku navajamo nekaj ugotovitev študije, ki izhajajo iz raziskav v letih 2005/2006 in 2013/2014.

Opravili smo nekaj tedenske meritve kakovosti zraka ob cestah z metodo uporabe difuzivnih vzorčevalnikov s poudarkom na koncentracijah NO₂ v treh različnih tipih prostora.

- Cestni koridor;
- Odprt prostor ob cestah;
- Urbano ozadje;

Meritve smo opravili tudi v prečnih profilih ob avtocesti oziroma obvoznici, kjer smo ugotavljali pas onesnaženosti ob bolj obremenjenih cestah.

Rezultati

V kratkem prispevku navajamo samo nekaj rezultatov meritev v cestnem koridorju, urbanem ozadju ter v prečnih profilih ob cestah.

Tabela 1: **Koncentracije NO₂ (µg/m³) v Ljubljani v poletnih kampanjah leta 2005 in 2013 v cestnem koridorju Slovenske in Poljanske ceste.**

Merilno mesto	Poletje 2005 (µg/m ³)	Poletje 2013 (µg/m ³)	Absolutna in relativna razlika 2013/2005 (µg/m ³ in %)
Slovenska cesta: Nama	83	72	-11 (-13 %)
Slovenska cesta: A Banka	79	60*	/
Slovenska cesta: Bavarski dvor	70	60	-10 (-14 %)
Slovenska cesta: Filozofska fakulteta	62	52	-10 (-16 %)
Slovenska cesta: Figovec	64	51	-13 (-20 %)
Poljanska cesta: Peglezen	80	49	-31 (-39 %)
Slovenska cesta: Kongresni trg	51	47	-4 (-8 %)

Opomba: *Le ena merilna točka.

Na merilnih mestih v cestnih koridorjih kot tipu mestnega prostora se je v letu 2013 glede na leto 2005 koncentracija NO₂ v vseh primerih opazno znižala. Na petih primer-

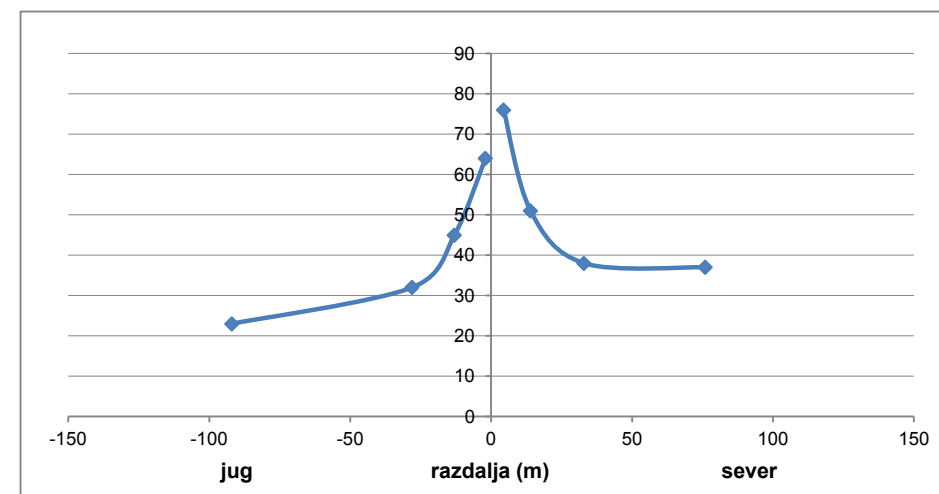
janih merilnih mestih je upad znašal od 8 do 16 %, na leta 2005 najbolj onesnaženem merilnem mestu na Poljanski cesti pa kar 39 %. A še vedno vse vrednosti presegajo 40 µg/m³, kar je določena mejna letna vrednost za NO₂. Poleti 2005 je bila najvišja koncentracija na Poljanski cesti, leta 2013 pa pri veleblagovnici Nama na Slovenski cesti. V obeh primerih je bil zrak najmanj onesnažen z NO₂ na Kongresnem trgu, kar pojasnimo z dejstvom, da tam niti ne gre za pravi cestni koridor, saj z vzhodne strani Slovenska cesta prehaja v Kongresni trg. (Ogrin in ost., 2014)

Tabela 2: **Koncentracije NO₂ (µg/m³) v Ljubljani v poletnih kampanjah leta 2005 in 2013 v urbanem ozadju.**

Merilno mesto	Poletje 2005 (µg/m ³)	Poletje 2013 (µg/m ³)	Absolutna in relativna razlika 2013/2005 (µg/m ³ in %)
Šiška: Smrekarjeva ulica	26	25	-1 (-4 %)
Moste: Rojčeva ulica	32	24	-8 (-25 %)
Rožna dolina: Rutarjeva ulica	30	23	-7 (-23 %)
ARSO: Vojkova ulica	21	23	2 (10 %)
Bežigrad: Ptujška ulica	28	22	-6 (-21 %)

Za onesnaženost zraka v urbanem ozadju lahko ugotovimo, da v letu 2013 dosega bistveno nižje vrednosti kot leta 2005 na treh od petih merilnih mest, medtem ko na enem beleži 4-odstotni upad, na merilnem mestu ARSO pa celo 10-odstotni porast, a gre v obeh kampanjah za eno najmanj onesnaženih mest v tej skupini. Največji upad, kar za eno četrtno, smo izmerili v Mostah, podobno je tudi v Rožni dolini in za Bežigradom. (Ogrin in ost., 2014)

Slika 1: **Ocena povprečne letne koncentracije NO₂ na profilu Barje od 1. februarja 2013 do 1. februarja 2014 (µg/m³)**



Profil ocenjene povprečne letne koncentracije NO₂ ob južni ljubljanski obvoznici kaže asimetričnost, ki nakazuje prevladujočo južno smer vetra, ki odnaša onesnaževala z obvoznice na sever, proti središču mesta. Območje z onesnaženostjo nad dovoljeno mejno vrednostjo (40 µg/m³) sega na južni strani približno 16 m daleč od ceste, na severni pa približno 28 m, pri čemer na južni strani koncentracija do razdalje 100 m od ceste pada proti 20 µg/m³, na severni pa na oddaljenosti okoli 70 m od ceste ohranja raven malo pod 40 µg/m³. (Ogrin in ost., 2014)

SKLEP

Primerjava meritev NO₂ poleti 2005 in 2013 kaže na splošen upad koncentracij v letu 2013 tako v cestnem koridorju kot v urbanem ozadju. To se je pokazalo v vseh tipih mestnega prostora. Upad koncentracij se kaže na vseh merilnih mestih in znaša 4–39 %, kar je razveseljivo, težava pa je, da so vse koncentracije še vedno kar precej nad dovoljeno letno vrednostjo 40 µg/m³.

Menimo, da je padec koncentracij glede na leto 2005 na večini primerjanih mest posledica dveh dejavnikov; večje dinamike v ozračju in s tem večjih samočistilnih sposobnosti ozračja ter čistejšega voznega parka. Po koncu poletne kampanje 2013 so Slovensko cesto od križišča z Gosposvetsko cesto do križišča s Šubičevo cesto zaprli za individualni motorni promet, po njej je dovoljen le javni promet in dostava ter intervencija. Koliko je upad prometa prispeval k izboljšanju razmer glede onesnaženosti z NO₂, pa bodo pokazale prihodnje meritve.

Viri in literatura

1. Cestni javni linijski potniški prevoz (medkrajevni in mednarodni). SI-STAT Podatkovni portal. Statistični urad Republike Slovenije. URL: <http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/Saveshow.asp> (Citirano 20. 2. 2017).
2. Cestni blagovni prevoz po vrsti prevoza. SI-STAT Podatkovni portal. Statistični urad Republike Slovenije. URL: <http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/Saveshow.asp> (Citirano 20. 2. 2017).
3. Martina, Logar, (2016). Izpusti delcev v zrak – Kazalci okolja v Sloveniji. ARSO. URL: http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=746 (Citirano 7. 3. 2016).
4. Matej, Ogrin, Katja, Vintar Mally, Anton, Planinšek, Griša, Močnik, Luka, Drinovec, Asta, Gregorič, Ivan Iskra, (2014). Onesnaženost zraka v Ljubljani. GeograFF 14, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Oddelek za geografijo, 123 str.
5. Zbirka podatkov avtomatskih meritev državne ekološko-meteorološke mreže za spremljanje kakovosti zunanjega zraka in dopolnilne merilne mreže (TE Šoštanj, TE Trbovlje, TE-TO Ljubljana, EIS Anhovo, MO Ljubljana), 2016. Agencija Republike Slovenije za okolje.
6. Rahela, Žabkar, (2009). High-resolution spatial and temporal dynamics of tropospheric ozone in complex terrain. Doktorska disertacija. Ljubljana, Fakulteta za matematiko in fiziko, Oddelek za fiziko, Katedra za meteorologijo, 193 str.

UTEKOČINJENI ZEMELJSKI PLIN V PROMETU

LIQUEFIED NATURAL GAS IN TRAFFIC

» Martin RAHTEN

Zveza ekoloških gibanj Slovenije

Cesta krških žrtev 53, Krško

martin.rahten@yahoo.com

Povzetek

Emisije v okolje zaradi prometa so najbolj odvisne od uporabljenega goriva. Študije NGVA Europe so pokazale, da diesel goriva, ki se v prometu tudi daleč najbolj uporabljajo, najbolj onesnažujejo okolje. Izpuhi motorjev z diesel gorivi so največji vir PM_x delcev in so za prebivalce velikih mest in okolice velikih cest najbolj nevaren emitent iz prometa.

Evropska unija si je zaradi politik zmanjševanja negativnih vplivov na okolje na področju cestnega prometa postavila za cilj vzpostavitev infrastrukture za UZP, s čimer bi ta postal resnična alternativa za prevoz na srednje in dolge razdalje v EU. Najprej kot dopolnilno gorivo, kasneje pa kot ustrezno nadomestitveno gorivo za dizel. S sprejetjem Direktive parlamenta EU 2014/94 EU je zavezala vse članice EU, da pripravijo plan vzpostavitve infrastrukture polnilnih postaj za alternativna goriva, predvsem utekočinjenega zemeljskega plina, saj je to gorivo realno najboljše alternativno gorivo za zamenjavo diesel goriv za težka tovorna vozila in linijske avtobuse.

