

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA VELENJE

DIPLOMSKO DELO

IZBOLJŠANJE KAKOVOSTI ZRAKA V OBČINI PLJEVLJA

JELENA BAILOVIĆ

VELENJE, 2017

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA VELENJE

DIPLOMSKO DELO

IZBOLJŠANJE KAKOVOSTI ZRAKA V OBČINI PLJEVLJA

JELENA BAILOVIĆ

Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentorica: doc. dr. Cvetka Ribarič Lasnik

Somentorica: dr. Nadja Romih

VELENJE, 2017

Številka: 726-1/2016-3
Datum: 29. 6. 2016

Na podlagi Diplomskega reda izdajam naslednji

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Študentka Visoke šole za varstvo okolja **Jelena Bailović** lahko izdela diplomsko delo z naslovom v slovenskem jeziku:

Izboljšanje kakovosti zraka v občini Pljevlja.

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:

Improvement of air quality in the municipality of Pljevlja.

Mentorica: **doc. dr. Cvetka Ribarič Lasnik.**

Somentorica: **dr. Nadja Romih**

Diplomsko delo mora biti izdelano v skladu z Diplomskim redom VŠVO.

Pouk o pravnem sredstvu: zoper ta sklep je dovoljena pritožba na Senat VŠVO v roku 8 delovnih dni od prejema sklepa.



Izr. prof. dr. Boštjan Pokorny
dekan



Visoka šola za varstvo okolja

Trg mladosti 7 | 3320 Velenje

t: 03 898 64 10 | f: 03 89864 13 | e: info@vsvo.si

www.vsvo.si



IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana Jelena Bailović, vpisna številka 34110086, študentka visokošolskega strokovnega študijskega programa Varstvo okolja in ekotehnologije, sem avtorica diplomskega dela z naslovom Izboljševanje kakovosti zraka v Občini Pljevlja, ki sem ga izdelala pod mentorstvom doc. dr. Cvetke Ribarič Lasnik in somentorstvom dr. Nadje Romih.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo moje avtorsko delo, torej rezultat mojega lastnega raziskovalnega dela;
- oddano delo ni bilo predloženo za pridobitev drugih strokovnih nazivov v Sloveniji ali tujini;
- so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana v skladu z navodili VŠVO;
- so vsa dela in mnenja drugih avtorjev navedena v seznamu virov, ki je sestavni element predloženega dela in je zapisan v skladu z navodili VŠVO;
- se zavedam, da je plagiatstvo kaznivo dejanje;
- se zavedam posledic, ki jih dokazano plagiatstvo lahko predstavlja za predloženo delo in moj status na VŠVO;
- je diplomsko delo jezikovno korektno in da je delo lektorirala Irena Žunko, prof. slovenskega jezika;
- dovoljujem objavo diplomskega dela v elektronski obliki na spletni strani VŠVO;
- sta tiskana in elektronska verzija oddanega dela identični.

Datum: ____ . ____ . _____

Podpis: _____

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici doc. dr. Cvetki Ribarič Lasnik in somentorici dr. Nadji Romih za potrpežljivost, strokovno pomoč in napotke pri pisanju diplomskega dela.

Prav tako se zahvaljujem vsem sodelujočim v anketni raziskavi in vsem, ki so kakorkoli prispevali k nastanku diplomskega dela.

Posebna zahvala gre moji družini, ki mi je med študijem in pisanjem diplomskega dela stala ob strani.

Hvala!

SIMBOLI IN OKRAJŠAVE

PM ₁₀	trdi delci premera 10 µm
PM _{2,5}	trdi delci premera 2,5 µm
SO ₂	žveplov dioksid
NO ₂	dušikov dioksid
O ₃	ozon
NO _x	dušikovi oksidi
C ₆ H ₆	benzen
CH ₄	metan
VOC	hlapljive organske spojine
SO _x	žveplovi oksidi
Zn	cink
Pb	svinec
Ca	kalcij
BAT	najboljše razpoložljive tehnologije

IZVLEČEK

Življenjsko okolje, v katerem živimo, predstavlja vse tisto, kar nas obkroža oziroma vse tisto, s čimer je neposredno ali posredno povezana človekova življenjska in proizvodna aktivnost. Naravno okolje predstavlja soroden pojem življenjskemu okolju, s tem da pri naravnem okolju človekova dejanja in vplivi niso vedno prisotni oz. možni. Ob tehnološkem napredku, razvoju industrije in vse večjega vpliva človeka na okolje in ekosisteme na globalni ravni ta meja med pojmom postaja vse bolj nejasna. Z urbanizacijo in eksploatacijo človek spreminja naravno okolje in tako pogosto posega vanj in ga uničuje. Človek z izgradnjo termoelektrarn in akumulacijo, posekom gozdov, pogozditvijo, eksploatacijo mineralnih surovin, ustvarjanjem odlagališč, emisij plinov, nuklearnimi poizkusi itd. vpliva na spreminjanje celotnih področij. Kot rezultat takšnih človekovih dejanj pa so spremembe ali rušenje ekosistemov in klimatske spremembe na lokalni in globalni ravni.

Diplomsko delo zajema vpliv industrializacije na občino Pljevlja in kakovost zraka v občini. V prvem delu diplomskega dela so predstavljene: značilnosti reliefa v občini, informacije o kakovosti zraka in viri onesnaževanja. V drugem delu so podani predlogi trajnostnih rešitev okoljskih problemov (rekonstrukcija kotlovnice, sistem daljinskega ogrevanja in analiza geotermalnega gretja). V zaključnem delu diplomske naloge je predstavljena analiza rezultatov anketnega dela, v katerem so anketirani prebivalci občine podali svoje odgovore na vprašanja. Prav tako zaključni del obsega primerjavo TE Pljevlja s TE Šoštanj ter Pljevaljske in Šaleške kotline.

Ključne besede: degradacija, onesnaževanje, zrak, Termoelektrarna Pljevlja, sistem daljinskega ogrevanja, obnovljivi viri energije

ABSTRACT

Environment or the surrounding represents all about us, also everything what is directly or indirectly connected with the human life and productive activity of people. Natural environment represents close nature that don't have to be present by activity of the man. However, in the terms of technological progress, development of industry and the growing influence of humans on global ecosystems, the boundaries between these two terms is becoming increasingly unclear. During activities, such as urbanization and exploitation, people changes the natural environment more often disrupting the nature. The construction of power plants and reservoirs, deforestation, exploitation of mineral resources, the creation of landfills, gas emissions, nuclear testing and others, people affects the change of entire areas. Human activities leads to changes or degradation of ecosystems and climate change at the local and global levels.

Thesis is the impact of industrialization on the Municipality of Pljevlja and air quality. The first part of thesis includes features reliefs municipalities, conditions, information about the state of air quality and sources. The second part of the work deals with the postponement of the permanent measures implemented solutions to problems (boiler plants, the district heating system-power plant, as well as a proposal for the analysis of the geothermal heating system). The final part of the degree refers to the analysis of the survey research. Also final part compares power plant Pljevlja with power plant Sostanj, because of geological and industrial similarity of the two cities.

Keywords: degradation, pollution, air, Power plant Pljevlja, renewable resources, geothermal energy.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	9
1.1	Opredelitev področja in problema	9
1.2	Namen, cilji in hipoteze	10
1.3	Metode dela	10
2	TEORETIČNI DEL	11
2.1	Občina Pljevlja	11
2.2	Klimatske in meteorološke lastnosti	12
2.3	Merilna mesta za spremljanje kakovosti zraka	12
2.4	Zakonski predpisi	14
2.5	Vrste onesnaževal in način ocenjevanja kakovosti zraka	15
2.6	Viri onesnaževanja v občini Pljevlja	17
2.6.1	Emisije onesnaževal iz TE „Pljevlja”	21
2.7	Vpliv TE na okolje	23
2.8	Uporaba peletov za zmanjšanje emisij onesnaževal iz kotlovnice	24
2.9	Geotermalni sistem ogrevanja kot trajna rešitev	25
2.9.1	Geotermalna energija v svetu	26
2.9.2	Klimatske razmere v Črni gori	27
2.9.3	Vrste geotermalne energije (GTE)	27
2.9.4	GSHP (Ground Source Heat Pump)	28
2.9.5	Prednosti in pomanjkljivosti uporabe geotermalne energije	29
3	ODNOS PREBIVALCEV V OBČINI PLJEVLJA DO ONESNAŽENEGA OKOLJA	30
4	PRIMERJAVA MED ŠALEŠKO DOLINO IN PLJEVALJSKO KOTLINO	34
5	PREDNOSTI IN SLABOSTI UPORABE PELETOV IN PREMOGA	37
6	PRIMER DALJINSKEGA SISTEMA OGREVANJA Z GEOTERMALNO ENERGIJO	39
7	SKLEP	42
8	POVZETEK	43
9	VIRI IN LITERATURA	44
	PRILOGA: ANKETNI LIST	8

KAZALO SLIK

Slika 1: Relief občine Pljevlja	11
Slika 2: Lokacije SB, UB-merilnih postaj in TE Pljevlja	13
Slika 3: Lokacija virov onesnaževanja	17
Slika 4: Individualne kurilnice	24
Slika 5: Klimatska področja ali cone Črne gore	27
Slika 6: Sistem toplotne črpalke	28
Slika 7: GHP-sistem	29

KAZALO TABEL

Tabela 1: Vrsta merilnih mest po območjih.....	12
Tabela 2: Emisije NO _x , PM ₁₀ , PM _{2,5} in SO _x po makro sektorjih v občini Pljevlja leta 2010	18
Tabela 3: Izmerjene vrednosti emisij onesnaževal iz TE Pljevlja za leto 2010 in 2011 (mesečne povprečne vrednosti)	22
Tabela 4: Pridelava elektrike za leto 2016.....	34
Tabela 5: Primerjalni pregled cen gretja na različne vrste goriva v Črni gori za gospodinjstva z letno porabo 18.650 kWh	37
Tabela 6: Cene kombiniranega sistema ogrevanja za gospodinjstva z letno porabo 18.650 kWh	39
Tabela 7: Cene gretja za GHP-daljinski sistem ogrevanja za gospodinjstva z letno porabo 18.650 kWh.....	40

