

Raziskava o možnih vzrokih za veliko onesnaženost zraka s prašnimi delci na Mariborski cesta v Celju

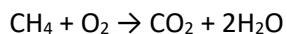
doc. dr. Darko Drev, univ. dipl. inž. kem. inž., doc.dr. Mario Krzyk, univ.dipl.inž.grad.
UL FGG, Inštitut za zdravstveno hidrotehniko, Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana

Povzetek: Celje sodi med najbolj onesnažena mesta s prašnimi delci v Sloveniji. To kažejo meritve, ki jih izvaja ARSO. Zelo velika vsebnost prašnih delcev se pojavlja le v času kurilne sezone, zato je ta onesnaženost v veliki meri povezana s kurilnimi napravami. V raziskavi smo iskali vzroke za takšno stanje. Velik delež k temu onesnaženju verjetno prispevajo stacionarni viri onesnaževanja (individualna kurišča in industrijski objekti). K onesnaževanju s prašnimi delci prispeva tudi promet. Zelo pomemben vpliv pa imajo tudi vremenske razmere oziroma prezračevnost celjske kotline.

Ključne besede: onesnaženost zraka, varovanje okolja, načrtovanje, izgradnja, obratovanje objektov

UVOD

V mnogih slovenskih mestih je zrak precej onesnažen s prašnimi delci, posebno v času kurilne sezone (1). Pogosto gre tudi za prekoračitve maksimalno dovoljenih vrednosti (13,14). Pri tem najbolj izstopa Celje, na merilnem mestu Mariborska cesta. Razlogov za to je več: neustrezna uporaba trdnih goriv, promet, industrijske emisije itd. Pri neustrezni uporabi trdnih goriv so mišljene kurilne naprave na trdna goriva, vrsta trdnih goriv, pomanjkljivo čiščenje dimnih plinov itd. K takšnemu stanju veliko prispeva tudi neustrezna politika na državni in lokalni ravni. Lesni briketi in drva niso ustrezno obdavčeni, zato je takšen način ogrevanja znatno cenejši kot ogrevanje z zemeljskim plinom. EKO sklad daje celo subvencije od 20% do 60% pri vgradnji naprav za ogrevanje z lesno biomaso (8). Pri tem ni postavljenega pogoja, da mora imeti takšna kurilna naprava učinkovito čiščenje dimnih plinov. Ogrevanje z lesno biomaso povzroča mnogo večje onesnaževanje zraka kot pri uporabi zemeljskega plina (18). Lesna biomasa vsebuje poleg ogljika (49 -55 %), vodika (6,1 – 6,3 %) in kisika (40 – 44 %) tudi: 0,02 - 0,2 % žvepla, 0,1 - 0,5 % dušika, 0,01 – 0,2 % klora, ter znatne količine kovin (K, Fe itd.) (9). Pri popolnem sežigu lesne biomase nastane 0,3 – 5 % pepela. Če ni zagotovljenega ustreznega čiščenja dimnih plinov, je pepel glavna sestavina prašnih delcev v onesnaženem zraku. Pri slabem izgorevanju trdnih goriv se pojavljajo kot sestavina prašnih delcev tudi ogljik (saje) in razna druga onesnaževala. Nastane tudi SO₂, saj je v lesni biomasi 0,02 – 0,2 % žvepla (18). Ker je v lesni biomasi tudi nekaj klora, lahko nastanejo v dimnih plinih tudi rakotvorne AOX spojine (9). Pri popolnem sežigu metana nastane samo voda in ogljikov dioksid (2), tako kot prikazuje naslednja kemijska reakcija:



Kurilno olje je z vidika varovanja zraka bolj primerno gorivo od lesne biomase ali premoga (18). Tudi pri sežigu ustreznega kurilnega olja nastane v glavnem le ogljikov dioksid in voda. Lesna biomasa, premog in odpadki, so lahko z vidika varovanja okolja primerna goriva samo takrat, ko je zagotovljeno ustrezno čiščenje dimnih plinov (4, 11). Ustrezno čiščenje dimnih plinov pa ni možno zagotoviti na enostaven način. Individualna kurišča nimajo nobene tehnologije čiščenja dimnih plinov. Pomanjkljivo čiščenje le teh ima tudi večina srednjih in velikih kurilnih naprav v Sloveniji. To velja tudi za sežigalnico odpadkov (toplarno) v Celju (17). Dimne pline iz sežigalnic odpadkov se navadno učinkovito očisti z več faznim pranjem dimnih plinov. Takšno tehnologijo priporoča ustrezna BAT smernica (4, 11). Sežigalnica odpadkov na Dunaju ima več fazno pranje dimnih plinov, zato ne povzroča prekomernega onesnaževanja zraka (16).

Avtomobili na notranje izgorevanje ne bi smeli toliko prispevati k onesnaženosti zraka s prašnimi delci v Celju, če delujejo skladno s predpisi. Ali delujejo skladno z njimi, se preverja na tehničnih pregledih. Malo verjetno pa je, da se prav po Celju vozijo tako neizpravna motorna vozila, v ostalih mestih Slovenije pa ne. Očitno prispevajo največ k onesnaženju zraka s prašnimi delci stacionarni viri

onesnaževanja, ki so aktivni v času kurilne sezone. To so individualna kurišča, skupinska kurišča in industrijski objekti.