Ključne besede: uporabljeno gorivo, emitenti, PM_x delci, alternativna goriva v prometu, utekočinjen zemeljski plin, Direktiva parlamenta EU 2014/94 EU, TEN-t, Blue Corridors

Abstract

Emissions in the environment caused by traffic are mostly dependent on the fuel used. The NGVA Europe studies have shown that diesel fuels, which are by far the most used in traffic, also cause most of the pollution in the environment. Exhausts of diesel engines are the most frequent source of PM_x parts, and are for the population of big cities and their surroundings also the most dangerous traffic caused emitter.

The European Union has – as a result of the policy of decreasing negative environmental impact of road traffic – set a goal of establishing the infrastructure for LNG. With the established infrastructure the LNG would become the real alternative for transport on medium and long distances within the EU; at the beginning as a alternative fuel, and later on as an adequate replacement for the diesel. With the adoption of European parliament directive EU 2014/94/EU, all member states of the EU are now committed to prepare a plan for establishment of infrastructure of charging stations for alternative fuels, above all of LNG. This is the fuel that is realistically the best alternative to change diesel fuel for lorries and buses.

Key words: fuel used, emitters, PM_x parts, Alternative Fuels, Liquefied Natural Gas, Directive for Alternative Fuels Infrastructure (The European Parliament Directive 94/2014/EU), TEN-t, Blue Corridors

VIRI EMISIJ V PROMETU, ODVISNOST OD GORIVA

Virov emisij zaradi prometa, to je gibanja motornih vozil, je več vrst:

- emisije zaradi notranjega zgorevanja goriv v motorjih,
- emisije delcev zaradi obrabe gum, obrabe zavornih elementov,
- emisije oljnih kapljic zaradi izgube olj, nepopolnega izgorevanja goriv, zaradi slabega stanja motorjev, ali starejših konstrukcij motorjev, kjer so izgorevanja slabša ali oz. izkoristek goriva slabši.

Emisije iz prometa so najbolj problematične predvsem zaradi njihove razdrobljenosti, časovne neopredeljenosti in relativno majhnih virov, ki jih ni možno zelo uspešno nadzirati in tehnično opremiti z napravami za varovanje okolja, kot je to možno pri stacionarnih virih.

Za pogon motornih vozil in delovnih strojev se največ uporabljajo diesel goriva, neosvinčeni bencini, naftni plin (LPG), v zadnjem času tudi zemeljski plin - stisnjen na cca

300 bar (CNG) in utekočinjeni UZP (LNG). Vedno večja je poraba alternativnih biogoriv kot biodiesli, biobencini, bioetanol, predvsem zaradi zniževanja porabe fosilnih goriv.

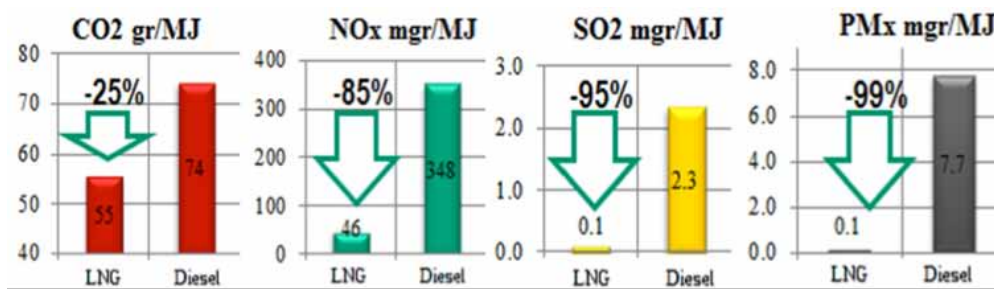
Pri izgorevanju vseh goriv pride do emisij ogljikovega dioksida CO₂, dušikovih oksidov NO_x, žveplovih oksidov SO₂ in trdnih delcev PM_x. Seveda pa so količine posameznih emitentov odvisne od kemijske sestave goriv.

Tvorba dušikovih oksidov NO_x je odvisna od kemijske sestave goriva in temperature okolja v času kemijske reakcije, saj se zelo velik delež NO_x tvori zaradi reakcije med dušikom in kisikom iz zraka. Zato so goriva z velikim razmerjem med C in H₂ zelo ugodna, to pa so plini, predvsem metan, ki je osnovna sestavina zemeljskega plina ZP.

Od emitentov iz prometa tako najlažje kontroliramo emisije zaradi notranjega izgorevanja goriv v motorjih, seveda z izbiro goriva.

Uporaba čistega UZP kot goriva (v motorjih na vžig s svečko, ang. SI engines) je okoljsko preferenčna zaradi naslednjih razlogov:

- zgorevanje plinske faze UZP izpušča najnižje emisije CO₂, ker UZP vsebuje najvišjo vrednost metana (C:H₂), ki ima najvišje razmerje C:H₂ primerljivo s katerimi koli drugimi ogljikovodiki, ta pogoj zahteva, da se dobavlja višjo specifično količino zgorevalnega kisika, ki določa višjo specifično količino vode v izpušnih plinih.
- prisotnost večje količine vode ima učinek na zmanjšanje emisij NO_x zaradi vpliva na temperature zgorevanja.



Na sliki je prikazano zmanjšanje neželenih emisij v zrak iz motorjev na prisilni vžig, ki uporabljajo LNG in v primerjavi s standardnimi dizelskimi motorji. (vir: Gasfin Investment SA)

V primerjavi z dieslom ima UZP podobno kot LPG, v izpušnih plinih za 25% manj CO₂, 95% manj SO₂, 85% manj NO_x in praktično nič trdnih delcev. Motorji, ki uporabljajo UZP kot pogonsko gorivo, že danes izpolnjujejo najvišje okoljske standarde EURO 6.

Slovenija ima že danes zaradi težkega tovornega tranzita velike težave s škodljivimi emisijami v zrak, ki že presegajo emisije iz termoenergetskih objektov in UZP je trenutno edina realna in danes poznana pot za zmanjšanje teh emisij.

ALTERNATIVNA GORIVA V PROMETU

Evropska unija se trenutno sooča z globalnim energetskim prestrukturiranjem, in tudi sama je del tega prestrukturiranja. Pri tem procesu države EU niso samo neme opazovalke, ampak so tudi aktivne tvorke te globalne energetske preнове. Tudi v Sloveniji se temu trendu ne bomo izognili. Na vseh področjih industrije, prometa in energetike prihaja do menjave primarnih energetskih virov. Ob pomoči izdatnega subvencioniranja se po eni strani v čedalje večji meri uveljavljajo različne oblike trajnostnih energetskih virov (sonce, veter, geotermika...), na drugi strani pa hkrati pridobivajo na veljavi energenti s čim manjšim negativnim vplivom na okolje.

V Evropi deluje združenje proizvajalcev avtomobilov, tako osebnih kot tovornih vozil in avtobusov (IVECO, MERCEDES BENZ, SCANIA, RENAULT, VOLVO, MAN, VW, ...), dobavitelji in distributerji zemeljskega plina (Eni, Gazprom, Gasnatural, Linde group,...) pod imenom NGVA Europe, za trajnostno mobilnost z uporabo biogoriv in zemeljskega plina in drugih plinov v vozilih. Asociacija deluje v 40 državah in šteje preko 150 članic.

Namen asociacije je trajno uporabljati najčistejša fosilna in biogoriva v vozilih tako v cestnem prometu, železniškem prometu, letalstvu in v pomorskem prometu.

Trenutno zrele pogonske tehnologije, ki temeljijo na uporabi zemeljskega plina za tovorna vozila in prehajajo v komercialno rabo, so razvite okoli klasičnih motorjev z notranjim izgorevanjem.

Za težki cestni transport je trenutno že jasno, da bo najprimernejša oblika shranjevanja goriva v rezervoarjih za UZP. Vsi največji proizvajalci tovornih vozil in avtobusov kot so IVECO, MERCEDES BENZ, SCANIA, RENAULT, VOLVO, MAN in drugi, razvijajo ali pa so celo že dali na trg vozila, ki uporabljajo katero od obstoječih tehnologij na osnovi UZP. Vsi, praktično brez izjeme, svoja nova vozila opremljajo z UZP rezervoarji.

Evropska unija si je zaradi politik zmanjševanja negativnih vplivov na okolje na področju cestnega prometa postavila za cilj vzpostavitev infrastrukture za UZP, s čimer bi ta postal resnična alternativa za prevoz na srednje in dolge razdalje v EU. Najprej kot dopolnilno gorivo, kasneje pa kot ustrezno nadomestitveno gorivo za dizel.

V maju 2014 je bil v Bruslju sprejet Evropski projekt »LNG Blue Corridors«. Ta se financira iz programa »Sedmi okvirni program (FP7)« v višini 7,96 milijona EUR (skupna vrednost naložbe je v višini 14,33 milijona EUR) in vključuje 27 partnerjev iz 11 držav.

Ta projekt opredeljuje načrt postavitve postajališč za polnjene UZP na vseh štirih koridorjih, ki pokrivajo območje Atlantika, Sredozemlja ter povezujejo jug Evrope s severom ter zahod z vzhodom. Uvedba trajnostnega prometnega omrežja v Evropi ima za cilj izgraditi približno 14 novih UZP postaj, tako stalnih kot tudi mobilnih, in sicer na vseh kritičnih mestih vzdolž smeri »LNG Blue Corridors« poti, ter hkrati vzpostaviti floto približno 100 težkih vozil s pogonom na UZP. Projekt je v svoji zaključni fazi, z vidnimi rezultati. Slovenija je v začetku imela predstavnika v tej skupini (ENOS iz Jesenic), vendar so kasneje od projekta odstopili.