KAZALO GRAFIKONOV

Graf 1: Povprečne letne in maksimalne dnevne koncentracije PM ₁₀ v občini Pljevlja	15
Graf 2: Presežene povprečne dnevne koncentracije PM ₁₀ v občini Pljevlja)	16
Graf 3: Koncentracija PM ₁₀ v zraku – Pljevlja 2011	16
Graf 4: Emisije NO _x po SNAP	18
Graf 5: Emisije SO _x po SNAP	19
Graf 6: Emisije PM ₁₀ po SNAP	20
Graf 7: Emisije PM _{2,5} po SNAP	20
Graf 8: Skupne emisije po SNAP	21
Graf 9: Glavni vir onesnaževanja okolja	30
Graf 10: Vpliv človeka na okolje	31
Graf 11: Onesnaženost glavnih elementov atmosfere	31
Graf 12: Glavni vzroki onesnaževanja zraka	32
Graf 13: Sanacija onesnaženosti	32
Graf 14: II. blok TE Pljevlja kot pomemben dejavnik sanacije kakovosti zraka	33

1 UVOD

1.1 Opredelitev področja in problema

Leta 2015 so v občini Pljevlja onesnaževala v zraku in drugi segmenti okolja (31. 7. 2015 je bilo v zraku kar $77.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} delcev) dosegli kritično točko onesnaženja, kar je povzročilo javno razpravo in skrb vseh pomembnih družbenih akterjev v Črni gori. Bilo je več javnih obravnav, ki so se jih udeležili predstavniki nacionalnih in mednarodnih institucij (Agencija za varstvo okolja Črne gore, Ministrstvo za trajnostni razvoj in turizem ter Evropska komisija).

Leta 2015 je bilo v občini Pljevlja zabeleženih kar 189 preokračitev mejnih vrednosti PM_{10} , povprečna koncentracija v tem letu je bila $99,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Izmerjene vrednosti občino Pljevlja uvrščajo med najbolj onesnažena mesta v Evropi. Na slabo kakovost zraka v občini vpliva predvsem kurjenje premoga v termoelektrarni (TE) in zasebnih kuriščih (AZŽS, 2015).

Podatki o stanju življenjskega okolja občine Pljevlja nam kažejo, da so segmenti voda, zrak in tla onesnaženi. Tudi prebivalstvo na tem področju je izpostavljeno virom onesnaževanja, kar je posledica slabo načrtovanega in nekontroliranega industrijskega in urbanega razvoja.

Glavni onesnaževalci so večji industrijski obrati (Rudnik premoga Pljevlja, TE Pljevlja, njeno odlagališče pepela in žlindre na Maljevcu, kanalizacija) in manjši obrati (odlagališča odpadkov, kotlovnice itd.).

Virov zdravju škodljivih delcev PM_{10} je veliko. Pojavljajo se tako v urbanem kot tudi ruralnem okolju. Med glavnimi viri so motorna vozila, ogrevanje gospodinjstev, prah z gradbišč, odlagališča, prah s kmetijskih površin, požari, TE in cementarne.

Onesnaževanje je povzročilo spremembe v rastlinskem in živalskem svetu. Največjo skrb pa povzroča zdravstveno stanje prebivalcev, čeprav do zdaj še ni bila narejena analiza vpliva onesnaževanja TE Pljevlja na zdravstveno stanje prebivalcev. Podatki, ki jih lahko pridobimo iz obveznega zdravstvenega statističnega evidentiranja o obolenjih, umiranju in poškodbah, ne odražajo dejanskega stanja. Lahko pa služijo kot orientacija v obsegu in intenzivnosti sprememb zdravstvenega stanja prebivalcev občine Pljevlja.

S problematiko onesnaževanja TE Pljevlja so se ukvarjale nekatere institucije, narejene v zadnjih desetih letih. Tako je v študiji UNDP-ja (United Nations Development Programme) iz leta 2004 navedeno, da je delež akutnih respiratornih bolezni pri otrocih na pljevaljskem področju rasel s 23 % v letu 1985 na 35 % v letu 1995 in 50 % v letu 2001 (Country Office of the United Nations Development Programme, 2004).

1.2 Namen, cilji in hipoteze

Namen diplomske naloge je predstaviti problem onesnaženosti občine Pljevlja širši javnosti in proučiti rešitve za izboljšanje kakovosti zraka.

Cilj diplomske naloge je prikazati negativne vplive industrije na zrak, vodo, tla, živali, rastline in zdravje ljudi ter dvigniti okoljsko zavest prebivalcev v občini.

Diplomsko delo vsebuje prikaz različnih metod izboljšanja kakovosti zraka. Struktura dela je sestavljena iz teoretičnega in praktičnega dela. V teoretičnem delu so predstavljene osnovne značilnosti raziskovane občine, opis negativnega delovanja industrije na okolje, negativni vpliv kotlovnice na zrak in opis obnovljivega vira energije, kot je geotermalna energija. V praktičnem delu je predstavljen primer Velenja in primerjava z občino Pljevlja ter rezultati anketnega vprašalnika.

Hipoteza 1: Okolje v občini Pljevlja je degradirano zaradi industrije.

Hipoteza 2: Kakovost zraka v občini Pljevlja ni zadovoljiva.

Hipoteza 3: Onesnaževanje okolja bi lahko zmanjšali z daljinskim ogrevanjem.

1.3 Metode dela

V diplomskem delu so uporabljene naslednje metode dela:

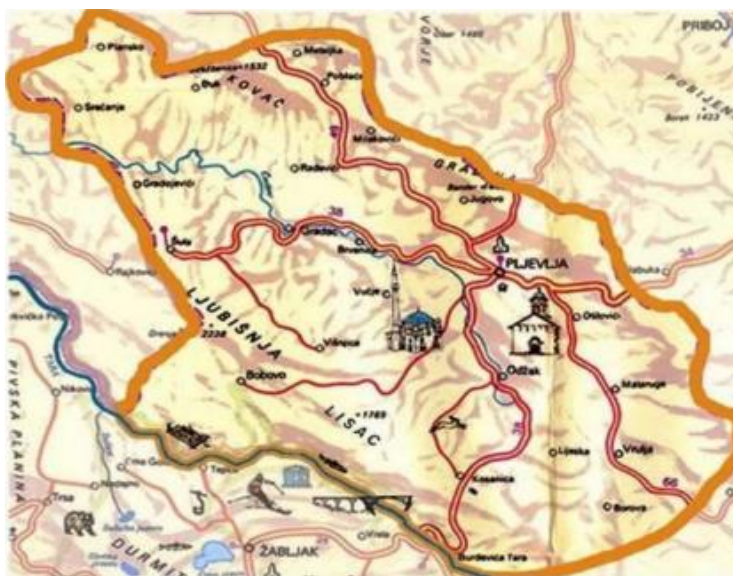
- Deskriptivna metoda: zajema zbiranje, pregled in analizo literature.
- Eksperimentalna metoda: za pridobivanje podatkov in ugotavljanje obstoječega stanja sem uporabila metodo anketiranja. Anketni vprašalnik je bil anonimnega in prostovoljnega tipa. Rezultati so predstavljeni grafično. Del diplomske naloge zajema primerjavo med Šaleško dolino in Pljevaljsko kotlino, uporaba obnovljivih virov energije in primer geotermalnega sistema daljinskega ogrevanja pa sta predstavljena na podlagi povprečne hiše v občini Pljevlja.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 Občina Pljevlja

Občina Pljevlja se razprostira na površini 1.346 km², kar predstavlja 9,75 % površine Črne gore. Nahaja se v planinskem delu skrajnega severnega dela Črne gore, med 43°04' in 43°33' severne geografske širine oziroma med 18°55' in 19°34' vzhodne geografske dolžine. Povprečna nadmorska višina občine je med 1.000 in 1.200 m. Razprostira se v smeri severozahod-jugovzhod (približno 60 km dolžine in 25 km širine zračne linije).

Najvišji vrh v občini Pljevlja je Dernečište, ki se nahaja na planini Ljubišnja, in sicer na 2.238 m nadmorske višine. Najnižja točka občine pa je blizu Sokoline v kanjonu reke Tare (520 m nadmorske višine). Povprečna nadmorska višina občine niha med 1.000 in 1.200 m. Kotlina, v kateri se nahaja mesto Pljevlja, se nahaja na 760 do 770 m nadmorske višine, njena površina je nepravilne oblike, razprostira pa se v smeri severozahod-jugovzhod in pokriva prostor v izmeri 16 km². Mesto se nahaja na prostoru v izmeri okoli 2,5 km dolžine in 1 km širine. V dolini je prisotnih nekaj hribov, največji med njimi je Stražica (840 m nadmorske višine). Dolina je obkrožena s hribovjem Golubinja, Maljevac, Glavica, Bogiševac in Balibegovo brdo (slika 1).



Slika 1: Relief občine Pljevlja (Vir: Medmrežje 1)

Skozi dolino tečejo tri reke: Breznica, Čehotina in Vezišnica. Pomembnejše planine znotraj meja občine so: Ljubišnja, Lisac, Bunetina, Buren, Obzir, Kraljeva gora, Crni vrh in Kovač, med katerimi se nahaja nekaj dolin. V Boljanički, Bobovski, Kosaniči, Krupički in Mataruški dolini se nahajajo ruralna naselja. Specifičen geografski položaj je ustvaril pojav karakterističnih oblik planinskega reliefa na tem območju, kot so jame, vrtače, morene, klifi itd. (Joknić, 2013).

S prostorno-ekološkim coniranjem je jasno prikazana polarizacija prostora občine na dva dela z različno intenzivnostjo in obsegom negativnih vplivov na naravno okolje: občinski center – mesto Pljevlja kot ekološko izjemno obremenjeno področje in ostalo področje občine Pljevlja z relativno ohranjenimi okoljskimi vrednostmi, v katerih se zgolj delno evidentira škodljivost osnovnih

komponent življenjskega okolja (naselji Gradac in Šula). Sama oblika kotline in karakteristična oblika reliefa omogočata daljše zadrževanje in nalaganje hladnega zraka, zato so temperaturne inverzije zelo pogost pojav. V Pljevaljski kotlini zaradi takšne geografske lege prevladuje mirno vreme.