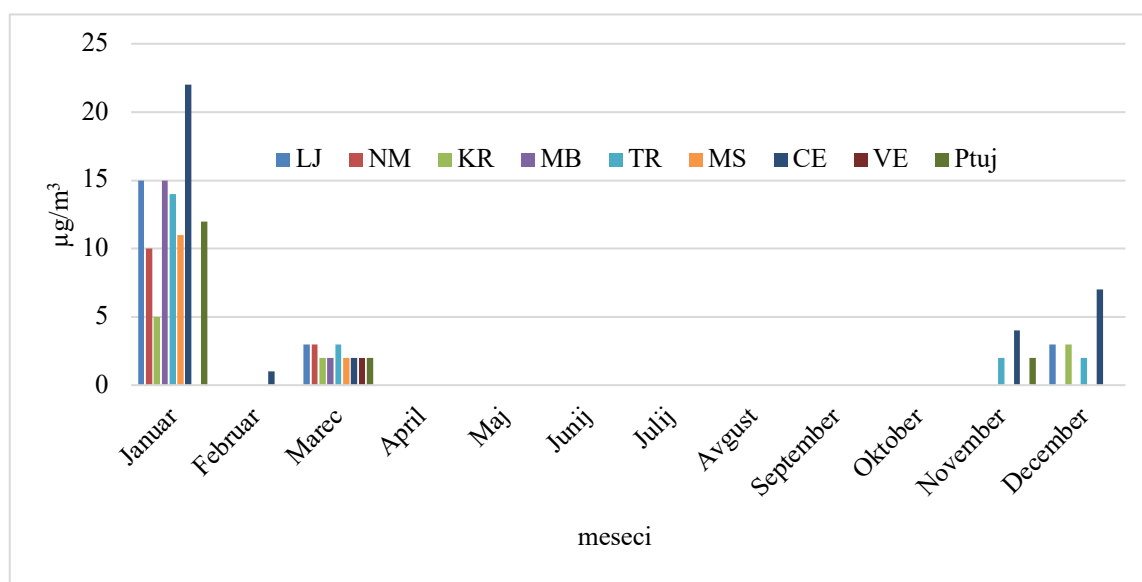
Z učinkovitim membranskim filtrom lahko odstranimo vse prašne delce, ne moremo pa odstraniti problematičnih plinastih onesnaževal (NO_x, dioksini, furani, SO₂ itd.)(12). Ta onesnaževala lahko učinkovito odstranimo s pranjem dimnih plinov (4,11). Z učinkovitim pranjem dimnih plinov (več fazno pranje), lahko učinkovito odstranimo prašne delce ter onesnaževala v plinastem stanju.

METODE RAZISKAVE

Zbrali in pregledali smo vse uradne podatke o onesnaženosti zraka na območju Celja, ki jih izvaja ARSO, za obdobje 2015 - 2021. Zbrali in pregledali smo monitoringe zavezancev za izvajanje obratovalnih monitoringov, prav tako tudi njihove tehnološke načrte. Pri tem smo bili omejeni predvsem z javno dostopnimi podatki. Na primer, tehnologija čiščenja dimnih plinov v sežigalnici odpadkov v Celju je javno objavljena v posebni brošuri, tehnologij čiščenja dimnih plinov na ostalih industrijskih napravah v Celju pa ni javno objavljenih. Podatke o čiščenju dimnih plinov na teh napravah kljub temu relativno dobro poznamo. Energetika Celje nam je posredovala podatke o priključkih na daljinsko ogrevanje, priključkih na zemeljski plin in drugih načinov ogrevanja.

RAZISKAVA

Na sliki 1 so prikazane dnevne prekoračitve dovoljene vrednosti prašnih delcev PM₁₀ v zraku v največjih urbanih središčih v Sloveniji leta 2020 (1). Mejna vrednost delcev PM₁₀ je 50 µg/m³. Na ARSO se izvajajo meritve delcev na merilnih mestih v okviru mreže državne mreže za spremljanje kakovosti zraka, v skladu z Uredbo o kakovosti zunanjega zraka in Pravilnika o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka.

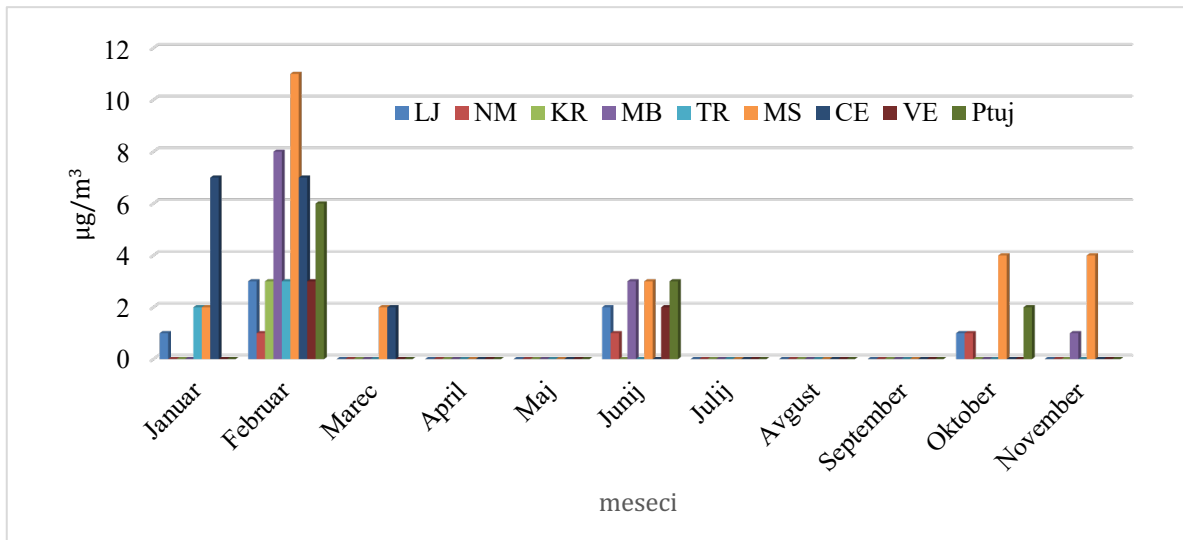


Slika 1: Število prekoračitev dnevne koncentracije delcev PM₁₀ (50 µg/m³) v letu 2020 (vir: ARSO)