Na nivoju nadnacionalnega regulatornega prostora, ki ima neposreden vpliv tudi na slovensko zakonodajo, obstajata dva mednarodna akta, ki eksplicitno predvidevata uporabo UZP v prometu. Oba sta motivirana z namenom zmanjševanja škodljivega vpliva na okolje.

Z vidika uvajanja alternativnih goriv v evropsko TEN-T omrežje (cestni, plovni, železniški in letalski promet) je pomembna Direktiva parlamenta EU 2014/94 EU z dne 22. oktobra 2014 o vzpostavitvi infrastrukture za alternativna goriva (ang. »Directive for Alternative Fuels Infrastructure - DAFI), ki Vladi Republike Slovenije (kot vladam vseh ostalih članic EU) eksplicitno nalaga, da mora pripraviti precej natančen program nacionalne politike (ang. National Policy Framework - NPF) v zvezi z uporabo alternativnih goriv in njene infrastrukture. Po naši oceni, izdelani na podlagi preučitve obstoječih dokumentov in razgovorov s pristojnimi sogovorniki na ministrstvih, je ravno na področju UZP za pripravo tega dokumenta veliko neznank, morda še največ med vsemi ostalimi energenti navedenimi v tej skupini, in predvidevamo, da bodo predlagane rešitve v zvezi z UZP dobro sprejete.

Prav tako kot za težki cestni tovorni promet, so razviti tudi motorji za uporabo UZP v ladijskem prometu. Tehnične osnove in rešitve so podobne kot za motorje cestnih vozil, le da so prilagojene specifikam ladijskih motorjev. Največji proizvajalci ladijskih motorjev, denimo Rolls-Royce, Mitsubishi, MAN in Wärtsilä že imajo delujoče reference, in znane so tudi prve analize, ki kažejo na primernost uporabe UZP v ladijskem prometu. Kot pomanjkljivost se trenutno izkazuje pomanjkanje infrastrukture za »LNG bunkering«. Ta tema je pomembna tudi za U-SZP postajo v Kopru, ker je možno izvesti določene sinergije z bodočimi potrebami v Luki Koper.

DIREKTIVA SVETA IN PARLAMENTA EU 2014/94/EU

Direktiva parlamenta EU 2014/94 EU z dne 22. oktobra 2014 o vzpostavitvi infrastrukture za alternativna goriva je izredno pomembna za razvoj uporabe alternativnih goriv v prometu, saj uvaja med dovoljena goriva v prometu zemeljski plin v obeh oblikah, kot stisnjen zemeljski plin (SZP) in kot utekočinjen zemeljski plin UZP), ter vodik in

elektriko. Osnovni namen Direktive je zagotoviti dovolj polnilnih mest za oskrbo vozil z alternativnimi gorivi, saj brez polnilnih mest in možnostjo ustrezne oskrbe z gorivom ni možno pričakovati povečanje števila vozil, ki izključno ali alternativno uporabljajo ekološko čistejša in tudi cenovno ugodnejša goriva

Direktiva se nanaša na uporabo alternativnih goriv pri transportu in zahteva, da:

- (41) Države članice bi morale s pomočjo svoje nacionalne politike zagotoviti, da je pri ustreznem številu postajališč za gorivo, ki so že dostopna javnosti, transportnim vozilom omogočeno točiti tudi SZP ali stisnjeni bio-metan, ter tako zagotoviti, da lahko motorna vozila na SZP vozijo v mestnih/primestnih strnjenih naseljih in drugih gosto naseljenih območjih, kot tudi v celotni Uniji, vsaj vzdolž obstoječega osrednjega TEN-T jedrnega omrežja. Pri določanju omrežij za dobavo SZP motornim vozilom, bi morale države članice zagotoviti, da so postajališča za točenje goriva postavljena na enostavno dostopnih točkah, z upoštevanjem minimalnega dosega, ki velja za motorna vozila na SZP. Kot indikacijo je potrebno upoštevati, da naj bi bila povprečna razdalja med postajališči za polnjenje goriva približno 150 km.
- (42) ... Jedrno omrežje s točenjem goriva za UZP v morskih in rečnih pristaniščih morajo biti na voljo vsaj do konca leta 2025 in 2030, po tem zaporedju. Polnilne točke za UZP vključujejo, med drugim, terminale za UZP, cisterne, premične rezervoarje, bunker plovila in barže. ...
- (46) Države članice bi morale zagotoviti, da so postajališča za točenje goriva javnosti dostopna in postavljena vsaj znotraj obstoječega TEN-T jedrnega omrežja, v primernih razdaljah ob upoštevanju najmanjšega dosega težkih vozil s pogonom na UZP. Kot indikacijo je potrebno upoštevati, da naj bi bila povprečna razdalja med postajališči za polnjenje goriva približno 400 km.
- (48) Ustrezno število javno dostopnih točk s postajališči za polnjenje UZP in SZP, je potrebno vzpostaviti do 31. decembra 2025, vsaj vzdolž jedrnega omrežja TEN-T, ki bo obstajal do omenjenega datuma. ...

Vlada Republike Slovenije (kot vse ostale članice EU) mora pripraviti precej natančen program nacionalne politike (ang. National Policy Framework - NPF) v zvezi z uporabo alternativnih goriv in njene infrastrukture (ang. Deployment of Alternative Fuels Infrastructures - DAFI), direktive, ki jo morajo odobriti parlamenti, program pa mora biti sporočen EU Komisiji do 18. novembra 2016 skladno z Direktivo DAFI 2014/94/EU (člen 3, odstavek 7, strani 11): LNG in CNG infrastrukturno strategijo je treba razporediti vsaj na vsakih 400 km po TEN-T jedrnem koridorju in v pristanišču, v členu 6, stran 13. je načelo: z železnicami in vodnimi potmi je treba razbremeniti avtoceste, in LNG je edina alternativna rešitev za zmanjšanje ogljika v težkem transportu.

V okviru Ministrstva za infrastrukturo je formirana medresorska delovna skupina za pripravo Strategije na področju alternativnih goriv.

Naloge medresorske delovne skupine so pripraviti Strategijo z ustreznimi ukrepi:

- na področju spodbujanja uporabe vozil na alternativna goriva in
- na področju vzpostavitve infrastrukture za uporabo vozil na alternativna goriva

ob upoštevanju Direktive 2014/94/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 22. oktobra 2014 o vzpostavitvi infrastrukture za alternativna goriva. Rok za pripravo strategije je 18. november 2016 oziroma do konca leta 2016 – po sklepu Vlade RS.

Namen in cilji direktive:

- zmanjšati odvisnost EU od fosilnih goriv
- zmanjšati negativne vplive na okolje
- države članice morajo do 18. novembra 2016 sprejeti »nacionalni okvir politike za razvoj trga v zvezi z alternativnimi gorivi v prometnem sektorju ter za vzpostavitev ustrezne infrastrukture«
- za RS je predlagano, da je to: "Strategija na področju razvoja trga za vzpostavitev ustrezne infrastrukture v zvezi z alternativnimi gorivi v prometnem sektorju" (Strategija)

Strategija mora vsebovati:

- oceno trenutnega stanja in prihodnjega razvoja trga v zvezi z alternativnimi gorivi v prometnem sektorju, tudi v zvezi z možnostjo njihove hkratne in kombinirane uporabe, ter vzpostavljanja ustrezne infrastrukture za goriva, pri čemer se, kadar je ustrezno, upošteva tudi čezmejna neprekinjena pokritost
- alternativna goriva po tej strategiji so: električna energija, utekočinjen in stisnjen zemeljski plin ter vodik
- nacionalne cilje na področju uporabe električne energije v prometu:
 - do leta 2020:
 - zagotoviti ustrezno število javno dostopnih polnilnih mest in
 - določiti ukrepe za spodbujanje in lajšanje vzpostavljanja polnilnih mest, ki niso javno dostopna za osebna vozila
 - do leta 2025:
 - zagotoviti možnost napajanja ladij v pristaniščih z električno energijo s kopnega
 - zagotoviti ustrezne količine električne energije.
- nacionalne cilje na področju uporabe utekočinjenega zemeljskega plina (UZP) v prometu:

- do leta 2025:
 - zagotoviti ustrezno število oskrbovalnih mest v pristaniščih za oskrbovanje ladij u UZP,
 - zagotoviti ustrezno število oskrbovalnih mest za UZP, vsaj na jedrnem TEN-T omrežju, za težka tovorna vozila,
 - zagotoviti ustrezen distribucijski sistem za UZP.
- nacionalne cilje na področju uporabe stisnjenega zemeljskega plina (SZP) v prometu:
 - do leta 2020:
 - zagotoviti ustrezno število javno dostopnih oskrbovalnih mest za SZP za motorna vozila v mestnih in primestnih območjih,
 - do leta 2025:
 - vsaj v obstoječem jedrnem omrežju TEN-T zagotoviti ustrezno število javno dostopnih oskrbovalnih mest za SZP
- nacionalne cilje na področju uporabe vodika v prometu:
 - do leta 2025:
 - zagotoviti ustrezno število javno dostopnih oskrbovalnih mest za vodik, če se država članica odloči za vključitev vodika v svojo Strategijo
- ukrepe, ki so potrebni za uresničitev nacionalnih ciljev, določenih v nacionalnem okviru politike;
- ukrepe, ki lahko spodbudijo vzpostavitev infrastrukture za alternativna goriva pri storitvah javnega prevoza;
- določitev mestnih/primestnih naselij, drugih gosto poseljenih območij in omrežij, ki bodo v skladu s tržnimi potrebami opremljena z javno dostopnimi polnilnimi za električna vozila;
- določitev mestnih/primestnih naselij, drugih gosto poseljenih območij in omrežij, ki bodo v skladu s tržnimi potrebami opremljena z oskrbovalnimi mesti za SZP;
- oceno potrebe po postavitvi oskrbovalnih mest za UZP v pristaniščih zunaj jedrnega omrežja TEN-T;
- preverjanje potrebe po vzpostavitvi dobave električne energije za mirujoča letala na letališčih;
- nabor ukrepov s katerimi bo DČ spodbujala:
 - uporabo vozil na alternativna goriva in
 - vzpostavitev infrastrukture za alternativna goriva

Medresorska komisija ima v tem trenutku izdelan možen nabor ukrepov, ki pa še ni popoln, oziroma še nima vseh odgovorov.