K onesnaženosti področja prispevajo tudi neugodne klimatske razmere, ki prevladujejo na področju občine Pljevlja: večje število dni brez vetra, ob pogostih pojavih "jezera hladnega zraka" in megle, predvsem v zimskih mesecih, v katerih je zadrževanje onesnaževal v atmosferi daljše (Joknić, 2013).

2.2 Klimatske in meteorološke lastnosti

Klimo na področju Pljevlje na območjih do 1.200 m nadmorske višine lahko označimo kot zmerno kontinentalno in kontinentalno klimo, na višjih nadmorskih višinah pa prevladuje planinsko-alpska klima. Takšna klima povzroča relativno majhen delež padavin kot tudi veliko nihanj dnevnih in letnih temperatur. Zime na tem področju so dolge in ostre, poletja pa kratka in sveža. Jesen je veliko toplejša kot pomlad. Razporeditev gorovja spodbuja pojave temperaturnih inverzij in fena (topel, suh, sunkovit veter). Temperaturne inverzije vključujejo spuščanje hladnega zraka v kotline in rečne doline, medtem ko se na planinah in vrhovih zadržujeta toplejši zrak in jasno vreme. Topel veter se spušča po pobočjih planin navzdol, kar povzroča pojav toplejšega vremena v zavetnih vznožjih planin (Paldrmic. 2015).

2.3 Merilna mesta za spremljanje kakovosti zraka

Na tem področju se nahajata dve avtomatski merilni postaji za spremljanje kakovosti zraka (vas Kruševo na lokaciji Gradina in Golubovci na lokaciji Tomića UB). V Tabeli 1 so prikazani merjeni parametri na območju občine Pljevlja (OP, 2013).

Tabela 1: Vrsta merilnih mest po območjih (Vir: Medmrežje 1)

Merilno mesto	Območje	Vrsta merilne postaje	Onesnažujoče snovi, merjene zaradi zaščite zdravja ljudi	Onesnažujoče snovi, merjene zaradi vegetacije
1	Severno območje	UB	SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5}	
2	Severno območje	SB	O ₃	NO _x , SO ₂ , hlapne organske snovi

- UB (urban background) – merilno mesto za merjenje onesnaževanja v mestnem območju.
- SB (sub-urban background) – merilno mesto za merjenje onesnaževanja v primestnem območju.



Slika 2: Lokacije SB, UB-merilnih postaj in TE Pljevlja (Vir: <https://maps.google.com>)

Na Sliki 2 lahko vidimo, da v občini Pljevlja na merilnem mestu (ki ga morajo prestaviti z dosedanje lokacije, saj je namreč postavljeno v središču mesta na parkirišču, pod neposrednim vplivom dimnika ene od največjih kotlovnice v mestu in vplivom izpušnih plinov motornih vozil, tako da ne ustreza merilom za postavitev merilnega mesta za merjenje onesnaženosti v mestnem okolju), spremljajo koncentracijo žvepovega (IV)-oksida, dušikovega (IV)-oksida/dušikovega dioksida in zdravju škodljive delce PM_{10} in $PM_{2,5}$ (Tabela 1) (AZZZŠ, 2011).

Na drugem merilnem mestu (Slika 2), ki so ga leta 2010 postavili v naselju Gradina, in sicer v skladu z Uredbo o mreži merilnih postaj za spremljanje kakovosti zraka (Sl. List CG, br. 44/10 i 13/11), merijo koncentracije ozona, dušikovega oksida, žvepovega (IV)-oksida in hlapnih organskih snovi. Predstavniki Ministrstva za trajnostni razvoj in turizem, Agencije za zaščito okolja in lokalne uprave so ob terenskem pregledu območja ugotovili, da obstajajo problemi v iskanju nove lokacije za merilno postajo v urbanem območju Pljevlja. Predstavniki lokalne uprave, pristojni za zaščito okolja, bodo v bližnji prihodnosti v skladu s predpisanimi kriteriji predlagali novo lokacijo merilne postaje, kar bo omogočilo pridobivanje rezultatov, ki bodo bolj reprezentativni za celotno območje (Sekretariat za uređenje prostora, 2013).

2.4 Zakonski predpisi

Direktiva 2008/50/EC Evropskega sveta in Parlamenta je popolnoma prenesena v državno zakonodajo. Z Uredbo o граниčnim vrijednostima emisija zagađujućih materija u vazduh iz stacionarnih izvora („Službeni list CG” br. 10/11) je potrjena splošna mejna vrednost emisij za prašne neorganske delce v odpadnih plinih po razredih škodljivosti, prav tako pa tudi posebne mejne vrednosti emisij za posamezne stacionarne vire. Mejna vrednost za skupne prašne delce v odpadnem plinu je $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Z Uredbo o višini glob, načinu obračuna in plačila dajatev zaradi onesnaževanja življenjskega okolja („Službeni list RCG” br. 26/97, 9/2000, 52/2000 i „Službeni list CG” br. 33/2008, 5/2009, 64/2009, 40/2011 i 49/2011) je predpisana obveznost plačevanja mesečne globe oz. dajatve v višini 18,868 € po toni emitiranih skupnih prašnih delcev, in sicer za vse pravne subjekte, ki za svoje delo uporabljajo kurilne naprave, ki so močnejše od 1 MW.

Z Uredbom o utvrđivanju vrsta zagađujućih materija, граниčnih vrijednosti i drugih standarda kvaliteta vazduha , mejnih vrednosti in drugih standardov kakovosti zraka („Službeni list CG” br. 25/2012) pa so določene mejne vrednosti in meja tolerance za PM_{10} , prikazane v Tabeli 2.

Po podatkih o emisijah iz leta 2010 so skupne emisije suspendiranih delcev PM_{10} znašale 4,05 kt, suspendiranih delcev $\text{PM}_{2,5}$ pa je bilo 7,45 kt (AZZZŠ, 2011).

Tabela 2: Mejne vrednosti za PM_{10} (Vir: Medmrežje 2)

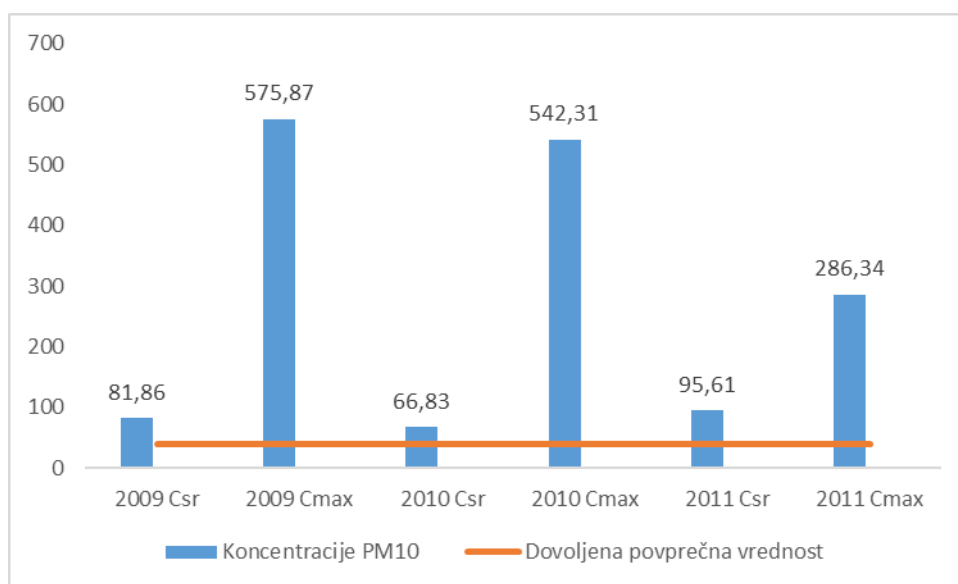
Vrsta zaščite	Obdobje povprečnih vrednosti	Mejne vrednosti	Meja tolerance	Rok za doseganje mejne vrednosti
	Dnevna povprečna vrednost	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ne sme biti prekoračena več 35-krat letno	100 % na dan veljave te Uredbe, zmanjšuje pa se vsako naslednje leto za določen odstotek, vse dokler se meja tolerance ne zmanjša na 0 % do leta 2015.	Leto 2015
	Letna povprečna vrednost	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	40 % na dan veljave te Uredbe, zmanjšuje pa se vsako naslednje leto za določen odstotek, vse dokler se meja tolerance ne zmanjša na 0 % do leta 2015.	Leto 2015

2.5 Vrste onesnaževal in način ocenjevanja kakovosti zraka

Kakovost zraka v občini Pljevlja kontinuirano spremljajo od sredine leta 2009, in sicer v skladu z evropskimi standardi kakovosti zraka, prenesenimi v črnogorsko zakonodajo.

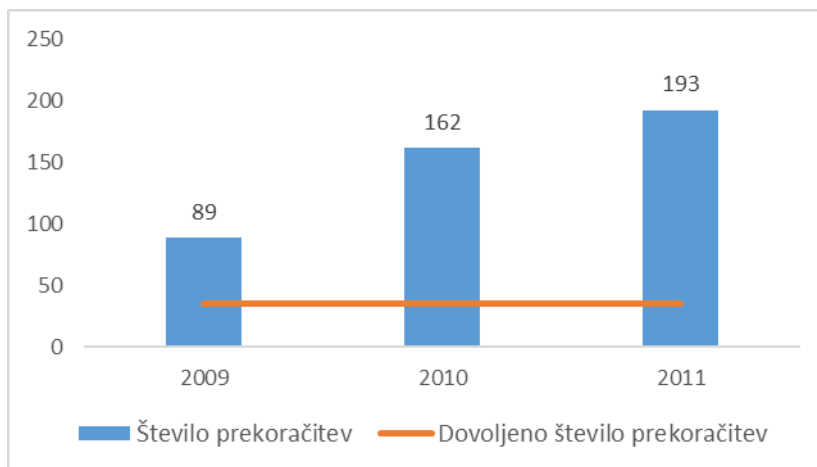
Graf 1 predstavlja maksimalne dnevne in povprečne letne koncentracije PM₁₀, merjenih na merilnem mestu v urbanem območju Pljevlja v obdobju 2009–2011. Izmerjene povprečne letne koncentracije PM₁₀ v obdobju leta 2011 so dosegale vrednosti 95,61 µg/m³, kar presega dovoljeno povprečno letno vrednost, to je 40 µg/m³ (v Grafu 1 je prikazana kot rdeča črta).