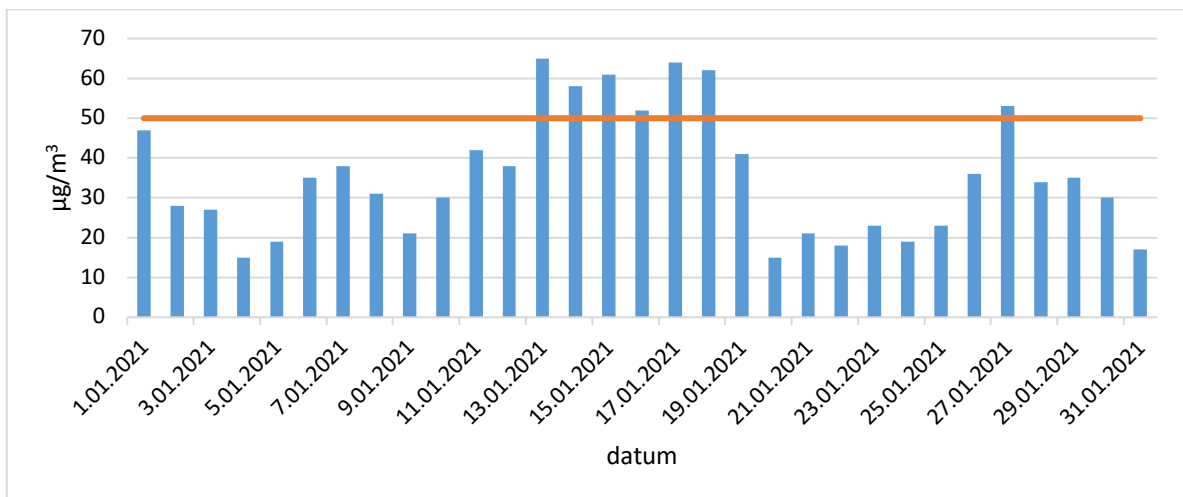
Iz slike 1 in 2 je razvidno, da so izmerili največje prekoračitve v Celju, na Mariborski cesti. Te prekoračitve so bile izmerjene le v zimskem času in pozno jeseni, v času kurilne sezone.

Prav zanimivo pa je to, da ARSO od leta 2021 več ne meri onesnaženosti zraka na Mariborski cesti v Celju (1), kjer je bila do sedaj kakovost zraka najslabša. Izvajajo pa še meritve na Ljubljanski cesti in pri bolnišnici, kjer je kakovost zraka nekoliko boljša.

Iz slike 3 je razvidno nihanje vsebnosti prašnih delcev PM₁₀ v januarju leta 2021. Maksimalna dopustna vrednost 50 µg/m³ je bila v tem obdobju prekoračena 7 krat (1).



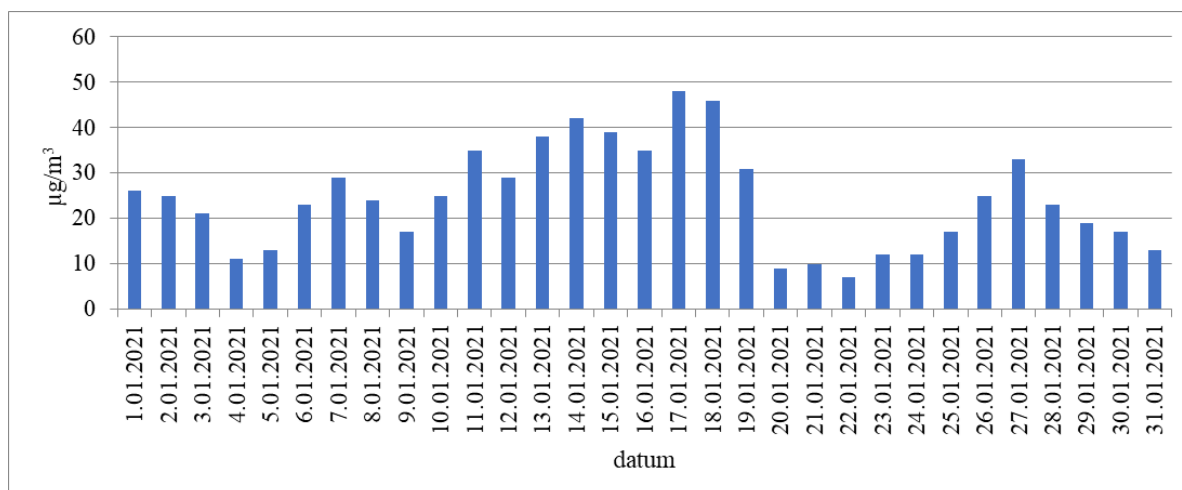
Slika 2: Število prekoračitev dnevne koncentracije delcev PM₁₀ (50 µg/m³) od januarja do novembra v letu 2021 (vir: ARSO)



Slika 3: Onesnaženost zraka z delci PM₁₀ v januarju 2021, v Celju na Mariborski cesti

Iz slike 1 je še razvidno, da je bil v Velenju leta 2020 relativno čisti zrak. Verjetno lahko to v veliki meri pripišemo daljinskemu ogrevanju iz TE Šoštanj. V Celju se preko vročevodnega in toplovodnega sistema ogreva le 6600 gospodinjstev, od skupno približno 18.000. Nekaterim objektom v Novi vasi in Spodnji Hudinji zagotavljajo tudi sanitarno toplo vodo. Na vročevodnem omrežju oskrbujejo tudi poslovne odjemalce, predvsem na področju Hudinje (Mariborska cesta). Celjsko toplovodno omrežje je že deset let enotno omrežje, ki se napaja s toploto iz Toplarnice Celje (sežigalnice odpadkov). Ob pomanjkanju toplotne energije se potrebna toplota kupuje od Furnirnice Merkscha, ki ima kotlarno na biomaso. Furnirnica stoji prav tako v bližini Mariborske ceste. Energetika Celje upravlja še 15 pogodbenih toplovodnih kotlovnice, ki so v lasti stanovalcev in od teh sta v celjski občini samo še dve na lahko kurilno olje – vse ostale se oskrbujejo z zemeljskim plinom.