Na področju spodbujanja uporabe vozil na alternativna goriva:

- davčne olajšave pri nakupu vozil,
- finančne spodbude pri nakupu vozil (dostavna vozila, komunalna vozila, osebni avtomobili, motorji, kolesa...),
- subvencioniranje, zastoj parkirišča, oprostitev plačila takse za vstop v center mesta,
- omogočanje vožnje po rumenih pasovih v mestih, vsaj v začetnih letih uvajanja e-mobilnosti,
- oprostitev plačevanja eksternih stroškov,
- nabava vozil na alternativna goriva v javni upravi (za kurirsko službo, službene poti, za osebno uporabo funkcionarjev...),
- morebitne olajšave za taksi vozila v primeru nabave vozil na alternativna goriva,
- določitev posebnih pogojev v razpisih za podelitev koncesij za vozila, s katerimi se izvaja GJS javnega potniškega prometa in taksi vozila,
- določitev posebnih pogojev za vozila, s katerimi se izvajajo prevozi otrok.

Na področju vzpostavitve infrastrukture za alternativna goriva:

- finančne spodbude – subvencije za vzpostavitev javnih oskrbovalnih (UZP, SZP) in polnilnih postaj (elektrika),
- finančne spodbude – subvencije za nabavo zasebnih polnilnih postaj (elektrika),
- zagotovitev polnilnih postaj v javni upravi,
- zagotovitev ustreznih količin SZP, UZP, vodika in električne energije glede na razvoj trga teh vozil,
- zagotovitev zadostnega števila oskrbovalnih oz. polnilnih postaj glede na razvoj trga teh vozil,

Nekateri cilji, ki so povezani z zemeljskim plinom in ki bi jih bilo po mnenju medresorske skupine potrebno doseči:

- Električna energija v prometu:
 - zagotoviti infrastrukturo v koprskem pristanišču, da se bodo lahko ladje napajale z električno energijo s kopnega
 - zagotoviti dovolj električne energije v Sloveniji za vozila in ladje v koprskem pristanišču

- Utekočinjen zemeljski plin v prometu:
 - zagotoviti dovolj polnilnih mest na TEN-T omrežju za težka tovorna vozila do leta 2025
 - slediti osnovni predlog Komisije – najmanj na vsakih 400 km (za Slovenijo teoretično dovolj ena)
 - zagotoviti možnost polnjenja ladij v koprskem pristanišču z UZP
 - zagotoviti ustrezne količine UZP
- Stisnjen zemeljski plin v prometu:
 - do leta 2020 zagotoviti zadostno število oskrbovalnih postaj v urbanih naseljih (najmanj 1), ki imajo težave s preseganjem oz. kritično mejo PM delcev (Ljubljana, Novo mesto, Celje, Maribor, Kranj, ...)
 - do leta 2025 tudi na TEN-T omrežju – npr. po osnovnem predlogu Komisije na vsakih 150 km (v SI teoretično dovolj 4 – 5);
 - kako spodbujati uporabo teh vozil – če sploh??
 - zagotoviti ustrezne količine SZP

Strategija razvoja prometa v RS, ki je bila sprejeta konec julija 2015, (vključno z okoljskim poročilom za CPVO) v ukrepih na področju cest, letalstva in pomorstva zajema tudi alternativna goriva. Pri nadaljnjem delu je potrebno upoštevati tudi Strategijo razvoja prometa, vključno z OP za CPVO in njenimi priporočili.

OCENA POSEGOV V OSNOVNO ZAKONODAJO – ENERGETSKI ZAKON IN ZAKON O VARSTVU OKOLJA

Oba temeljna zakona, ki obravnavata energetiko in okoljske zahteve Energetski zakon in Zakon o varstvu okolja na podoben način urejata odnose na nivoju države in na nivoju lokalnih skupnosti.

Oba zakona sta tudi krovna zakona, ki urejata in v bistvu dopuščata med drugim uporabo energentov, tudi v prometu.

Zakon o varstvu okolja v svojem 35. čl. govori o Nacionalnem programu varstva okolja, v katerem so povzete med drugim vse zahteve mednarodnih pogodb, splošnih standardov in predpisov EU za oblikovanje politike do varstva okolja. Iz Nacionalnega programa varstva okolja izhajajo tudi obveze države do mednarodne skupnosti predvsem na področju programov zniževanja emisij toplogrednih plinov.

Zato je potrebno za uveljavitev pospešenega zamenjevanja diesel goriv kot fosilnih goriv v prometu vključiti, kot sicer tudi fosilno gorivo, za uporabo v prometu zemelj-

ski plin v obeh oblikah, stisnjeni zemeljski plin (SZP) kot utekočinjeni zemeljski plin (UZP), s programom vzpostavitve infrastrukture napajalnih točk za uporabnike kar obravnava Direktiva 2014/94/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 22. Oktobra 2014 o razvoju infrastrukture za alternativna goriva v prometu. Namen in cilj direktive je izgradnja polnilnih točk za alternativna goriva (elektrika, tekoči zemeljski plin, stisnjeni zemeljski plin, vodik) v EU z določitvijo standardov za njihovo izgradnjo in uporabo. V teh krovnih okoljskih dokumentih je potrebno predvsem opredeliti uporabo zemeljskega plina v prometu kot pomembno alternativo diesel gorivu, predvsem v tovornem in linijskem cestnem prometu, kar je potrebno vključiti skladno s 36. čl. ZVO – 1 v državni Operativni plan varstva okolja. Za implementacijo Operativnega programa varstva okolja pri zniževanju emisij toplogrednih plinov, dušikovih oksidov in predvsem prašnih delcev MP 10 in 2,5 je potrebno zagotoviti vključevanje porabe zemeljskega plina, elektrike in vodika v prometu v programe varstva okolja občin skladno s 38. čl. ZVO – 1.

V 140. Čl. ZVO – 1 kjer so obravnavani projekti za zmanjšanje obremenjevanja okolja, bi bilo smiselno vključiti naložbe v prometno infrastrukturo za uporabo alternativnih goriv zemeljskega plina (SZP, UZP), elektrike in vodika.

Na podlagi 19. čl. ZVO – 1 mora vlada izdati uredbo o trajnostnih merilih za navedena alternativna goriva (stisnjen in utekočinjen zemeljski plin, elektriko in vodik) in njihov vpliv na emisijo toplogrednih plinov pri uporabi v prometu.

Energetski zakon je potrebno dopolniti z zahtevami Direktive 2014/94/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 22. Oktobra 2014 o razvoju infrastrukture za alternativna goriva v prometu, ter v njegovo VI. Poglavje Obnovljivi viri energije v prometu vključiti dodatna alternativna goriva iz Direktive 2014/94/EU.

Potrebno je dopolniti Uredbo o obnovljivih virih energije v prometu z dodatnimi viri (elektrika, SZP; UZP in vodikom). Z uvajanjem zemeljskega plina v promet v obeh oblikah (SZP in UZP) bo seveda bistveno lažje doseči zahtevane deleže alternativnih virov v okviru prodaje goriv skladno s 5. čl. Uredbe, saj je delež prodaje diesel goriv v Sloveniji več kot 90% prodaje vseh goriv. V naših izračunih pa je jasno, da je potrebe sorazmerno majhen delež diesel goriv zamenjati z zemeljskim plinom, da dosežemo potrebne učinke iz 5. čl. Uredbe. V Uredbi je potrebno dopolniti 6. čl. z dodatno vključitvijo stisnjenega in utekočinjenega zemeljskega plina.

Skladno s III. Poglavjem EZ Energetska politika, se ukrepi za doseganje energetskih in okoljskih ciljev zakona se določijo v dokumentih dolgoročnega načrtovanja: v energetskem konceptu Slovenije, v državnem razvojnem energetskem načrtu ter v operativnih in akcijskih načrtih za posamezna področja oskrbe in ravnanja z energijo. Ukrepi morajo zajemati regulativno urejanje oskrbe z energijo, sklepanje in izvajanje mednarodnih pogodb s področja energije, izvajanje investicij in spodbujanje investicij na področju energije ter druge aktivnosti. V dokumente iz tega poglavja (EKS, ki še ni sprejet) je potrebno vključiti cilje in programe izvedbe direktive Direktive 2014/94/EU.

Cilje iz Direktive 2014/94/EU je nujno vključiti v državni razvojni energetska načrt (DREN), ki je temeljni dokument za naložbe v energetska infrastrukturo v splošnem gospodarskem interesu države saj omenjena Direktiva govori o razvoju infrastrukture za izgradnjo preskrbovalnih točk za alternativna goriva (zemeljski plin, elektrika, vodik).

Skladno s strukturo EZ se cilji in namen Direktive prenese tudi v lokalne energetske koncepte (LEK), ki bodo osnova za odločanje in umeščanje v prostor objektov za preskrbo s temi alternativnimi gorivi na realnem lokalnem okolju.

Po mojem mnenju je dovolj, da na zakonodajnem področju uskladimo oba glavna zakona, ki urejata oz. dopuščata uporabo predvsem zemeljskega plina v prometu. Po sedanjih EU zakonodaji širjenje uporabe fosilnih goriv ni skladno s podnebnimi ukrepi.

Direktiva 2014/95/EU je v tem pogledu revolucionarna in predlaga realno alternativo za znižanje emisij toplogrednih plinov, saj razni biodiesli, biobencini, bioetanol in podobni izdelki... niso trajnostna rešitev, so bolj politična izmišljotina. Zemeljski plin je sigurno realna alternativa do odkritja in razvoja tehnik uporabe drugih brezogljčnih goriv ali spremembe vozil.