Na podlagi izmerjenih vrednosti lahko opazimo, da je onesnaženost zraka v občini Pljevlja z delci PM₁₀ glede na zakonodajo presežena za do 2,4-krat (med leti 2009 in 2011).



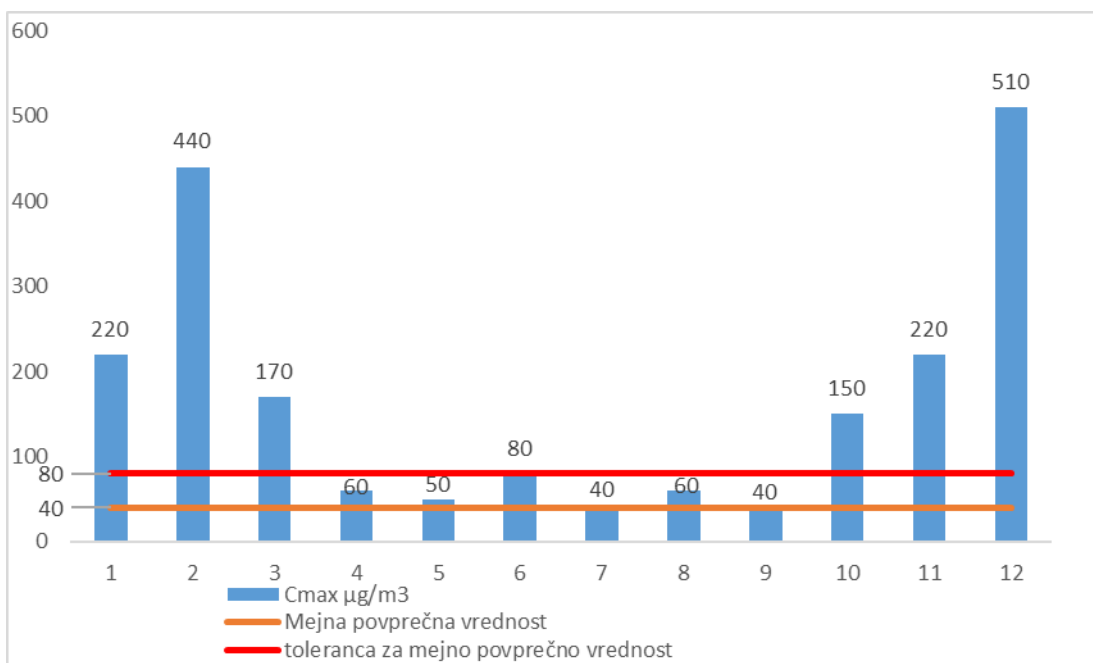
Graf 1: Povprečne letne in maksimalne dnevne koncentracije PM₁₀ v občini Pljevlja (Vir: AZZZŠ, 2011)

Graf 2 prikazuje, kolikokrat so bile v občini Pljevlja med leti 2009 in 2011 presežene povprečne dnevne koncentracije PM₁₀. Rdeča črta prikazuje dovoljeno število prekoračitev PM₁₀, kar je 35 dni. Od 2009 do 2011 se je povečalo število prekoračitev, največja je bila v letu 2011, in sicer kar 193-krat.



Graf 2: Presežene povprečne dnevne koncentracije PM₁₀ v občini Pljevlja (Vir: AZZZŠ, 2011)

Graf 3 prikazuje mesečne koncentracije PM₁₀ v zraku za leto 2011. Oranžna črta predstavlja povprečne dnevne koncentracije (40 µg/m³), rdeča črta pa mejo tolerance (80 µg/m³). Glede na zakonodajo so bile leta 2011 dosežene in presežene koncentracije PM₁₀ vsak mesec (oranžna črta) in presežene koncentracije (rdeča črta) v obdobju od oktobra do marca v letu 2011.



Graf 3: Koncentracija PM₁₀ v zraku – Pljevlja 2011 (Vir: AZZZŠ, 2011)

2.6 Viri onesnaževanja v občini Pljevlja



Slika 3. Lokacija virov onesnaževanja (Vir: google.maps.2016)

Konec leta 2010 je bilo na zahtevo občine Pljevlja opravljeno merjenje emisij onesnaževal v TE Pljevlja in iz kotlovnice v mestu z močjo nad 0,5 MW. Meritve je izvedla Javna ustanova Ekotoksikološki center Črne gore iz Podgorice.

Inventar emisija gasov u vazduh na lokalnom nivou (Kataster onesnaževalcev zraka) je pripravljen s ciljem pridobiti informacijo o vseh virih onesnaževanja zraka in o vrstah ter količini posameznih onesnaževal, ki jih onesnaževalci izpuščajo v zrak. Kataster onesnaževalcev zraka na lokalni ravni vsebuje informacije o emisijah različnih virov, to so točkovne, linijske in razpršene, ki prispevajo k onesnaženosti zraka v skladu z nomenklaturu SNAP (Selected Nomenclature For Sources of Air Pollution). Lokacijo glavnih virov onesnaževanja prikazuje Slika 3.

Kataster onesnaževalcev zraka je integriran z:

- dodatnim točkovnim virom emisij – kotel za daljinsko gretje (JP Grijanje), ki oskrbuje 492 subjektov; ima moč, večjo od 0,5 MW; kot gorivo uporablja premog;
- difuznimi emisijami iz površinskih deponij premoga (prašni delci, ki nastanejo z erozijo terena in transportom, pri čemer je vključena nova aktivnost, ki v preteklosti ni bila ocenjena (nalaganje/skladiščenje mineralnih proizvodov, delo s proizvodi in transport);
- podrobnimi informacijami o porabi goriva za gretje v gospodinjstvih.

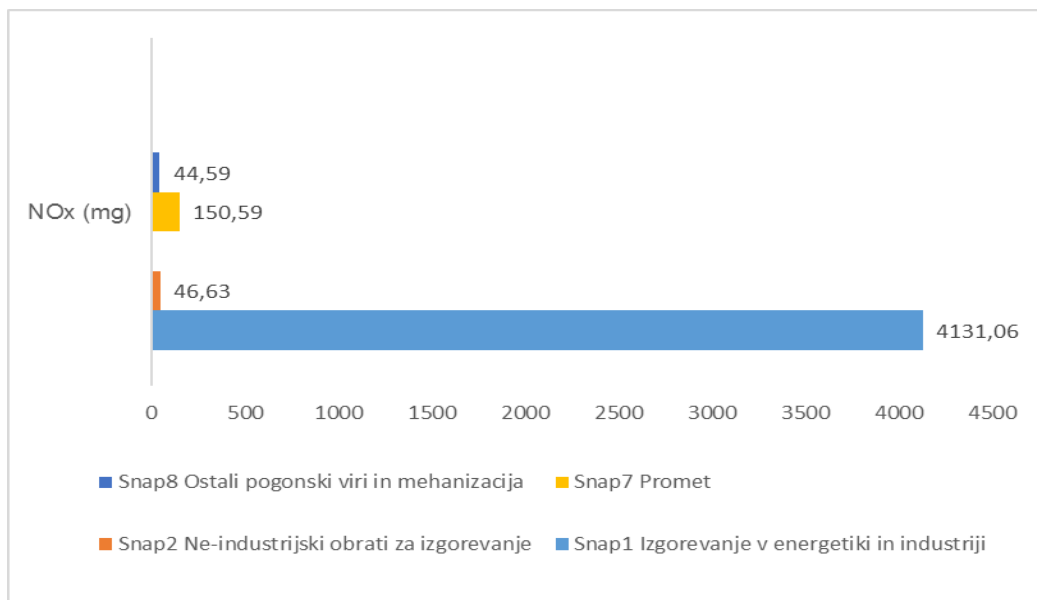
V Tabeli 3 so prikazane emisije glavnih onesnaževal NO_x , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ in SO_x , ki so predstavljeni s pomočjo SNAP-analize. SNAP 1 (izgorevanje v energetiki in industriji) je največji vir

onesnaževanja z NO_x, PM_{2,5} in SO_x. Največji vir PM₁₀ je SNAP 5 (eksploatacija in distribucija fosilnih goriv). Onesnaževanje zraka iz vira kmetijstva je z vidika NO_x in SO_x zanemarljivo, saj temelji na samooskrbnem in ekološkem kmetijstvu. Skupne emisije so prikazane brez podatkov SNAP 6 (Uporaba raztopljenih in podobnih proizvodov) in SNAP 9 (Odlaganje in ravnanje z odpadki).

Tabela 2: Emisije NO_x, PM₁₀, PM_{2,5} in SO_x po makro sektorjih v občini Pljevlja leta 2010 (Vir: Plan kvaliteta vazduha za opštino Pljevlja, 2013)

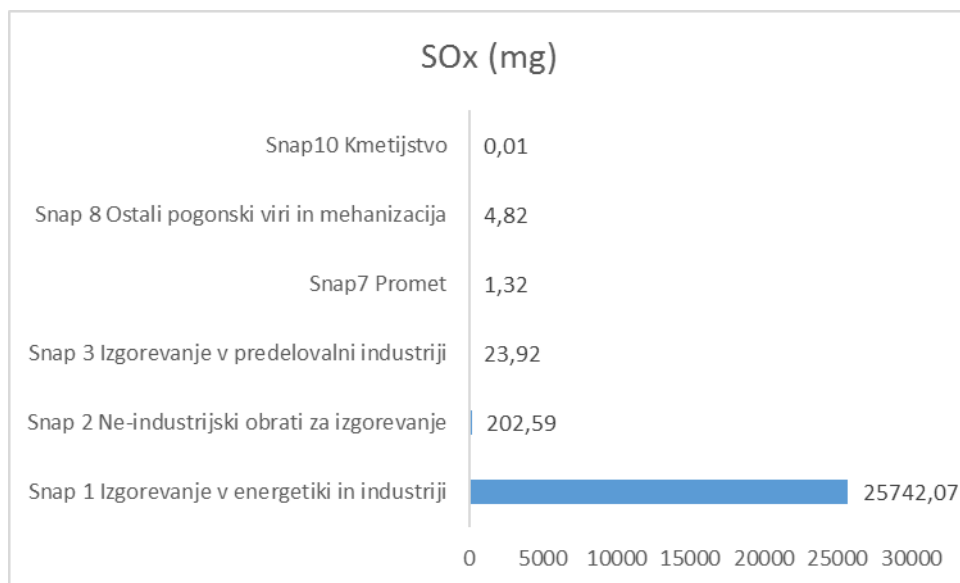
MAKRO SEKTOR	Emisije (mg)			
	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO _x
1. Izgorevanje v energetiki in industriji	4131,06	701,82	201,41	25742,07
2. Ne-industrijski obrati za izgorevanje	46,63	17,97	16,66	202,59
3. Izgorevanje v predelovalni industriji	3,98	23,47	6,84	23,92
4. Proizvodni procesi	0,00	103,58	25,06	0,00
5. Eksploatacija in distribucija fosilnih goriv	0,00	799,94	128,39	0,00
6. Uporaba raztopljenih in podobnih proizvodov	0,00	0,00	0,00	0,00
7. Cestni prevoz	150,59	11,62	10,09	1,32
8. Ostali pogonski viri in mehanizacija	44,59	2,25	2,25	4,82
9. Odlaganje in ravnanje z odpadki	0,00	0,00	0,00	0,00
10. Kmetijstvo	0,05	159,92	18,76	0,01
11. Ostali viri	1,24	155,06	139,56	0,00
Skupne emisije	4378,15	1975,64	549,01	25974,72