Velik prispevek k onesnaženosti zraka v Celju na Mariborski cesti prispeva tudi promet in bližnji industrijski objekti (Toplarna, Cinkarna, Pocinkovalnica, Celjske mesnine, Markscha, EMO itd.). Največji od industrijskih objektov je Cinkarna, ki pa relativno dobro poskrbi za zmanjšanje izpustov prašnih delcev. Za čiščenje dimnih plinov iz največje naprave uporabljajo PTFE membranski filter. Takšen filter v celoti zadrži vse prašne delce do velikosti 2,5 µm (12). Takšnih filtrov pa ni na drugih industrijskih objektih in tudi ne na toplarni (sežigalnici odpadkov). Sežigalnica odpadkov (Toplarna Celje) nima takšne tehnologije čiščenja dimnih plinov kot jo predvideva BAT smernica (4,11).



Slika 4: Onesnaženost zraka z delci PM_{2.5} v januarju 2021, v Celju pri bolnišnici

V tabeli 1 so prikazane topnosti CO₂, SO₂ in NO v čisti vodi, pri različnih temperaturah (2). Če je voda alkalna, se topnost zgoraj navedenih oksidov še bistveno poveča. S specialnimi dodatki kot je na primer H₂O₂, lahko iz dimnih plinov učinkovito odstranimo tudi neprijetne vonjave, dioksine, furane itd. (4,11).

Celje ima načelno dobro izdelano strategijo za spremljanje in izboljšanje kakovosti zraka, ki pa se v praksi slabo izvaja. Sprejet je celo Odlok o načrtu za kakovost zraka na območju Mestne občine Celje (15). Na sliki št. 5 je prikazano merilno mesto za ugotavljanje onesnaženosti zraka s prašnimi delci v Celju, na Mariborski cesti ter glavni industrijski onesnaževalci, ki so zavezanci za izvajanje obratovalnega monitoringa. Ukinitev merilnega mesta na Mariborski cesti v Celju, ki je prikazano na sliki 5, ni v skladu s sprejeto strategijo za spremljanje in izboljšanje kakovosti zraka v Celju.



Slika 5: Prikaz merilnega mesta na Mariborski Cesti v Celju ter največji industrijski onesnaževalci (vir: ARSO)

Tabela 1: Topnost CO₂, SO₂ in NO v vodi pri 760 mm Hg (2)

Dimni plin	Temperatura (°C)	Topnost (cm ³ /mL H ₂ O)
CO ₂	0	1,713
	20	0,878
	60	0,359
SO ₂	0	79,789
	20	39,374
	60	18,766
NO	0	0,07381
	20	0,04706
	60	0,02954

Pri vseh industrijskih onesnaževalcih zraka v Celju so izvajali meritve pooblaščen, neodvisni izvajalci (Kova d.o.o., ZVD d.o.o.). Zato ne dvomimo v izmerjene rezultate meritev. Dvomimo pa, da rezultati meritev predstavljajo realno stanje onesnaženja za posamezni industrijski objekt. Izvedbe monitoringov se niso izvajale nenapovedano, zato so se lahko onesnaževalci pripravili na meritve tako, da so takrat manj onesnaževali. To velja za meritve dimnih plinov in odpadnih voda. V tabeli 2 so prikazani povzetki monitoringov dimnih plinov za industrijske onesnaževalce, ki so prikazani na sliki 5.

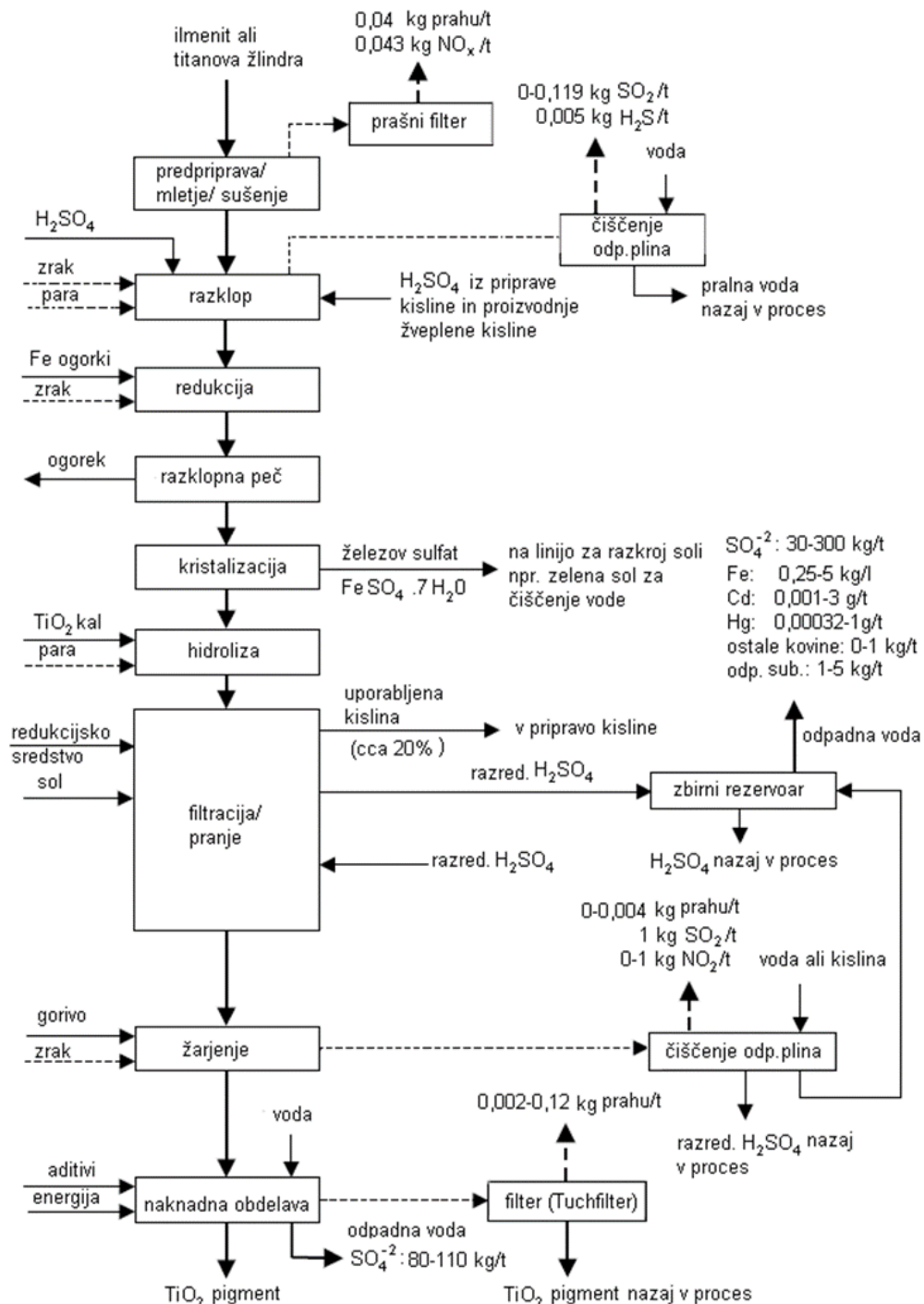
Tabela 2: Monitoringi industrijskih onesnaževalcev iz slike 2, za leto 2019