OKOLJSKE MERITVE – KDAJ JIM LAHKO ZAUPAMO

ENVIROMENTAL MEASUREMENTS - HOW WE CAN TRUST THEM

» Jaroslav ŠKANTAR
Nina MIKLAVČIČ
Andrej ŠUŠTERŠIČ

Elektroinštitut Milan Vidmar
Hajdrihova ulica 2, 1000 Ljubljana

Povzetek

Razvoj tehnike nam omogoča spremljanje okoljskih parametrov v realnem času. Tem podatkom lahko zaupamo le, če v vsakem trenutku izkazujejo skladnost z zakonskimi cilji kakovosti podatkov. Ocenjena mora biti merilna negotovost meritev, v vsakem časovnem obdobju mora biti na razpolago dovolj rezultatov, da lahko verodostojno ocenimo stanje okolja. Obvladovanje merilnega sistema in doseganje zahtevane merilne negotovosti omogočajo štiri nivoji zagotavljanja kakovosti meritev.

Ključne besede: zagotavljanje kakovosti meritev, merilna negotovost

Abstract

Achieved state of the measuring techniques allows us to monitor environmental parameters in real time. The data are reliable and can be trusted if they are at every moment in compliance with required regulatory data quality standards. The measurement uncertainty must be evaluated and for the assessment of the quality of the environment enough credible data must be available at any time. Control of the measuring system and achieving an appropriate level of the measurement uncertainty provide the implementation of four levels of the measuring quality assurance procedures that are discussed in the article.

Key words: quality assurance of measurements, measurement uncertainty

UVOD

Tudi na področju meritev stanja okolja se tehnika s pomočjo sodobnih komunikacijskih rešitev vedno hitreje razvija. Rezultati so takoj na voljo in do njih imamo dostop praktično od koderkoli. Vseeno pa se moramo vprašati, koliko lahko zaupamo podatku, ki nam ga ponuja na primer aplikacija na pametnem telefonu.

MERILNI REZULTAT

Merjenje je skupek dejavnosti, s katerimi opravimo meritev lastnosti nečesa. Meritev pove, kako dolg je naš merjenec, kako težak je ali kako je vroč.

Rezultat merjenja je število - izmerjena vrednost.

Kakovostni merilnega rezultata oblikujejo štirje parametri: točnost oz. merilna negotovost, zanesljivost, razpoložljivost in oblika.

MERILNA NEGOTOVOST

Merilna negotovost je kvantitativno merilo, ki pove, kako močno dvomimo v izmerjeni rezultat. Izrazi dvom v merilni rezultat in je odraz pomanjkljivega poznavanja merilne veličine. Njena uradna definicija je: merilna negotovost je parameter povezan z merilnim rezultatom in označuje raztros vrednosti, ki jih je upravičeno pripisati merilni veličini [1].

Na določitev merilne negotovosti vpliva več vplivnih veličin. Glede na izvor negotovosti lahko negotovost razdelimo na tip A in tip B. Prispevek tipa A se ocenjuje na podlagi statistične metode za obdelavo podatkov, pridobljenih s neodvisnim ponavljanjem meritev. Matematični pristop po GUM-u[i] je sledeč:

Vhodna količina X_i , katera vrednost je ocenjena iz n neodvisnih merjenj, pod enakimi pogoji merjenja se izračuna po enačbi

$$x_i = \bar{X}_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n X_{i,k}.$$

Standardna negotovost pa je ocenjen standardni odklon od povprečja

$$u(x_i) = s(\bar{X}_i) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{k=1}^n (X_{i,k} - \bar{X}_i)^2}.$$

Negotovost tipa B je določena s pomočjo podatkov proizvajalca merilnega instrumenta, kalibracijskih certifikatov in s pomočjo izkušenj prejšnjih merjenj.

Prispevke k merilni negotovosti oziroma pogreške lahko prikažemo na naslednji način:

Merilni instrument	<ul style="list-style-type: none"> • Umerjanje • Ponovljivost • Natančnost • Stabilnost • Šum • Programska oprema • Vzdrževanje • ... 	Pogoji okolja	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Tlak • Vibracije • Vlažnost • Hitrost vetra • Sevanje • Vsebnost prašnih delcev • ... 	Postopek	<ul style="list-style-type: none"> • Izbira merilne metode • Izbira merilnega in štrumenta • Število ponovitev • Frekvenca zajema podatkov • Analiza izmerjenih vrednosti • Filtriranje rezultatov • ...
	<ul style="list-style-type: none"> • Stabilnost • Temperatura • Dimenzija • Oblika • Material • Površina • ... 		<ul style="list-style-type: none"> • Izkušnje • Natančnost • Doslednost • Znanje • Občutek • ... 		<ul style="list-style-type: none"> • Frekvenca vzorčenja • Čas vzorčenja • Postopek vzorčenja • Vsebnost prašnih delcev • Odčitavanje merilnih rezultatov • Priprava vzorca • ...
Merjenec	<ul style="list-style-type: none"> • Stabilnost • Temperatura • Dimenzija • Oblika • Material • Površina • ... 	Izvajalec	<ul style="list-style-type: none"> • Izkušnje • Natančnost • Doslednost • Znanje • Občutek • ... 	Vzorčenje	<ul style="list-style-type: none"> • Frekvenca vzorčenja • Čas vzorčenja • Postopek vzorčenja • Vsebnost prašnih delcev • Odčitavanje merilnih rezultatov • Priprava vzorca • ...
	<ul style="list-style-type: none"> • Stabilnost • Temperatura • Dimenzija • Oblika • Material • Površina • ... 		<ul style="list-style-type: none"> • Izkušnje • Natančnost • Doslednost • Znanje • Občutek • ... 		<ul style="list-style-type: none"> • Frekvenca vzorčenja • Čas vzorčenja • Postopek vzorčenja • Vsebnost prašnih delcev • Odčitavanje merilnih rezultatov • Priprava vzorca • ...

Pogreške lahko delimo tudi na grobe, sistematične in naključne. Grobim pogreškom se običajno lahko izognemo in jim merilni rezultat ne vsebuje. Ravno tako lahko s pomočjo korekcije iz rezultata izključimo določljive sistematične pogreške. Nedoločljivim sistematičnim pogreškom ter naključnem pogreškom se ne moremo izogniti, zato moramo podati njihovo oceno kot merilno negotovost ob merilnem rezultatu.

Matematični pristop za izračun merilne negotovosti po GUM-u[i] je sledeč:

Skupek vseh prispevkov merilne negotovosti y se izrazi s matematično funkcijo

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n),$$

kjer x_i predstavljajo vse količine, ki prispevajo k negotovosti merilnega rezultata. Skupna standardna negotovost rezultata meritve y , $u_c^2(y)$ je pozitivni kvadratni koren ocenjene variance $u_c^2(y)$ izračunane iz

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i) + 2 \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \frac{\partial f}{\partial x_i} \frac{\partial f}{\partial x_j} u(x_i, x_j).$$

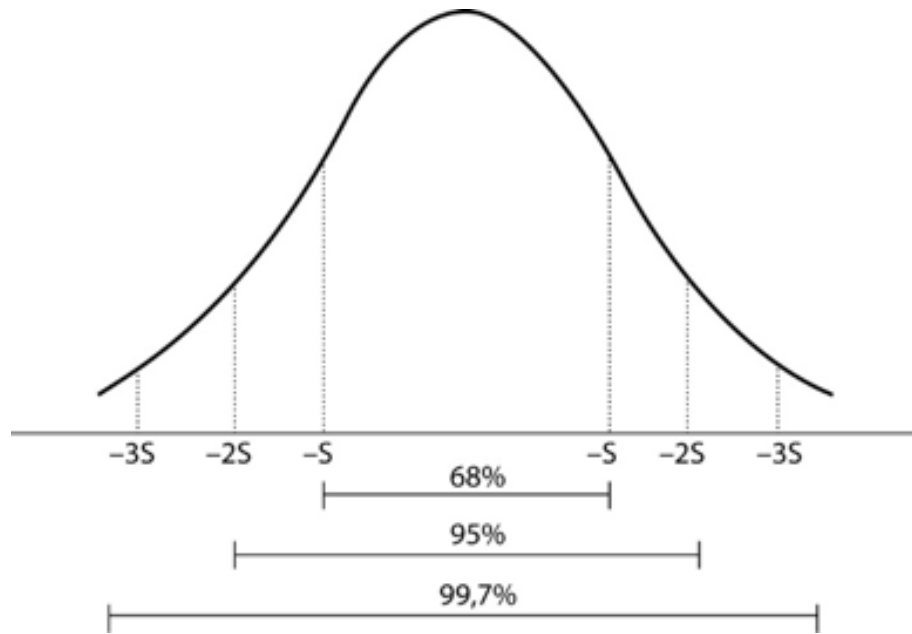
Parcialne odvode $\frac{\partial f}{\partial x_i}$ imenujemo občutljivosti koeficient vplivne količine in pove, kako močno je merjena količina odvisna od posameznih vplivnih veličin. Pri vseh enačbah je predpostavljeno, da so prispevki k merilni negotovosti med seboj ne korelirani.

Pri podajanju razširjene merilne negotovosti je potrebno skupno standardno negotovost $u(y)$ pomnožiti s faktorjem širitve

$$U = ku_c(y),$$

ki ga izberemo v odvisnosti od zahtevane ravni zaupanja in je običajno v območju med 2 in 3. Pri poročanju o rezultatih meritve je tako potrebno poleg standardne ali razširjene merilne negotovosti U navesti še raven zaupanja.

Slika 1: **Raven zaupanja $\pm S \approx 68\%$, $\pm 2S \approx 95\%$, $\pm 3S \approx 99,7\%$ [ii]**



NADZOR SKLADNOSTI DELOVANJA SISTEMOV ZA OKOLJSKE MERITVE

Sodobni merilni sistemi nam omogočajo kakovostne meritve okoljskih parametrov v realnem času. Nič več ni potrebno čakati nekaj mesecev na rezultate laboratorijskih analiz. Prav tako se je zmanjšal čas vzorčenja. Namesto dnevnih povprečij lahko spremljamo trenutne vrednosti meritev.