Največji vir NO_x (94 %) je izgorevanje v energetiki in industriji, ostalo (6 %) si sledi v zaporedju promet, ne-industrijski obrati za izgorevanje in ostali pogonski viri in mehanizacije – črpalke, stroji, motorji z notranjim izgorevanjem, turbine, kompresorji itd. (Graf 4).



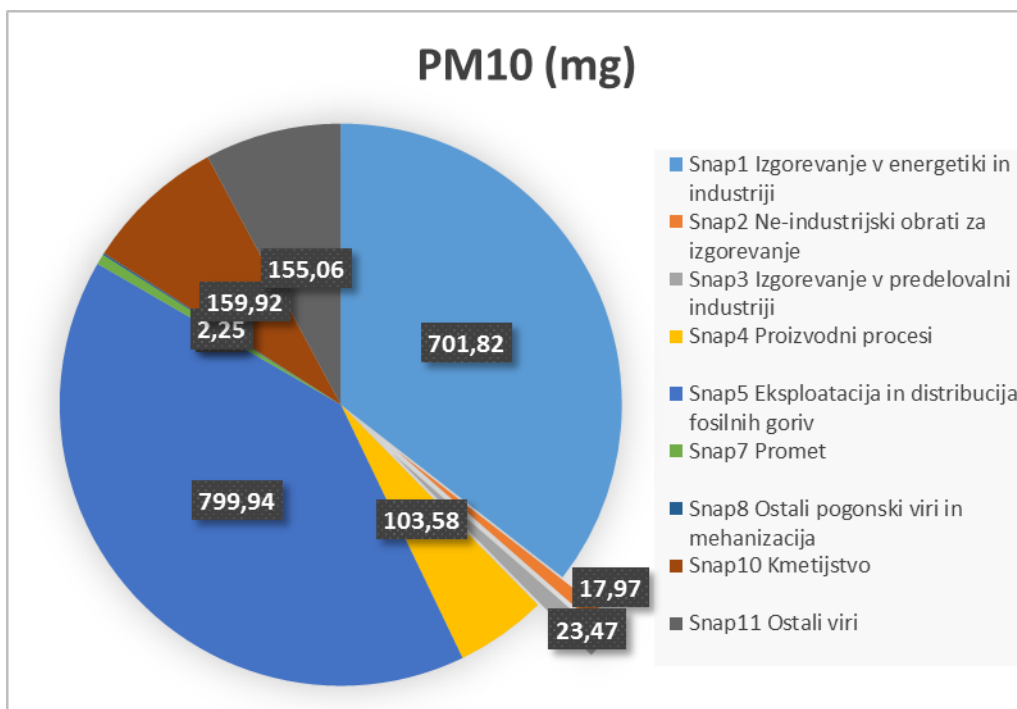
Graf 4: Emisije NO_x po SNAP (Vir: Plan kvaliteta vazduha za opštino Pljevlja, 2013)

Največji delež emisij SO_x (99 %) (Graf 5) je v energetiki in industriji. Elektrarne in tovarne so med vsemi največji vir SO_x. V 1 % preostalih SO_x emisij si v zaporedju sledijo ne-industrijski obrati za izgorevanje, izgorevanje v predelovalni industriji, ostali pogonski viri in mehanizacija, promet in kmetijstvo.



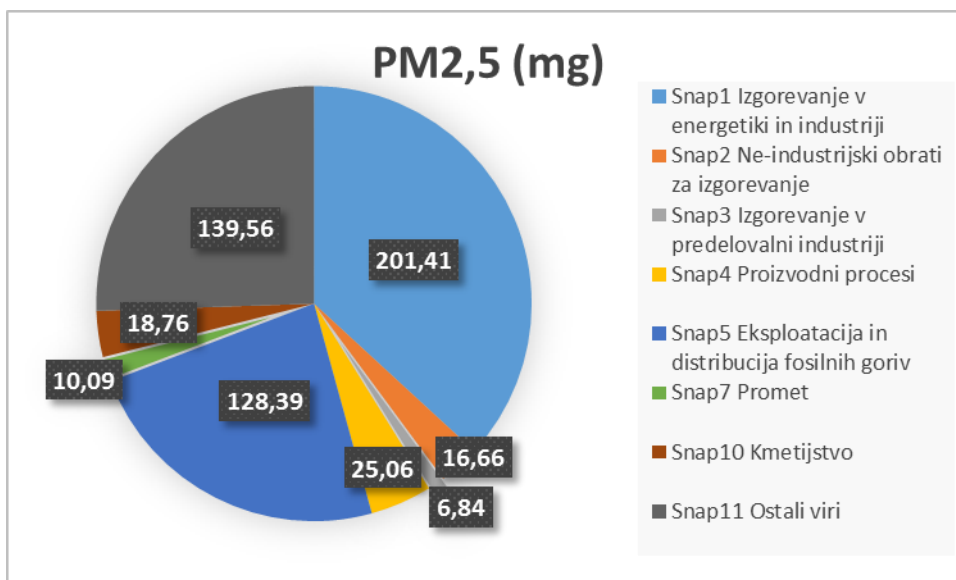
Graf 5: Emisije SO_x po SNAP (Vir: Plan kvaliteta vazduha za opštino Pljevlja, 2013)

Največji vir emisij PM₁₀ (40 %) glede na Graf 6 sta eksploatacija in distribucija fosilnih goriv, s čimer mislimo na proces pridobivanja premoga ter transport in izrabo goriv v prometu. S 36 % sledi izgorevanje v energetiki in industriji, ostalih 24 % emisij PM₁₀ pa v zaporedju predstavlja kmetijstvo, ostali viri, proizvodni procesi, izgorevanje v predelovalni industriji, ne-industrijski obrati za izgorevanje, promet ter ostali pogonski viri in mehanizacija.



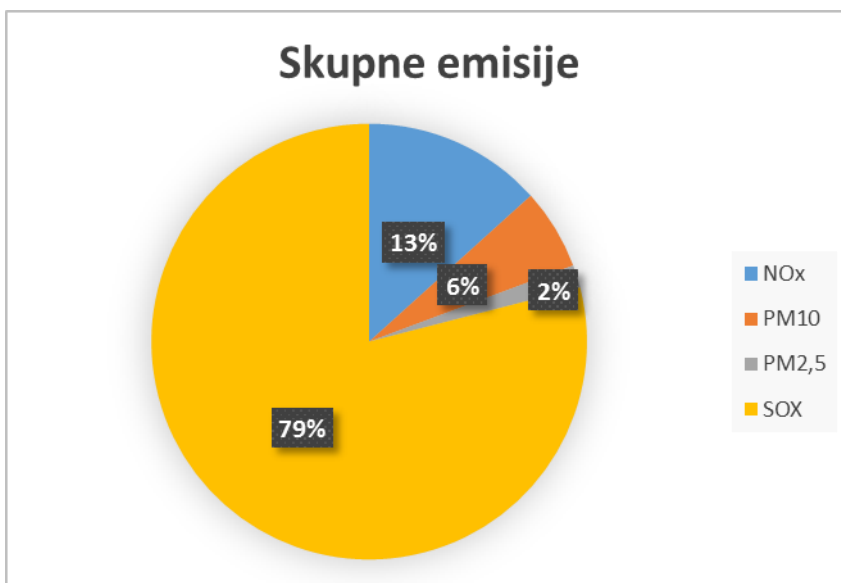
Graf 6: Emisije PM₁₀ po SNAP (Vir: Plan kvaliteta vazduha za opštino Pljevlja, 2013)

Graf 7 prikazuje največji delež PM_{2,5}, ki ga s 37 % prispeva izgorevanje v energetiki in industriji, s 23 % sledijo ostali viri, prav tako pa tudi eksploatacija in distribucija fosilnih goriv, preostalih 17 % se deli na proizvodne procese, kmetijstvo, ne-industrijske obrate za izgorevanje, promet, izgorevanje v predelovalni industriji in ostale pogonske vire in mehanizacijo.



Graf 7: Emisije PM_{2,5} po SNAP (Vir: Plan kvaliteta vazduha za opštino Pljevlja, 2013)

V Grafu 8 so prikazane skupne emisije SNAP v makro sektorjih. Prevladuje SOx z 79 % in NOx s 13 %, čeprav sta prisotna v manjšem številu makro sektorjev. Sledita PM₁₀ (6 %) in PM_{2,5} (2 %) s skupnimi emisijami v manjšem obsegu odstotkov, čeprav sta prisotna v vsakem makro sektorju.