Industrijski onesnaževalec	skladnost izpustov s standardom	Prekoračene vrednosti	opomba
Frutarom	6 skladnih, 9 neskladnih	v dovoljenih mejah	v skladu s CEN/TS 15675
Celjske mesnine - dogrevalna nap. TNV 2000 - kurilna nap. KIV TPV 1,8 - kurilna nap. KIV ekonomat 750	da ne ne	TOC	v skladu s CEN/TS 15675
Merkscha furnirnica izpust iz filtra Moldow izpust iz kurilne naprave	ne da	v dovoljenih mejah	v skladu s CEN/TS 15675
Toplarna Celje izpust iz sežigalnice izpust, vročevodni kotel 1 izpust, vročevodni kotel 2	da ne ne	v dovoljenih mejah	v skladu s CEN/TS 15675
Pocinkovalnica izpust iz linije za pred obdelavo izpust iz vročega cinkanja izpust iz talilne peči	ne ne da	v dovoljenih mejah	v skladu s CEN/TS 15675
Cinkarna Celje proizvodnja TiO ₂ PE Energetika PE Kemija PE Metalurgija PE Grafika PE Polimeri Obdelava gradbenih odpadkov	29. skladnih, 1. neskladen	v dovoljenih mejah	v skladu s CEN/TS 15675

V raziskavi, ki smo jo izvedli pred leti, smo ugotovili, da je približno 40% letnih poročil o obratovalnih monitoringih odpadnih voda, nerealnih (3). Rezultati monitoringov odpadnih voda in dimnih plinov morajo biti v mejah toleranc, ki jih predpisujejo ustrezne inženirske smernice (BAT). V raziskavi pa smo ugotovili, da pogosto ni tako.

Za proizvodnjo TiO₂ po sulfatnem postopku se po BAT smernici (5) pričakuje emisije snovi v vode in zrak, ki so prikazane na sliki 3. Na primer, če je bila leta 2020 v Cinkarni proizvodnja TiO₂ 83.000 t/leto, je bila lahko maksimalna letna količina SO₄⁻² v odpadni vodi: 300 kg/t x 83.000 t/leto = 24.900.000 kg. Pri takšni proizvodnji pa je bila letna emisije SO₂ v zrak 83.000 kg. To velja za uporabo

najboljše razpoložljive tehnologije z vidika varovanja okolja (BAT), ki je opisana v BAT smernici. Rezultati izvedenih meritev so v teh mejah. Ker se v Cinkarni uporablja tehnologija, ki je skladna za BAT smernico, smo mnenja, da so izvedene meritve onesnaževanja vode in zraka realne.



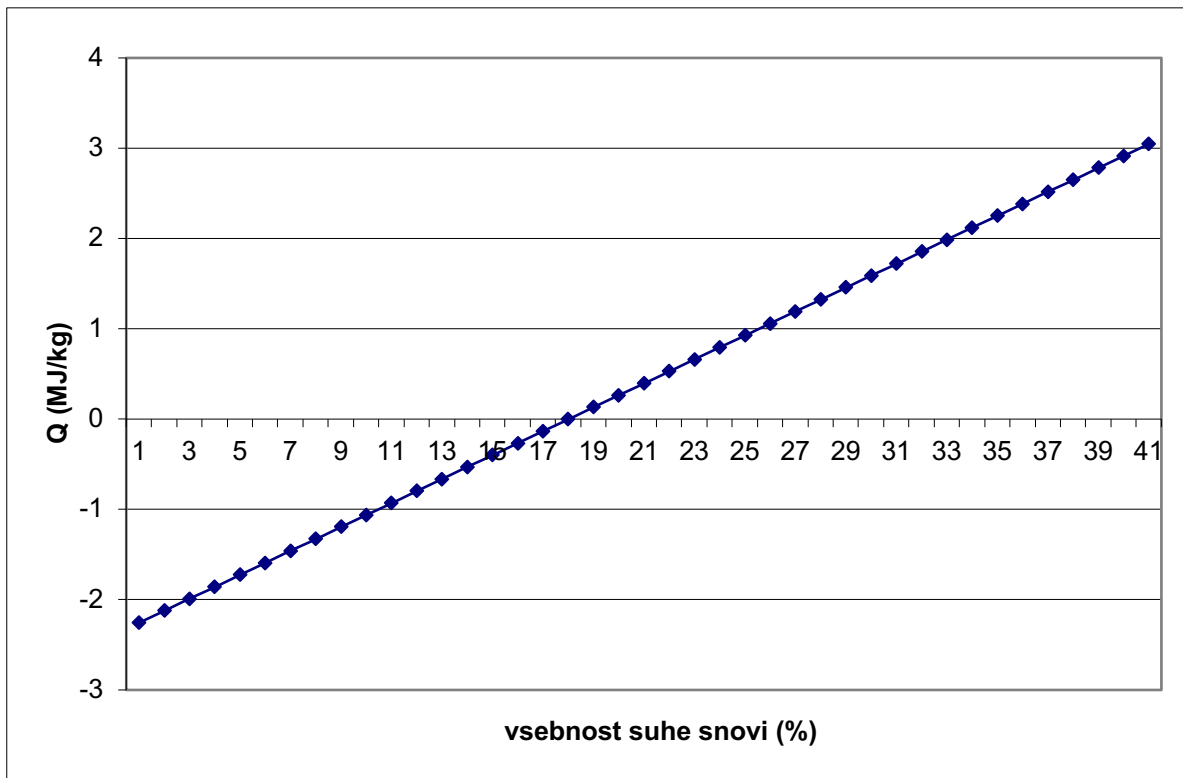
Slika 6: Pričakovano onesnaževanje okolja pri proizvodnji TiO₂ po BAT smernici (3)