Vendar pa ti merilni sistemi, zaradi načina delovanja jim lahko rečemo tudi avtomatski merilni sistemi, še zdaleč niso popolni in popolnoma točni ter natančni. Na področju meritev emisij snovi v zrak in kakovosti zunanjega zraka Evropska zakonodaja predpisuje nivo kakovosti podatkov. Vključena sta merilna negotovost in razpoložljivost merilnih rezultatov.

Za doseganje predpisane merilne negotovosti in skladnosti delovanja merilnega inštrumenta je potrebna redna skrb za merilni sistem in pravilna usposobljenost osebja. Pri okoljskih meritvah lahko nadzor skladnosti meritev razdelimo v štiri nivoje.

Prvi nivo nam omogoči izbiro primerne merilne in informacijske opreme. Uveden sistem certificiranja preveri delovanje posameznega tipa inštrumenta glede na zahteve zakonodaje in standardov. Certificiran merilnik zagotavlja zanesljiv vir podatkov in v osnovi dosega skladnosti s predpisi. Vendar pa samo nakup certificiranega merilnika ni dovolj. Zagotoviti je potrebno tudi sprotno ugotavljanje skladnosti in pravilno vzdrževanje merilne opreme, kar zagotavljajo naslednji trije nivoji.

Drugi nivo zagotavlja in spremlja ustrezne pogoje okolja za pravilno delovanje merilne opreme, zajem podatkov, tvorjenje baze podatkov in njihovo varovanje.

Tretji nivo skladnosti predstavlja izvajanje kontrole nad pravilnim delovanjem sistema skladno z veljavno zakonodajo in vzdrževanje merilne opreme. Pri umerjanju merilne opreme je potrebno zagotavljati sledljivost na nacionalne oziroma mednarodne ravni.

Četrty nivo zagotavlja kvaliteto, ki nam omogoči nadzor nad podatki in lažjo analizo izmerjenih vrednosti. Večina nadzora podatkov poteka avtomatsko. Algoritmi in logične kontrole povzamejo parametre iz drugega in tretjega nivoja ter označijo veljavnost podatkov. Skupaj s tretjim nivojem tako poteka validacija izmerjenih vrednosti, ocena merilne negotovosti in nadzor nad odstopanjem od predpisanih mej.

Obvladovanje kakovosti na vseh štirih nivojih tako zagotavlja rezultate, katerih merilna negotovost ne presega predpisane, v realnem času, vse leto.

Ob merilnem rezultatu mora torej biti dostopno tudi dokazilo o pripadajoči merilni negotovosti in izpolnjevanju vseh štirih nivojev zagotavljanja kakovosti. Verodostojnost teh dokazil je najlažje doseči, če je izvajalec meritev – preskusni laboratorij, akreditiran po standardu SIST EN ISO/IEC 17025.

ZAKLJUČEK

Podatki avtomatskih meritev okoljskih parametrov v realnem času nam omogočajo boljšo oceno stanja okolja, lažjo identifikacijo virov onesnaževanja, možno je določiti trende onesnaževanja na dnevnem nivoju, še posebej pa so uporabni kot vhodni podatki za modelski izračun onesnaženja. Iz merilnega rezultata, podatka, ne razberemo, kakšne kakovosti je, saj je le »številka«. Tej številki lahko zaupamo le, če je rezultat meritev iz obvladovanega merilnega sistema, ki v vsakem trenutku izkazuje skladnost z zakonskimi cilji kakovosti podatkov. Obvladovanje merilnega

sistema je najlažje dokazljivo, če je vključen v akreditiran sistem kakovosti preskusnega laboratorija.

Viri in literatura (Endnotes)

1. GUM - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, ISO, 1993
2. Internetna stran: <http://www.biochemia-medica.com>

OKOLJSKI KRIMINAL V SLOVENIJI

ENVIRONMENTAL CRIME IN SLOVENIA

» Nada PAVŠER

Univerza v Novi Gorici
Znanost o okolju

nada.pavser@guest.arnes.si

Povzetek

O okoljskem kriminalu govorimo takrat, ko gre za posege v okolje, ki so v nasprotju s pravnim varstvom okolja. Posamezniki praviloma (namerno) kršijo okoljsko zakonodajo in pravila o varovanju okolja, zaradi udobja, dobička ali moči. Proučevanje okoljskega kriminala je najbolj razvito v Združenih državah Amerike, Avstraliji in Veliki Britaniji. V zadnjem času pa tudi v državah Evropske unije, vključno s Slovenijo, kjer se je intenzivno raziskovalno delo začelo šele po letu 2007. Vzporedno z razvojem bioloških, medicinskih in družboslovnih ved, ki gradijo nove smernice v znanosti, kot npr. antiaging program po eni strani, se na drugi strani še vedno širi nevaren vpliv človeka na okolje, vključno z okoljskim kriminalom. Kemizacija okolja in ravnanje z nevarnimi snovmi sta grobo posegla v naravo, izčrpavanje planeta in življenje ljudi. Zaradi rasti svetovnega prebivalstva in vse hitrejši rasti gospodarstva se tudi pritiski na okolje in naravne vire nevarno povečujejo. Človeška vrsta je postala nosilka globalnih sprememb v okolju, kjer poraba in pohlep naravnih virov naraščata, zdravje planetnega ekosistema in njegova biološka pestrost pa upadata.

Prav zaradi tega je potrebno zagotoviti tudi boljše znanje in usposabljanje policistov s področja okoljskega kriminala

Ključne besede: okoljski kriminal, okoljsko usposabljanje, proučevanje okoljskega kriminala, biološka pestrost, varstvo okolja, okoljska zakonodaja.

Abstract

When we talk about environmental crime we talk about intervention into environment which is opposite to juridical environment protection. Individuals, as a rule, (deliberately) break the law and rules concerning environment protection due to convenience, profit or personal strength. Study of environmental crime is most developed in United States, Australia and Great Britain. In recent times the same can be noticed in other countries, members of The European Union, including Slovenia, where intensive research started only after 2007.

Parallel with development of biological, medical and sociological science, which built new directions in science as i.e. antiaging program a dangerous human impact on environment, including environmental crime, is spreading. Chemical pollution in the environment and dangerous material handling roughly intervene in nature, exhausting the planet and human lives. Due to world-wide population growth and permanently faster economic growth, pressure on environment and natural resources are dangerously increasing. The human race became the main carrier of global changes in environment where natural resources consumption and greed is growing and planet's ecosystem health and biological diversity are declining.

That is why it is necessary to increase the knowledge and training of police officers too in the field of environmental crime.

Key words: environmental crime, environmental training, studying of environmental crime, biological diversity, protection of the environment, environmental legislation.

VARSTVO OKOLJA IN OKOLJSKI KRIMINAL

Skrb za ohranjanje narave in varstvo okolja postaja področje, ki se vedno bolj dotika vsakega posameznega človeka. Če bodo okoljevarstvene teme prisotne med ljudmi, se bo mogoče le krepilo prepričanje, da lahko vsak prispeva svoj del. Posebnost Slovenije so še vedno neokrnjena narava in bogati vodni viri ter velike gozdne površine. Prav tako je posebnost Slovenije njena umeščenost v srce Evrope z raznoliko pokrajino. To pa ni samo prednost, ampak tudi nevarnost za različne prehode organiziranega kriminala od zahoda proti vzhodu, in obratno. Podobno velja tudi za okoljski kriminal, predvsem nevarnost prevoza nevarnih odpadkov iz zahodne Evrope na vzhod, ter tihotapljenje živali in rastlin v nasprotni smeri, zadrževanje odpadkov na neprimernih lokacijah kraškega terena, možnost onesnaževanja podtalnice in pojavnost drugih oblik okoljskega kriminala. Izvorni okoljski kriminal se dogaja tudi v Sloveniji. Prva taka raziskava je pri nas potekala šele pred štirimi leti, ko so raziskovalci s Fakultete za varnostne vede (Eman et al 2013) ugotovili, da na območju Policijske Uprave Murska Sobota največji problem v zadnjih treh letih predstavljajo kazniva dejanja obremenje-

vanja in uničevanja okolja, še posebej onesnaževanje vode, mučenje živali in nezakonit lov, ter tudi odpadki. Policija ima pomembno vlogo pri obravnavanju in preiskovanju okoljskega kriminala. Od učinkovitosti in uspešnosti njihovega dela je odvisen ves nadaljnji kazenski postopek. Zaradi tega je pomembno za policijo širše poznavanje delovanja ekosistema, za boljše izvajanje okoljevarstvene zakonodaje in predpisov. Ker gre za specifično področje preiskovanja okoljskega kriminala, se jasno nakazuje potreba po širitvi dodatnega znanja s področja ekologije in drugih naravoslovnih ved ter družboslovnega koncepta povezovanja tega znanja v celoto, kot tudi sicer deluje ekosistem.