Graf 8: Skupne emisije po SNAP (Vir: Plan kvaliteta vazduha za opštino Pljevlja, 2013)

Največji delež v emisijah predstavljajo procesi izgorevanja – kotel termoelektrarne, cestni promet in neindustrijski kotli v sektorju gospodinjstev in storitev, procesi, povezani z ekstrakcijo, uporabo in transportom trdih goriv. Najmanjši delež v emisijah, ki izvira iz območja občine, ima kmetijstvo, ki je omejeno na pridelavo za lastne potrebe. Največji delež v emisijah predstavlja TE Pljevlja, in sicer: 94 % NOx, 99 % SOx, 36 % PM₁ in 37 % PM_{2,5}. Vpliv emisij iz termoelektrarne na mestno področje občine Pljevlja je ocenjen z uporabo modela Calpuff. Zaradi višine dimnika termoelektrarne (252 m) se vplivno območje poveča in tako se emisije nalagajo tudi daleč od mesta in od vira onesnaževanja.

2.6.1 Emisije onesnaževal iz TE „Pljevlja“

Lokacija TE je na poti Pljevlja – Đurđevića in Tara – Žabljak, in sicer na nadmorski višini 760 m. Višina dimnika je 252 m. V TE Pljevlja uporabljajo gorivo pljevaljski lignit, ki ga pridobivajo s površin kopov Borovica in Potrlica. Spodnja kalorična vrednost goriva je od 9.211 kJ/kg. TE Pljevlja obratuje od leta 1982. Do konca leta 2011 je proizvedla in predala elektroenergetskemu sistemu 28.000 GWh in pri tem porabila 33.100.000 t lignita. Skupna količina lignita, ki izgori v občini Pljevlja, je več kot 1.800.000 t letno, od tega 1.700.000 t izgori v TE, ki poleg premoga letno v povprečju porabi okoli 3.500 t težkega kurilnega olja (mazuta) in 660 t kemikalij. Na podlagi razpoložljivih podatkov (Ajanović, 2013) TE Pljevlja porabi 225 t lignita na uro, 200 t/h kisika in na takšen način v ozračje emitira 230 t/h ogljikovega dioksida, 3,57 t žveplovega (IV)-

oksida, 120 t/h vodne pare in 0,36 t/h suspendiranih delcev. Pri izgorevanju premoga nastaja pepel (44 t/h) in žindra (5 t/h). Zaradi visokega dimnika termoelektrarne je pri neugodnih vremenskih razmerah in v času kurilne sezone v gospodinjstvih registrirano povečanje koncentracije suspendiranih delcev. Zaradi nezadostne učinkovitosti elektrofiltra, spremembe obstoječih predpisov za zaščito okolja in zahtev Evropske unije o emisiji PM₁₀ iz energetskih obratov so izvedli zamenjavo elektrofiltrskega obrata v letu 2009. Na dimniku je pred izhodom plina v ozračje vgrajen kontinuirani sistem za spremljanje emisij. Merilno mesto se nahaja na višini obstoječe platforme (67 m). Na dimniku se izvaja kontinuirano merjenje emisijskih koncentracij suspendiranih delcev, ogljikovega dioksida, dušikovega oksida in žveplovega (IV)-oksida. V Tabeli 3 so prikazani rezultati merjenja emisij zdravju škodljivih snovi v dimnem plinu iz TE Pljevlja za leto 2010 in 2011 (mesečne povprečne vrednosti) (Medmrežje 3).

Tabela 3: Izmerjene vrednosti emisij onesnaževal iz TE Pljevlja za leto 2010 in 2011 (mesečne povprečne vrednosti) (Vir: AZZZS, 2013)

EMISIJE

	Suspendirani delci		SO ₂		NO _x		CO	
	mg/m ³		mg/m ³		mg/m ³		mg/m ³	
Mesec/Leto	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Jan	57	122	2994	4132	517	522	41	35
Feb	52	126	3272	4326	500	533	35	30
Mar	64	113	3026	4479	508	529	37	30
Apr	71	86	3099	4980	491	484	38	30
Maj	99	206	3338	5312	482	469	37	33
Jun	83	196	3397	4995	482	471	44	30
Jul	53	173	3082	4707	446	504	36	29
Avg	47	191	3097	4740	444	494	37	29
Sep	70	171	3120	4583	452	485	36	26
Okt	110	228	3423	4907	467	498	36	30
Nov	118	253	3350	4921	466	495	40	29
Dec	165	189	3552	4665	502	515	41	26
GVE*za obstoječi I. blok	50		400		500		250	
GVE*za novi blok	20		200		200		-	

GVE*– mejne vrednosti emisij iz Uredbe o mejnih vrednostih okolju škodljivih delcev v zraku iz stacionarnih virov (Sl. list CG št. 11/11). V prehodnih in izvršnih odredbah v tej uredbi je predpisano, da bodo obrati, ki so nastali v času od pravnomočnosti te uredbe, morali uskladiti svoje emisije okolju škodljivih delcev s predpisi te uredbe.

Tabela 4 kaže, da so povprečne mesečne vrednosti suspendiranih delcev in SO₂ presegale dovoljeno mejno vrednost emisij skozi celo leto 2010 in v letu 2011. V letu 2011 se kaže trend močnega povečanja izmerjenih vrednosti suspendiranih delcev in SO₂.

Povprečne mesečne vrednosti SO₂ so bile vsak mesec presežene za več 10-krat.

Najvišja povprečna mesečna koncentracija SO₂, izmerjena maja, pa je bila kar 14-krat večja od dovoljene, to je 5.312 mg/m³.

Koncentracija NO_x je dosegala in presegala mesečno povprečno vrednost v januarju, februarju, marcu in decembru 2010, leta 2011 pa v januarju, februarju, marcu, juliju in decembru.

Izmerjene emisije CO so bile v okviru dovoljenih mejnih vrednosti.

TE Pljevlja na kakovost zraka vpliva tudi posredno, in sicer z emisijami vodne pare iz stolpa za hlajenje, ki prispeva k temu, da se suspendirani delci zadržujejo v spodnjih slojih atmosfere. Ta posredni vpliv ni tako nedolžen in ga ne bi smeli zanemariti, čeprav govorimo o emisijah, ki neposredno ne vsebujejo škodljivih delcev. Z izkoristkom tega potenciala za generiranje toplotne energije bi, razen ekonomske blaginje, izboljšali tudi kakovost zraka v Pljevaljski kotlini.

2.7 Vpliv TE na okolje

Z izgorevanjem premoga v TE nastajajo velike količine dimnih plinov, ki se sproščajo v ozračje skozi dimnik na višini 252 m. Dimnik prepreči zadrževanje onesnaževal v kotlini, predvsem je to pomembno v času temperaturne inverzije. Od naprav za čiščenje je vgrajen samo elektrofilter za odstranjevanje prahu, niso pa vgrajene naprave za razžveplanje in denitrifikacijo dimnih plinov. Emisije žveplovega dioksida so odvisne od vsebnosti žvepla v premogu in presegajo mejne vrednosti glede na Uredbo o mejnih vrednostih emisij okolju škodljivih delcev v zraku in stacionarnih virih ("Službeni list CG" br. 10/2011). Žveplov dioksid in dušikovi oksidi povzročajo nastanek kislega dežja, ki povzroča spremembe v ekosistemih. O kislem dežju govorimo, ko je pH pod 5,6. Kisel dež povzroča zakisovanje tal, izločanje toksičnih ionov, spreminja pedološke in mikrobiološke lastnosti tal, pri rastlinah se pojavljajo poškodbe listja, popkov, skorje, pojavljajo se anomalije rasti, kar na koncu lahko privede tudi do propada. Iglavci so bistveno bolj občutljivi v primerjavi z listavci, kar predstavlja veliko težavo v občini Pljevlja, saj so iglavci prevladujoča drevesna vrsta na tem območju. Nizka vrednost pH v vodnem ekosistemu lahko pripelje do rušenja primarne produkcije, kar lahko pripelje tudi do uničenja celotnega ekosistema (Rudnik uglja Pljevlja, 2015).

Prizadeto področje pa je tudi del Nacionalnega parka Durmitor, za katerega je značilna velika biološka raznovrstnost (NVO Green Home, 2013).

2.8 Uporaba peletov za zmanjšanje emisij onesnaževal iz kotlovnice

Kotlovnice za ogrevanje in mala kurišča so drugi največji emitent SO_2 in tretji največji emitent NO_x , prispevajo pa tudi k emitiranju PM_{10} in $\text{PM}_{2,5}$. Ocenjeno je, da je na področju Pljevaljske kotline okoli 5.000 individualnih kurilnic. Kot kurilno sredstvo se v večini uporabljata premog in les, kar bi v prihodnosti lahko zamenjali za kurilne naprave na pelete. Lahko pa so nekateri že obstoječi sistemi na trda goriva ali mazut preurejeni za uporabo lesnih peletov (Grijanje d.o.o., 2015).

Slika 4 kaže področja individualnih kurilnic v občini Pljevlja. Največja kotlovnica v središču mesta je začela obratovati leta 1976. Od začetka svojega delovanja, in sicer kot obrat na trdo gorivo z 12 kotlovskimi postajami, je prebivalcem in gospodarstvu kontinuirano 35 let distribuiralo toplotno energijo. V svoji zgodovini je bila nekajkrat rekonstruirana, modernizirana in prilagojena standardom, toda nikoli ni prenehala obratovati. Zadnja rekonstrukcija je bila izvedena v avgustu leta 2008, ko so stari in dotrajani železni kotli bili demontirani in zamenjani z novimi, s toplotno kapaciteto 6 MW, s posebno postavljenimi napravami za kurjenje, ventilatorji svežega zraka, multiciklonom, ventilatorjem dimnih plinov itd. Toda tudi to ni pripeljalo do bistvenega izboljšanja stanja kakovosti zraka, zato je bila leta 2011 izdana prvostopenjska odločba Termoenergetske inšpekcije Ministrstva za gospodarstvo št.: 0505-3573/3 o trajni zaustavitvi obratovanja kotlovnice, ki pa nikoli ni bila izvedena.



Slika 4: Individualne kurilnice (Vir: Strojna fakulteta Podgorica, 2015)

Onesnaženje okolja bi lahko bistveno zmanjšali s preходом na lesne pelete ali brikete. V Črni gori se biomasa za kurjenje uporablja šele nekaj let.

Pelete proizvajajo iz lesnih ostankov, ki nastanejo pri predelavi lesa. So zelo funkcionalni za skladiščenje, saj zahtevajo malo skladiščnega prostora. Prednost peletov je preprosta uporaba. Pelete lahko uporabimo v sobnih pečeh in kotlovnica h za centralno ogrevanje.