Podobno kot za proizvodnjo TiO₂, veljajo pričakovani obsegi onesnaženja zraka in vode, tudi za druge onesnaževalce, ki so navedeni v tabeli 2. Vendar pa pri njih nismo mogli ugotoviti, ali se uporabljajo BAT tehnologije.

Za pridobivanje toplotne in električne energije se v razvitih evropskih državah uporabljajo tudi sežigalnice odpadkov (10). Ustrezno obdelani komunalni odpadki ali ustrezno obdelano blato iz komunalnih čistilnih naprav, so lahko enakovredna goriva lesni biomasi (18). V Sloveniji je samo ena

sežigalnica nenevarnih odpadkov, to je Toplarna v Celju. Obstaja pa še nekaj naprav za sežig nevarnih odpadkov in nekaj naprav za so sežig odpadkov (Rače, Lendava, Krško, Anhovo, itd.).

Blato iz komunalnih čistilnih naprav (KČN) ima lahko različno stopnjo mineralizacije (19). To vpliva na kurilno vrednost posušenega blata. Pri klasičnih, aerobnih KČN, ima posušeno blato kurilno vrednost 10 - 12 MJ/kg (10). MBR ČN (membranski biološki reaktor) pa omogoča, da je blato starejše, zato ima večjo stopnjo mineralizacije. Takšno blato ima nižjo kurilno vrednost. V Sloveniji je velika večina blata iz KČN z veliko vsebnostjo ogljika. To velja tudi za blato iz KČN Celje. Velik problem pri kurjenju blata pa predstavlja vsebnost vode. Mokro blato porabi večino sproščene toplotne energije za izparevanje vode, kar je razvidno iz slike 7. Pri izračunu kurilne vrednosti na osnovi katere smo izdelali diagram, smo upoštevali povprečno kalorično vrednost blata iz KČN v Sloveniji.

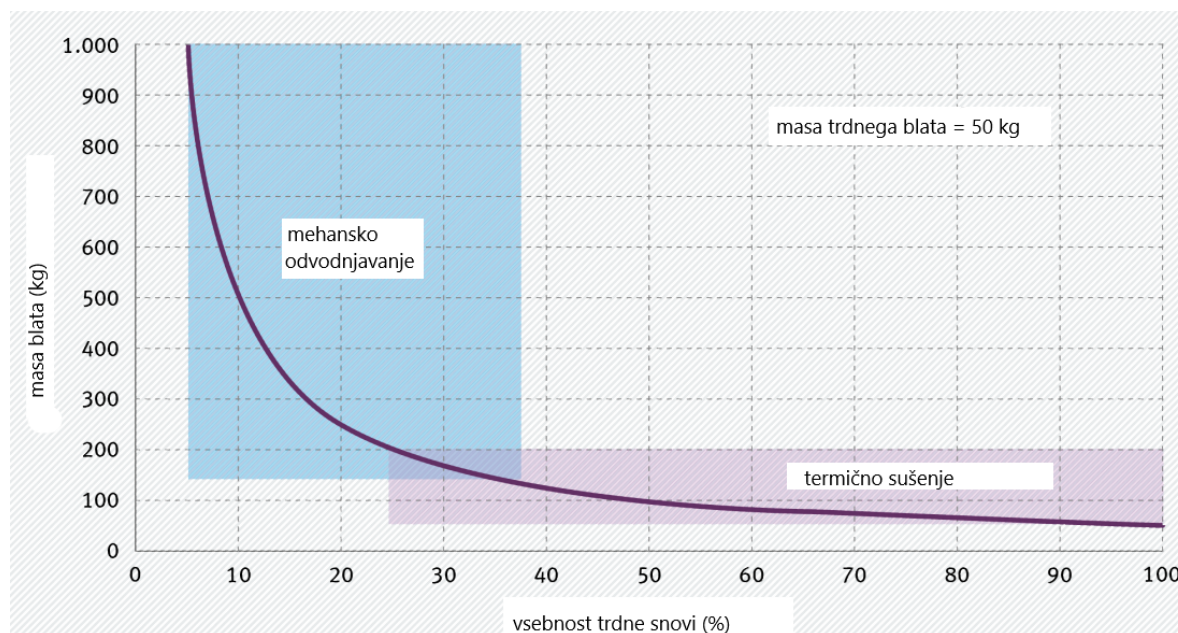


Slika 7: Sproščanje toplote pri sežigu odpadnega blata v odvisnosti od vsebnosti vode pod pogojem, da je kurilna vrednost 11 MJ/kg

Sežig mokrega blata ni skladen z zahtevami okvirne Direktive 2008/98/ES o odpadkih (7). V direktivi je določena 5-stopenjska hierarhija ravnanja z odpadki kot prednostni vrstni red pri načrtovanju politike in pripravi zakonodaje na področju odpadkov:

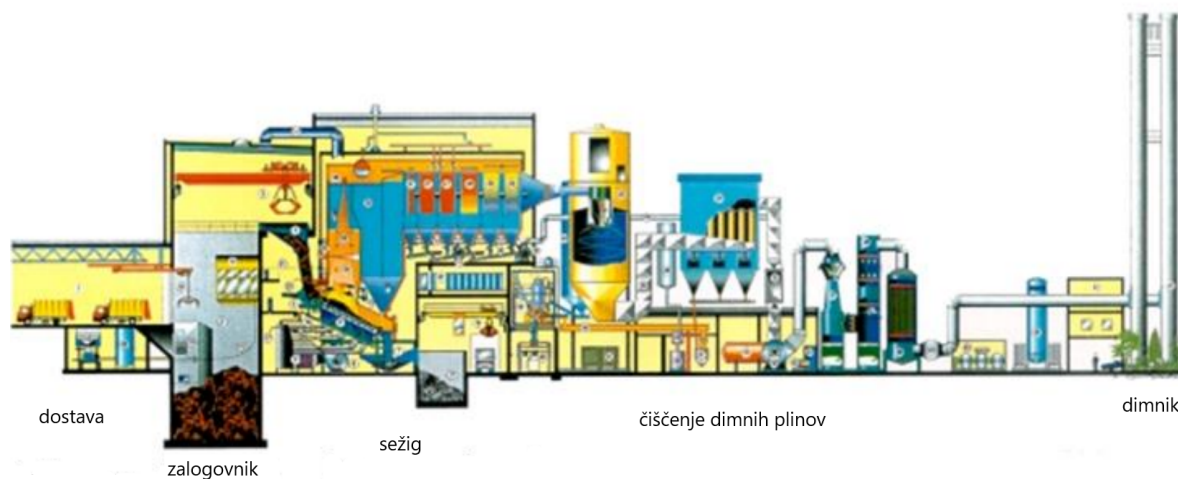
- preprečevanje nastajanja odpadkov,
- priprava odpadkov za ponovno uporabo,
- recikliranje odpadkov,
- drugi postopki predelave odpadkov, npr. energetska izraba in
- odstranjevanje oz. odlaganje odpadkov.

Blato iz KČN navadno vsebuje 65 do 75% vode (19), kar je odvisno od tehnologije obdelave blata. Po učinkovitem centrifugiranju ostane v blatu približno 70% vode. Z različnimi filtri se lahko vsebnost vode zmanjša do 65%. Vendar pa je tudi takšen delež vsebnosti vode neprimeren za toplotno izrabo odpadnega blata. Zato je potrebno blato predhodno posušiti z ustreznim termičnim postopkom. Na sliki 6 je prikazan način, kako se lahko blato ustrezno obdelava v gorivo (10).



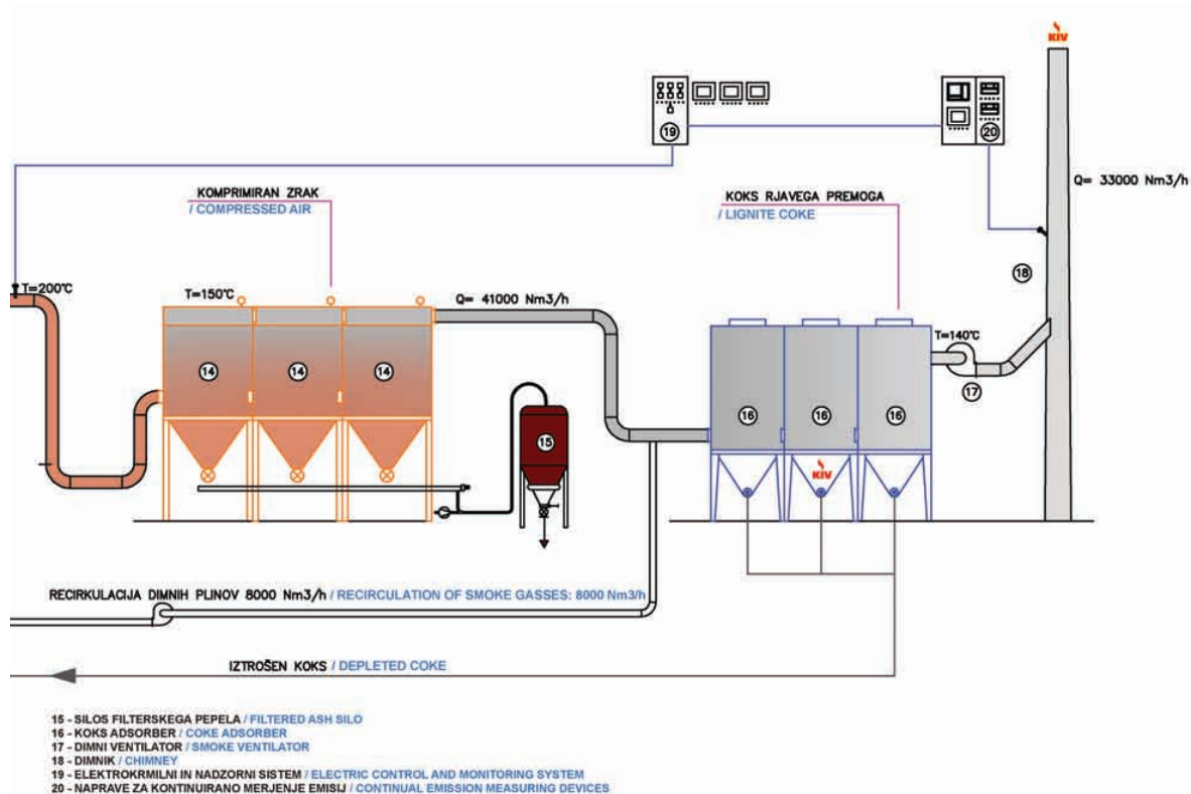
Slika 8: Prikaz vsebnosti trdne snovi v blatu, v odvisnosti od postopka obdelave

V sežigalnico odpadkov v Celju dovažajo blato iz KČN Celje in nekaterih okoliških KČN z vsebnostjo približno 70% suhe snovi. Na osnovi določil Direktive 2008/98/ES sežig takšnega blata težko ocenimo kot toplotno izrabo (7). V bistvu gre za odstranjevanje odpadkov. Sama konstrukcija celotne naprave (toplarne) očitno omogoča tudi sežig mokrega blata (17). Ker je za sežig tega odpadka potrebno plačati, je tudi ekonomski izračun pozitiven, ne glede na velike toplotne izgube zaradi izparevanja vode. Z vidika varovanja okolja pa je pomembno predvsem to, ali je zagotovljeno učinkovito čiščenje dimnih plinov. Iz slike 8 je razvidno, da tehnologija čiščenja dimnih plinov ni skladna s tehnologijo, ki je navedena v BAT smernici (4, 11).