V tako povezanem sistemu krožijo snovi in se pretaka energija, zato se tudi dejanja okoljskega kriminala med posameznimi deli sistema prepletajo. Lahko ga gledamo kot kriminal najhujše vrste, ker gre za namerno ubijanje življenja. Glede na to, da policistom manjka celovitega poznavanja delovanja ekosistema, ker je bilo v programih formalnega izobraževanja premalo systemskega znanja je potrebno to z neformalnimi oblikami usposabljanja dograjevati

Posebnost okoljskega kriminala je v tem, da gre za relativno novo področje in posamezne nove oblike kriminala, ki se še vedno nenehno spreminjajo, kot se spreminja odnos do okolja. Ugotavljati je treba katera znanja in potrebe po usposabljanju slovenske policije glede na pojavne oblike okoljskega kriminala v Sloveniji. Le-ta so specifičen, tako zaradi storilcev kot tudi žrtev, kjer je žrtev najprej okolje, oz. narava in šele posledično človek. To zahteva celosten pristop pri preprečevanju, odkrivanju in preiskovanju okoljskega kriminala, vključno z doslednim sodelovanjem vseh pristojnih inštitucij, strokovnih in nadzornih organov, z natančno opredeljenimi pristojnostmi posameznega subjekta na področju varstva okolja. Ugotovili smo nujnost multidisciplinarnega proučevanja in raziskovanja okoljskega kriminala. Temu je sledila tudi zakonodaja, ki opredeljuje okoljski kriminal kot vsako trajno ali začasno odklonilno ravnanje ali opustitev dolžnega ravnanja v skladu z evropsko in nacionalno zakonodajo, ki povzroča škodo naravnim virom in ekosistemom. Kvalitativna analiza proučitve Poročil o delovanju policijskega arhiva, podanih kazenskih ovadb na podlagi 9. Odstavka 148.člena Zakon o kazenskem postopku (ZKP-NPB29), je bilo od leta 2004 do 2014 podanih kar 1838 kazenskih ovadb, preiskanih pa le 808. To kaže na pomanjkljivo pravno prakso, ki ima globlji razlog, kar je lahko predmet nadaljnjih raziskav na področju preiskovanja okoljskega kriminala. Velik vpliv na sam proces imajo določbe Evropske unije, ki uvažajo bolj urejeno pravno varstvo okolja na vseh ravneh, a imajo tudi negativne posledice. Zaradi prenasičenosti in razdrobljenosti okoljske zakonodaje na eni strani, ter brez spremljajočega učinkovitega uveljavljanja in izvajanja sankcij na drugi strani, prihaja v državah članicah do deregulacije sistema sankcioniranja. To nam dokazuje poročilo EU iz leta 2007.

Razvoj ekološke kriminologije kot znanstvene vede v Sloveniji se je sicer začel s Pečar (1981), ki je izhajal iz razvoja ekološke kriminologije v svetu. Le - ta se je začela v 60. letih prejšnjega stoletja. Kljub zapisanim predvidevanjem za prihodnost je zanimanje za ekološko kriminologijo zamrlo za več kot 20 let. Prav predlogom avtorice tega

članka o ustanovitvi projektne skupine za pripravo programa usposabljanja kriminalistov na področju odkrivanja okoljske kriminalitete leta (MNZ 1999), smo začeli sistematično ozaveščati o problemih okolja in pojavih okoljskega kriminala. (Pavšer 2004). Šele po letu 2007 lahko v slovenskem prostoru govorimo o ekološki kriminologiji kot znanstveni discipline, ki naj bi preučevala družbene pojave okoljskega kriminala, o razvoju okoljevarstvene zakonodaje in predpisov, ukrepov za zaščito okolja in družbenih odzivov na povzročene kršitve. Okoljski kriminal je specifičen, ker na področje kriminologije vnese multidisciplinarnost in vpliva na to, da kriminologija pogleda izza lastnih okvirjev, sodeluje z drugimi vedami ter se še naprej razvija in sproti objavlja svoje ugotovitve, obvešča javnost, izobražuje in ozavešča, ter tako prispeva k varstvu okolja (Eman and Meško 2011).

Čeprav nam kvalitativna analiza okoljskega kriminala za obdobje 2004 – 2014 kaže, da število obravnavanih dejanj okoljskega kriminala v Sloveniji ne narašča opazno, predstavlja glavni problem v številu kriminala predvsem razdrobljena zakonodaja in spreminjanje zakonodaje ter razširitev področja kaznivih dejanj. Ker želimo, da bi varstvo okolja in ohranjanje narave postala naša prednostna naloga na nacionalnem nivoju, smo si zadali poleg programa ekošol in programa Šole sobivanja ter Planetu prijazne šole, ki dopolnjujejo formalno izobraževanje (vrtci, osnovne in srednje šole ter fakultete), tudi ostala področja, ki lahko pomembno prispevajo k uresničitvi. Z kvalitativno analizo in evalvacijo 10 - letnega pregleda okoljskih kaznivih dejanj smo ugotavljali vrste kaznivih dejanj v korelaciji z usposabljanjem in ostalimi ključnimi dogodki, ki so vplivali na učinkovitost zaznavanja ovadb, in preiskovanje okoljskih kaznivih dejanj. V tem delu raziskave je bila posebna pozornost namenjena vrednotenju učinkovitosti usposabljanja za na področju odkrivanja okoljskega kriminala.

ANALIZA OKOLJSKIH KAZNIVIH DEJANJ V OBDOBJU 2003 – 2014

Iz policijskega arhiva je bila narejena vsebinsko analizo (kodiranje zapisov o kaznivih dejanjih) identificirali 12 okoljskih kaznivih dejanj:

V nadaljevanju podrobno predstavljamo okoljska kazniva dejanja, odkrita v obdobju 2003 do 2014.

Tabela 1: Števila odkritih okoljskih kaznivih dejanj v obdobju 2003 do 2014, razvrščena po povprečni pogostosti ()

Kazniva dejanja	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	\bar{x}
Nezakonit lov	78	68	66	66	60	59	79	86	63	64	105	75	72,417
Mučenje živali	28	29	36	33	23	29	42	41	60	59	59	48	40,583
Obremenjevanje in uničevanje okolja	24	16	12	12	9	14	60	23	33	21	19	16	21,583
Protipravno zavzetje nepremičnine	3	3	2	3	2	4	3	5	27	6	26	6	7,500
Protipravna pridobitev ali uporaba radioaktivnih ali drugih nevarnih snovi	1	6	10	14	9	29	5	2	2	0	0	0	6,500
Nezakonito ravnanje z zaščitnimi živalmi in rastlinami	0	0	0	0	0	1	4	9	6	3	13	3	3,250
Uničevanje gozdov	11	5	0	2	4	2	2	1	1	1	1	0	2,500
Onesnaženje pitne vode	3	4	3	0	4	4	3	0	2	0	1	1	2,083
Onesnaženje živil ali krme	1	2	0	0	0	0	1	1	0	1	1	2	,750
Nezakoniti ribolov	1	1	1	0	0	0	2	1	0	0	1	0	,583
Nevestna veterinarska pomoč	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	,250
Onesnaženje morja in voda s plovili	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	,083
Skupaj	150	134	130	130	112	142	201	169	196	156	226	151	158,083

povprečni pogostosti (\bar{x})

Med odkritimi kaznivimi dejanji je največ **nezakonitega lova** (= 72,4), pri tem močno izstopa leto 2013 s 105 primeri, v ostalih letih je bilo od 59 do 86 primerov, pri čemer je v zadnjih petih letih (od 2010 dalje) teh v povprečju več kot pred letom 2010.

Na drugem mestu je **mučenje živali** (= 40,6), pri čemer opažamo, da število le-teh z leti narašča, in sicer jih je največ med leti 2009 in 2014 (od 41 do 60).

Naslednje najpogostejše kaznivo dejanje je **obremenjevanje in uničevanje okolja** (= 21,6). Teh primerov je bilo največ leta 2009 (60), za tem letom (od 2010 dalje) jih je manj, in sicer se kaže trend padanja od 2011 do 2014 (od 33 na 16); hkrati pa velja opozoriti, da je pred letom 2009 teh dejanj bilo povprečno še manj kot po letu 2009.

S pomembno nižjim povprečjem sledijo ostala okoljska kazniva dejanja.

Na četrtem mestu je **protipravno zavzetje nepremičnin** (= 7,5), ki ga je bilo izrazito največ v letu 2011 (27) in 2013 (26), v ostalih letih, zlasti pred 2011, ga je manj (2 do 5).

Sledi **protipravna pridobitev in uporaba radioaktivnih ali drugih nevarnih snovi** (= 6,5), ki ju je bilo izrazito največ leta 2008 (29), pred tem letom manj (od 1 do 14), še manj po tem, od 2009 dalje (od 0 do 5) in to s trendom padanja (v zadnjih treh letih tega ni).

Na začetku druge polovice, torej na šestem mestu je **nezakonito ravnanje z zaščitnim živalmi in rastlinami** (= 3,3), ki ga je bilo največ v letu 2013 (13), pri čemer tega pred letom 2008 sploh ni, za tem pa se pojavlja s trendom naraščanja.

Sledi, na sedmem mestu, **uničevanje gozdov** (= 2,5), ki je bilo najbolj pogosto leta 2003 (11), za tem beležimo linearno upadanje vse do 2014, v katerem tega ni bilo znani.