Značilnosti lesnih peletov so odvisne od več dejavnikov, med katerimi so najpogosteje omenjeni: vrsta lesa, oprema za proizvodnjo, vlažnost in druge značilnosti osnovne surovine. Osnovne značilnosti lesnih peletov, ki jih najpogosteje najdemo na tržišču, so naslednje (Glavonjić, 2011):

- energetska vrednost: 4,3–4,9 kWh/kg,
- prostorninska teža: 500–700 kg/m³ v odvisnosti od vrste lesa, ki je uporabljena za njihovo proizvodnjo,
- vsebnost vlage: 8–10 % in
- vsebnost pepela: 0,5–6 %.

Danes so v uporabi avtomatizirani sistemi peči na lesne pelete, namenjeni centralnemu ogrevanju. Najpogosteje se uporabljajo peči moči 12 kW, ki poleg funkcije centralnega ogrevanja omogočajo oskrbo gospodinjstva s toplo vodo.

Kotli na lesne pelete imajo vgrajene mikroprocesorje, ki nadzirajo količino pelet na enoto časa kot tudi količino zraka, potrebna za njihovo optimalno izgorevanje v kurilnici kotla. To omogoča izjemen izkoristek izgorevanja (tudi več kot 90 %) in zelo nizko emisijo dima (Vir: Glavonjić, 2008).

Zaradi visokega izkoristka izgorevanja ostajajo v kotlu zelo majhne količine pepela, ki jih je treba čistiti mesečno. Vlade držav v Evropski uniji na različne načine spodbujajo potrošnike na prehod iz fosilnih na obnovljiva goriva. V Veliki Britaniji so od aprila leta 2001 proizvajalci in uvozniki kotlov in peči na lesna goriva upravičeni do posebne davčne olajšave, potrošniki v Avstriji pa lahko uveljavljajo povračilo nakupa v višini 30 % od cene peči, kotla ali cene inštalacije centralnega ogrevanja na lesna goriva. Slovenija ima od leta 2015 nepovratne finančne spodbude v višini do 25 % priznanih stroškov naložbe, za kurilno napravo na sekance, pelete in polena ter za kamine oziroma peči na pelete za centralno ogrevanje stavb (Eko sklad. Obvestilo o zaključku Javnega poziva 29SUB-OB15. 2015). Cene se vrtijo od 1.100 € za kotle do 40 kW, pa vse do 2.000 € za kotle več kot 150 kW.

2.9 Geotermalni sistem ogrevanja kot trajna rešitev

Geotermalna energija je obnovljivi vir energije, saj se toplota neprekinjeno proizvaja znotraj Zemlje z različnimi procesi. Na prvem mestu je naravno razpadanje radioaktivnih elementov (predvsem U, Th in Ca), ki se nahajajo v vseh stenah Zemlje in proizvajajo ogromno toplotno energijo. Razen z radioaktivnim razpadanjem se toplota v Zemljini skorji ustvarja tudi na druge načine: z endotermnimi kemijskimi reakcijami, kristalizacijo raztopljenih materialov in trenjem pri premikanju tektonskih plošč.

Pri geotermalni energiji zemeljskih sten je današnja tehnologija omejena na globino vrtanja do 10 km, kar pomeni, da je eksploatacija mogoča samo do te globine. Če bi lahko posegali še globlje, bi energije bilo še več. Vse dokler ne bo ustvarjena tehnologija za izkoriščanje te energije, nam kot energetski izvor preostane samo hidro-geotermalna energija, katere je sicer mnogo manj, njena tehnična uporaba je velika, tako kot je eksploatacija ekonomsko upravičena.

Rezerve hidro geotermalne energije so okoli 2.000-krat večje kot rezerve premoga. Največji del nosilcev energije ima temperaturo, nižjo od 100 °C (okoli 88 %), zgolj manjši del pa temperaturo nad 150 °C (okoli 3 %). Dokazano je, da je zaloga geotermalne energije večja, kot so energetske zaloge premoga, nafte, naravnega plina in urana skupaj (Medmrežje 4).

2.9.1 Geotermalna energija v svetu

Največje zaloge geotermalne energije so na področjih, kjer je vir energije bližje površju (vulkansko in potresno aktivna področja). V porečju Tihega oceana leži takšno največje področje. Obroč ognja je področje, dolgo 40.000 km, kjer se pojavlja veliko število potresov in vulkanskih izbruhov. V obroču ognja je 452 vulkanov, kar predstavlja 75 % aktivnih in mirujočih vulkanov na svetu. V Evropi je najbolj bogato geotermalno območje med Evrazijsko in Afriško tektonsko ploščo. Območje zajema večji del Južne in Srednje Evrope, tudi Slovenijo. Islandija, Italija in Grčija imajo najboljše pogoje za izkoriščanje geotermalne energije.

Italija je pionirska država glede na pridobivanje električne energije iz geotermalnega vira. V Italiji je bila leta 1913 zgrajena največja elektrarna v Evropi z močjo 390 MW.

Na Islandiji je 25 % skupne proizvedene električne energije iz geotermalne energije; 30 % porabe električne energije je zagotovljeno z visokotemperaturnimi geotermalnimi elektrarnami; 89 % hiš ogrevajo z nizkotemperaturnim virom geotermalne energije (Rajver in sod., 2016).

Kljub potencialom je geotermalna energija v Sloveniji slabo izkoriščena. Geotermalno energijo v Sloveniji izrabljajo na 27 lokacijah (terme 32 %, ogrevanje prostora, vključno z daljinskim ogrevanjem 34 %, ogrevanje toplih gred 15 %, GHP 14 %, klimatizacija 3 % in industrijski procesi 2 %).

V Sloveniji so nizkotemperaturni geotermalni viri pomemben gospodarski in lokalni vir toplotne energije (Lendava) (Dikić, 2009).

Geotermalna energija lahko nadomešča druge energente (npr. fosilna goriva) in prispeva več kot 80 % primarne energije na svetu. V nadaljevanju prikazujem uporabo geotermalne energije v gospodarstvu v različnih državah (Lund & Boyd, 2016):

- Islandija – 90 % stavbnega prostora je ogrevanega,
- Japonska – 2.000 onsenov (japonskih termalnih vrelcev), 5.000 javnih kopališč, 1.500 hotelov s 15.000.000 turistov letno,
- Švedska – 20 % stavb je ogrevanih s sistemi GHP,
- Švica – 90.000 inštaliranih enot GHP (približno 3 enote/km²),
- Tunizija – 244 ha ogrevanih rastlinjakov,
- Turčija – v 16 mestih je ogrevanih 90.000 stanovanj – blizu 30 % vseh stanovanjskih enot,
- ZDA – 1.400.000 enot GHP (7-odstotna letna rast).

2.9.2 Klimatske razmere v Črni gori

Klima Črne gore je razdeljena v 3 klimatska področja ali cone:

- I cona: povprečna letna temperatura je 15,5 °C (primorski del Črne gore, skupaj s Podgorico),
- II cona: povprečna letna temperatura je 11,5 °C (osrednji del Črne gore),
- III cona: povprečna letna temperatura je 8 °C (severni del Črne gore).



Slika 5: Klimatska področja ali cone Črne gore (Vir: Medmrežje 5)

Cona III, kjer se nahaja Pljevlja, zajema severni del Črne gore z najhladnejšo klimo. V tem delu Črne gore živi 31 % prebivalstva države. Povprečna letna temperatura je 8 °C.

2.9.3 Vrste geotermalne energije (GTE)

Razlikujemo dve vrsti GTE:

- a) visoko-temperaturno geotermalno energijo (HGTE), ki je nastala kot posledica ustvarjanja vodne pare pod visokim pritiskom v jedru Zemlje,
- b) nizko-temperaturno geotermalno energijo (LGTE), ki je rezultat absorbirane solarne energije v Zemlji.

V nadaljevanju tega diplomskega dela bomo s pojmom geotermalna energija (GTE) opisovali nizko-temperaturno geotermalno energijo (LGTE), obnovljivo energijo, ki se obnavlja v Zemlji zaradi vpliva Sonca.

Zemlja absorbira skoraj 50 % sončne energije, ki ogreva Zemljo po globini. Velika akumulacijska sposobnost Zemlje uravnava oscilacije temperature zunanjega zraka. Amplitude teh nihanj se po

globini zmanjšujejo oziroma na sami površini Zemlje spremljajo zunanji zrak. Na največji globini (6–10 m) je temperatura Zemlje skoraj nespremenljiva (10–15 °C). Na tej globini je Zemlja, če jo primerjamo z njeno površino, toplejša pozimi in hladnejša poleti.

Na globini od 6 do 10 m vlada konstantna temperatura, ki je enaka povprečni letni temperaturi zraka. Površina Zemlje pa spremlja temperaturo zraka skozi leta. Tudi temperatura podzemnih vod se giblje okoli teh temperatur (10–15 °C). Pri globini 130 m temperatura Zemlje na vsakih 60 m raste za 1 °C. Amplituda nihanja temperature Zemlje se zaradi akumulacijskega učinka Zemlje po globini duši, na drugi strani pa se po fazah premika v odnosu na temperaturo zraka. Na površini temperatura Zemlje spremlja temperaturo zraka, zato sta temperaturi Zemlje in zraka približno isti, nihanja pa so v fazah. Amplitude se z globino zmanjšujejo, povečuje pa se fazni premik – zakasnelosti za temperaturo zunanjega zraka (Priručnik Legend, 2015).

Ker toplota sama po sebi ne more preiti iz nižje na višjo, je treba pozimi uporabiti toplotno črpalko (GHP), ki črpa toploto z nižje na višjo temperaturo.