Slika 9: Primer sežigalnice komunalnih odpadkov s sistemom za pranje dimnih plinov (vir: BAT)

Iz slike 10 je razvidno, da v sežigalnici odpadkov v Celju ni čiščenja dimnih plinov z več faznim pranjem. Takšen postopek priporoča BAT smernica (4, 11). Zato je z obstoječo tehnologijo čiščenja dimnih plinov težko učinkovito očistiti dimne pline. S takšno tehnologijo je prav tako zelo težko očistiti vse prašne delce, plinasta onesnaževala (NO_x , SO_2 , dioksini, itd.) pa sploh ni mogoče očistiti (12).



Slika 10: Tehnologija čiščenja dimnih plinov v sežigalnici odpadkov v Celju (vir: Toplarna Celje)

ZAKLJUČKI IN SKLEPI

Na osnovi uradnih podatkov o monitoringih emisij iz industrijskih virov na širšem območju Mariborske ceste v Celju ni razvidno, da bi le ti prekomerno onesnaževali okolje. Rezultati kakovosti zunanjega zraka, ki ga izvaja ARSO, pa nedvoumno kažejo, da je zrak v času kurilne sezone prekomerno onesnažen s prašnimi delci. Občasno se pojavi prekomerno onesnaženje zraka tudi na osnovi drugih parametrov (1). To so neodvisne meritve, ki jih izvaja ARSO, zato jim lahko verjamemo. Težko pa verjamemo rezultatom meritev, ki jih naročijo in plačujejo industrijski onesnaževalci. Še težje pa lahko verjamemo tistim onesnaževalcem, ki nimajo BAT tehnologij za čiščenje dimnih plinov.

Zelo velik prispevek k onesnaženju zraka na širšem območju Mariborske ceste v Celju prispevajo tudi individualna kurišča. Na tem območju same skrbijo za svoje ogrevanje skoraj vse individualne stanovanjske hiše in gospodarske družbe. Samo stanovanjski bloki so priključeni na daljinsko ogrevanje, ki ga zagotavljata toplarna (sežigalnica odpadkov) in občasno tudi furnirnica. Od individualnih kurišč se približno polovica ogreva z zemeljskim plinom.

V zadnjem obdobju, ko država podpira uporabo lesne biomase za ogrevanje, so se mnogi meščani odločili za zamenjavo zemeljskega plina z lesno biomaso. K temu v zadnjem času veliko prispeva energetska kriza zaradi vojne v Ukrajini. V Celju se sicer ne dobi subvencije od EKO sklada pri vgradnji kurilne naprave na lesno biomaso (8). K nižji ceni lesne biomase (briketov, sekancev, drv) prispeva tudi to, da tega goriva država še ni obremenila z dajatvami za onesnaženje okolja. Še večji problem pa je v tem, da se pri uporabi lesne biomase sploh ne zahteva ustreznega čiščenja dimnih plinov (13). Prav bi bilo, da bi zahtevali vsaj ustrezne filtre za prašne delce, tako kot se zahteva pri dizelskih motornih vozilih.

VIRI

1. ARSO, <https://www.arso.gov.si/varstvo> okolja/onesnaževanje zraka.
2. Dean, J.A., Lange's Handbook of Chemistry, 14th Edition; McGraw-Hill, Inc.: New York, NY, 1992.
3. Drev, D., Panjan, J., Raziskava skladnosti rezultatov obratovalnih monitoringov odpadnih voda iz industrije z inženirskimi normativi, Gradbeni vestnik, september 2009, letn. 58, št. 9, str. 229-235.

4. European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries, May 2005.
5. European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration, August 2006.
6. European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control, Best Available Techniques for the Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals - Solids and Others industry, August 2007.
7. EU, Direktive 2008/98/ES, Uradni list Evropske unije, L 312/3.
8. <https://www.ekosklad.si/prebivalstvo/pridobite-spodbudo/seznam-spodbud/kurilne-naprave-na-lesno-biomaso/kurilne-naprave-na-lesno-biomaso-sbvencija>
9. Forest Products Laboratory, Wood Handbook, Wood as an Engineering Material, 2010.
10. Kügler, I., A., Öhlinger, Walter, B., Dezentrale Klärschammverbrennung, Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2004.
11. Neuwahl, F., Cusano, G., Gómez Benavides, J., Holbrook, S., Roudier, S., Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration, Publications Office of the European Union, 2019.
12. RCERO Celje, Toplarna Celje, Projektant Toplarne Celje: KIV Engineering, d.o.o., vir: www.rcero-celje.si.
13. RS, Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja (Uradni list RS, št. 31/07, 70/08, 61/09 in 50/13).
14. RS, Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu emisije snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja ter o pogojih za njegovo izvajanje (Uradni list RS, št. 105/08 in 44/22 – ZVO-2).
15. RS, Odlok o načrtu za kakovost zraka na območju Mestne občine Celje (Uradni list RS, št. [57/17](#), [160/20](#) in [161/20 – popr.](#)).
16. Rolland, C., Grech, H., Stand der Abfallbehandlung in Österreich in Hinblick auf Jahr 2004, Umweltbundesamt.
17. Senegačnik A., Osnovne značilnosti goriv, 2005, UL FS
18. Sutherland, K., Filters and Filtration Handbook, 2008 Elsevier Ltd.
19. Umweltbundesamt, Klärschlamm Entsorgung in der Bundesrepublik Deutschland, Stand: Oktober 2018.