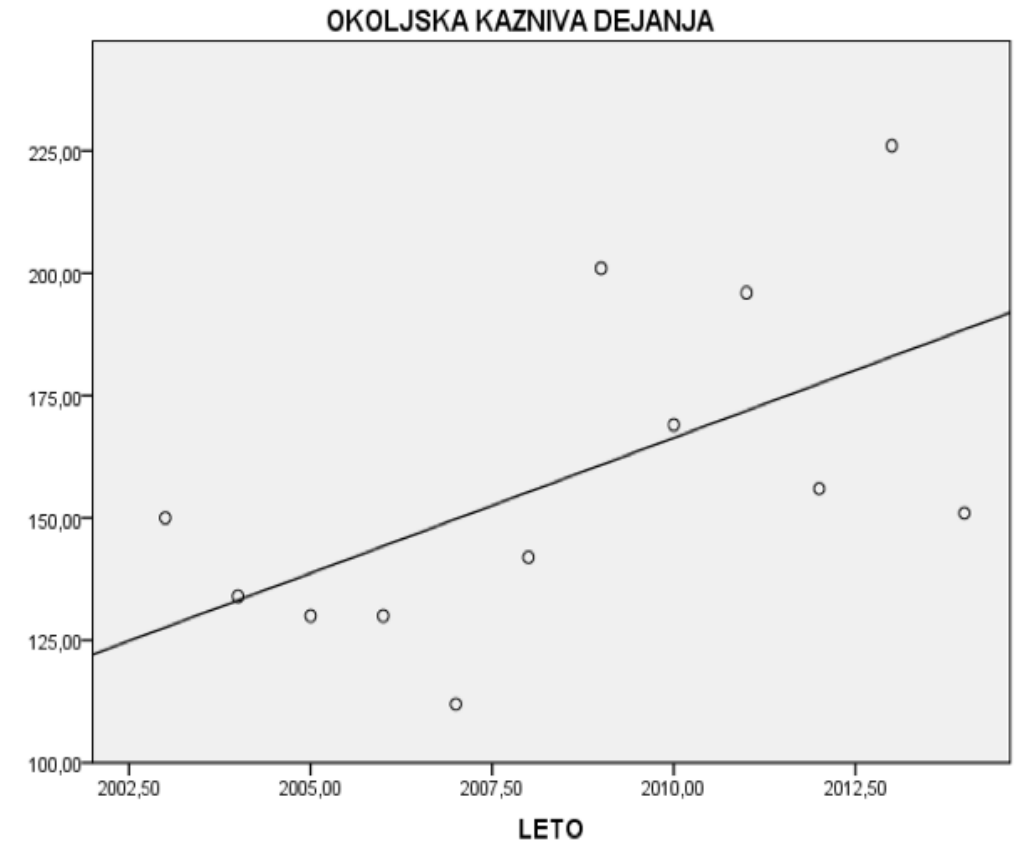
Onesnaževanje pitne vode, ki je na osmem mestu, (= 2,1) prav tako z letu upada, več ga je v letih pred 2005 (4) kot po njem.

V zadnji tretjini sledijo najbolj redka okoljska kazniva dejanja, to so **onesnaževanje živil in krme** (= 0,8) z največ dvema primeroma (2004, 2014), **nezakoniti ribolov** (= 0,6) z dvema primeroma v letu 2009, **nevostna veterinarska pomoč** (= 0,3) s po enim primerom (2007, 2011, 2012) in na zadnjem mestu **onesnaževanje morja in voda s plovili** (= 0,1) z enim primerom v letu 2011.

Če povzamemo, med 12 okoljskimi kaznivimi dejanji izstopajo 3 najpogostejša, to je nezakoniti lov, mučenje živali ter obremenjevanje in uničevanje okolja. Za vse te velja, da z leti njihovo število ne pada, ampak, žal, narašča, še zlasti mučenje živali. Poleg omenjenih najpogostejših kaznivih dejanj narašča tudi število sicer manj frekventnih dejanj, in sicer protipravno zavzetja nepremičnin ter nezakonito ravnanje z zaščitnimi živalmi in rastlinami. Imamo pa tudi kazniva dejanja, žal redka, katerih število upada, to je uničevanje gozdov, onesnaževanje pitne vode in protipravna pridobitev ali uporaba radioaktivnih ali drugih nevarnih snovi.

Če ne bo ukrepov za preprečevanje okoljske kriminalitete, učinkovitejših od sedanjih (pravnih, izobraževalnih idr.), je **prognoza okoljskih kaznivih dejanj** naslednja:

Slika 1: **Diagram razpršitve z regresijsko premico, za okoljska kazniva dejanja skupaj**



Iz slike je razvidno, da število okoljskih kaznivih dejanj z leti raste. Na tej osnovi lahko napovemo najbolj verjetno število okoljskih kaznivih dejanj v prihodnje, na primer v letu 2020 jih bo približno 222 v letu 2030 približno 272.

Dejstvo, da prevladujejo okoljska kazniva dejanja, ki naraščajo, ni spodbudno in naša prihodnost je zaskrbljujoča. Če ne bo ukrepov za preprečevanje okoljske kriminalitete, učinkovitejših od sedanjih (pravnih, izobraževalnih, idr.), je prognoza okoljskih kaznivih dejanj zaskrbljujoča in vzbuja strah pred takšno prihodnostjo. Njenega uresničevanja ne smemo dopustiti, ampak odločno, družbeno odgovorno ukrepati.

Viri in literatura

1. Altmeier P.2001. Bekämpfung der Umweltkriminalität: Gewässerverunreinigung: Tatortarbeit Neuwied, Kriffel, Luchterhand: 141 p..
2. Argyris C. 1993. Knowledge for action: a guide to overcoming barriers to organizational change. San Francisco, Jossey-Bass: 309 p.

3. Benedict F. (ed.). 1991. Environmental education for our common future: a handbook for teachers in Europe. Oslo, Norwegian university press: 98 p.
4. Brack D., Hayman G. 2002. International Environmental Crime. The nature and control of environmental black markets. Retrieved November 17, 2011, from <http://www.chathamhouse.org.uk/publications/papers/view/-/id/72/>
5. Brickey C. F. 2008. Environmental crime. New York, Aspen publishers: 386 p.
6. Collinson C., Parcell G. 2002. Učimo se leteti: priročnik za upravljanje znanja. (Learning to fly). Ljubljana, GV založba: 203 p.
7. Dobovšek B., Praček R., Petrovič B. 2011. Preiskovanje kraja onesnaženja okolja. *Varstvoslovje*, 13, 1: 39-52
8. Eman K. 2011. Ekološka kriminaliteta v kriminologiji: razvoj nove veje kriminologije v Sloveniji. *Revija za kriminalistiko in kriminologijo*, 62, 4: 312-324
9. Eman K. 2013. Environmental crime trends in Slovenia in the past decade. *Varstvoslovje*, 15, 2: 240-260
10. Eman K., Meško G. 2014. Environmental crime in criminology: crime phenomena and development of a green criminology in Slovenia. Saarbrücken, Scolar's press: 188 p.
11. Ghufli, Badi A.H. 2014. Training needs analysis: an empirical study of the Abu Dhabi police. Brunel University Research Archive (BURA). (14.4.2016) <http://bura.brunel.ac.uk/handle/2438/9207>
12. Kazenski zakonik Republike Slovenije [KZ-1]. Ur. l. RS st. 55/08, st. 66/08.
13. Lah A. (ed.). 2004. Sonaravno uravnoteženi razvoj Slovenije = Sustainable development of Slovenia. Ljubljana, Svet za varstvo okolja Republike Slovenije: 160 p.
14. Leppä S. (eds.). 1992. Criminal law and the environment: proceedings of the European seminar held in Lauchhammer, Land Brandenburg, Germany, 26-29 april 1992. Helsinki, HEUNI, United Nation: 259 p.
15. Pavšer N. 2004. Message for Police Force-Modules on Environmental Sustainability and Awareness Geared to European Police Force Document No.:207993 <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/Mesko/207993.pdf>
16. Pečar J. 1981. Ekološka kriminaliteta in kriminologija. *Revija za kriminalistiko in kriminologijo*, 34, 1: 33-45
17. Plut D., Špes M., Brečko V. 2002. Country studies - northern group. 11, Slovenia In: Environmental problems of East Central Europe. Carter, F.W., Turnock, D. (eds.). London, New York, Routledge: 228-247
18. Policija. 2004. *Poročilo o delu policije za leto 2003*. Retrieved from http://www.policija.si/images/stories/Statistika/_LetnaPorocila/PDF/lp2003.pdf
19. Policija. 2005. *Poročilo o delu policije za leto 2004*. Retrieved from http://www.policija.si/images/stories/Statistika/_LetnaPorocila/PDF/lp2004.pdf
20. Policija. 2006. *Poročilo o delu policije za leto 2005*. Retrieved from http://www.policija.si/images/stories/Statistika/_LetnaPorocila/PDF/lp2005.pdf
21. Policija. 2007. *Poročilo o delu policije za leto 2006*. Retrieved from http://www.policija.si/images/stories/Statistika/_LetnaPorocila/PDF/pol-lp2006.pdf
22. Policija. 2008. *Poročilo o delu policije za leto 2007*. Retrieved from http://www.policija.si/images/stories/Statistika/_LetnaPorocila/PDF/pol-lp2007.pdf
23. Policija. 2009. *Poročilo o delu policije za leto 2008*. Retrieved from http://www.policija.si/images/stories/Statistika/_LetnaPorocila/PDF/LetnoPorocilo2008.pdf
24. Policija. 2010. *Poročilo o delu policije za leto 2009*. Retrieved from <http://www.policija.si/images/stories/Statistika/LetnaPorocila/PDF/LetnoPorocilo2009.pdf>
25. Policija. 2011. *Poročilo o delu policije za leto 2010*. Retrieved from <http://www.policija.si/images/stories/Statistika/LetnaPorocila/PDF/LetnoPorocilo2010.pdf>
26. Policija. 2011. *Poročilo o delu policije za leto 2011*. Retrieved from <http://www.policija.si/images/stories/Statistika/LetnaPorocila/PDF/LetnoPorocilo2011.pdf>
27. Policija. 2011. *Poročilo o delu policije za leto 2012*. Retrieved from <http://www.policija.si/images/stories/Statistika/LetnaPorocila/PDF/LetnoPorocilo2012.pdf>
28. Policija. 2011. *Poročilo o delu policije za leto 2013*. Retrieved from <http://www.policija.si/images/stories/Statistika/LetnaPorocila/PDF/LetnoPorocilo2013.pdf>
29. Situ Y., Emmons D. 2000. Environmental crime: the criminal justice system's role in protecting the environment. Thousand Oaks, London, New Delhi, Sage publication: 218 p.
30. White R. (ed.). 2013. Transnational environmental crime. Farnham, Burlington, Ashgate: 535 p.

Generalni pokrovitelji



OKOLJE
consulting



optiprint

Najem barvnih tiskalnikov in multifunkcijskih naprav.

Pokrovitelji



Celovito obvladovanje odpadkov.

V Gorenju Surovini v celoti poskrbimo za vaše odpadke. Uredimo in opravimo celoten postopek od prevzema do spreminjanja odpadkov v energijo. Hitro, strokovno, zanesljivo, ekonomično in okolju prijazno.
Naj vaši odpadki postanejo naša skrb!