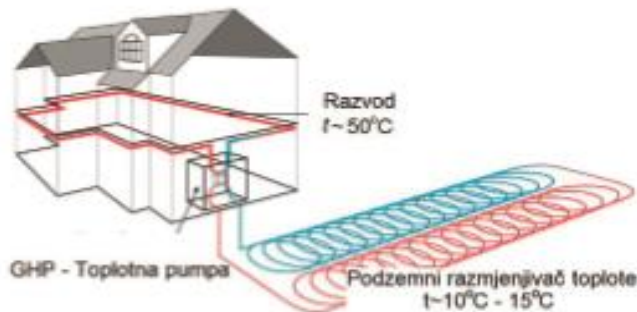
V poletnih dneh, ko imamo potrebo po hlajenju, nimamo te težave, saj je bivalni prostor na višji temperaturi od podzemne. Toplota v primeru uporabe toplotne črpalke bi se lahko sama po sebi spuščala v globino Zemlje in na tak način hladila bivalni prostor. Da pa bi povečali učinek procesa, uporabljamo toplotno črpalko (GHP) tokrat kot hladilno napravo.

Posrednik med toplotno črpalko in Zemljo je podzemni izmenjevalec toplote (GHE), ki je lahko različne oblike:

- a) v primeru »zaprtih« sistemov GHE tvorijo plastične cevi v Zemlji, čez katere se pretaka delovni fluid (voda);
- b) v primeru »odprtih« sistemov GHE je Zemlja tista, s katero je delovni fluid (voda) v neposrednem stiku.

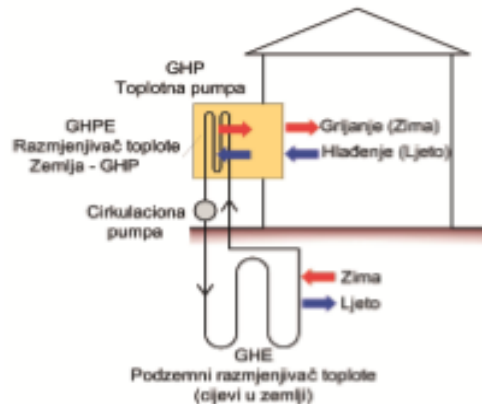
2.9.4 GSHP (Ground Source Heat Pump)

Da bi izkoristili energijo, ki ima v Zemlji relativno nizko temperaturo (od +10 °C do +15 °C), jo je v razvodnem sistemu objekta (~ +50 °C) treba zvišati do ~ +50 °C. Zato je potrebna črpalka na električni pogon, da zviša temperaturo iz 10 na 50 °C.



Slika 6: Sistem toplotne črpalke (Vir: Priručnik Legend, 2015)

Posrednika v distribuciji energije od GHP do objekta sta voda ali zrak. Če je posrednik voda, uporabljamo različna grelna telesa. Če pa je posrednik zrak, se lahko le-ta sprejema neposredno v GHP oziroma v klimatsko komoro, do katere se dovaja energija z vodnim cirkulacijskim krogom.



Slika 7: GHP-sistem (Vir: Priručnik Legend, 2015)

2.9.5 Prednosti in pomanjkljivosti uporabe geotermalne energije

Prednosti uporabe geotermalne energije so:

- uporaba geotermalne energije zanemarljivo vpliva na okolje in ne povzroča učinka tople grede,
- geotermalne elektrarne ne zavzemajo veliko prostora,
- predstavlja ogromen energetski potencial (omogoča neomejeno napajanje z energijo),
- izključena je potreba za gorivom,
- ko je geotermalna elektrarna zgrajena, je energija skoraj brezplačna in
- možnost večnamenske uporabe (vpliva na ekonomsko upravičenost eksploatacije).

Pomanjkljivosti uporabe geotermalne energije so:

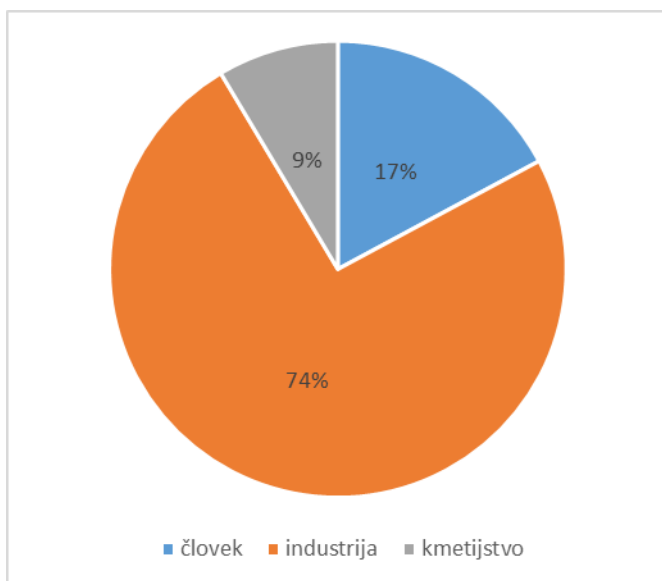
- lokacij, na katerih je možno graditi geotermalne obrate, ni veliko (odvisne so od položaja, globine, temperature, odstotkov vode v določenem geotermalnem rezervoarju),
- omejitve glede na sestavo zemeljskih sten, možnosti pristopa ter eksploatacije,
- zaradi neustreznega izkoriščanja se lahko vir toplotne energije porabi,
- oteževalno okoliščino pri izkoriščanju predstavlja prisotnost nevarnih plinov in mineralov,
- za začetek uporabe energije so potrebna velika investicijska vlaganja (začetek uporabe in razvoj), v nadaljevanju pa visoki stroški vzdrževanja (izzvani zaradi korozije, nalaganja mineralov itd.).
-

3 ODNOS PREBIVALCEV V OBČINI PLJEVLJA DO ONESNAŽENEGA OKOLJA

Že leta smo priča razpravam o največjem problemu v mestu, prekomerni onesnaženosti mesta. Zelo malo pa je podatkov o tem, kakšno je mnenje prebivalcev o stanju okolja in kaj bi bilo treba storiti v smeri izboljšanja. Cilji ankete so: ugotoviti, ali in v kolikšni meri so prebivalci seznanjeni s problemom onesnaženosti zraka, ali in v kolikšni meri so se pripravljene soočiti s tem problemom.

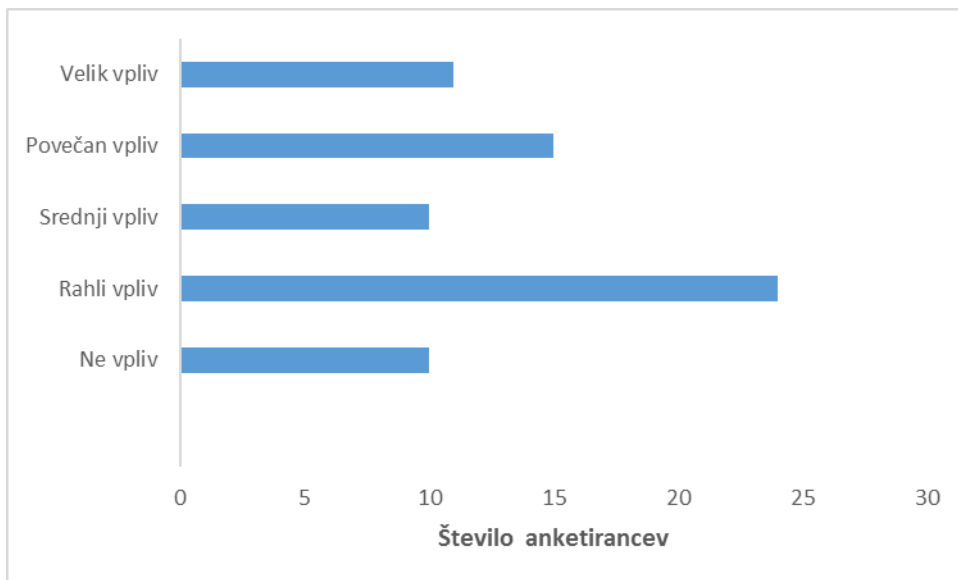
V anketi je sodelovalo 70 prebivalcev različnih starosti in obeh spolov. Najmlajši anketiranec je imel 16 let, najstarejši pa 72.

Z analizo pridobljenih podatkov sem ugotovila, da mnogo anketirancev meni, da je največji vir onesnaževanja industrija, svoje udeležbe v onesnaževanju okolja pa ne dojemajo resno. Kaj je po vašem mnenju glavni vir onesnaževanja okolja, je vprašanje, na katero je 74 % anketirancev odgovorilo, da je industrija glavni krivec, sledi človek s 17 % in kmetijstvo z 9 %.



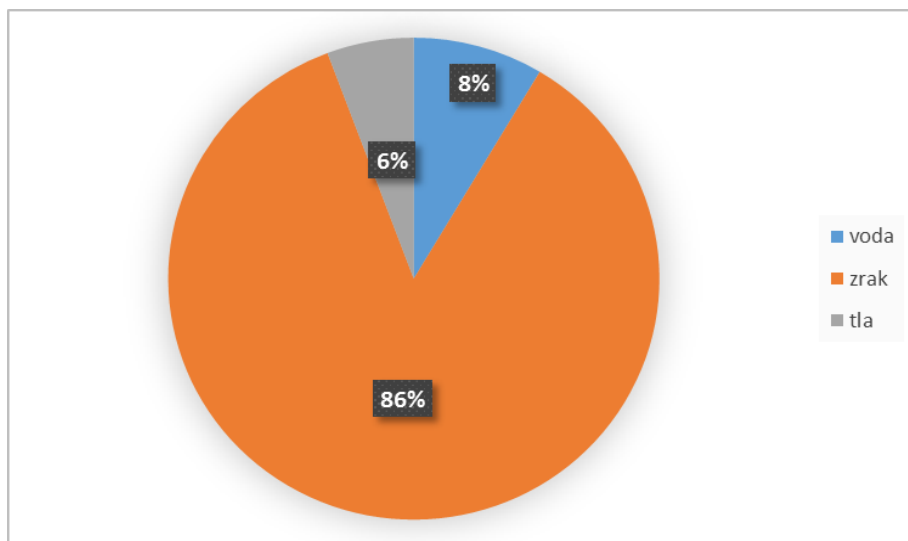
Graf 9: Glavni viri onesnaževanja okolja (Vir: Bailović, 2016)

Od 70 anketirancev jih je 26 odgovorilo, da se zavedajo človeškega vpliva na okolje (velik vpliv 11 odg. in povečan vpliv 15 odg.), 10 vprašanih se srednje zaveda vpliva in 34 se ne strinja s človeškim vplivom (rahli vpliv 24 odg. in ne vpliv 10 odg.).



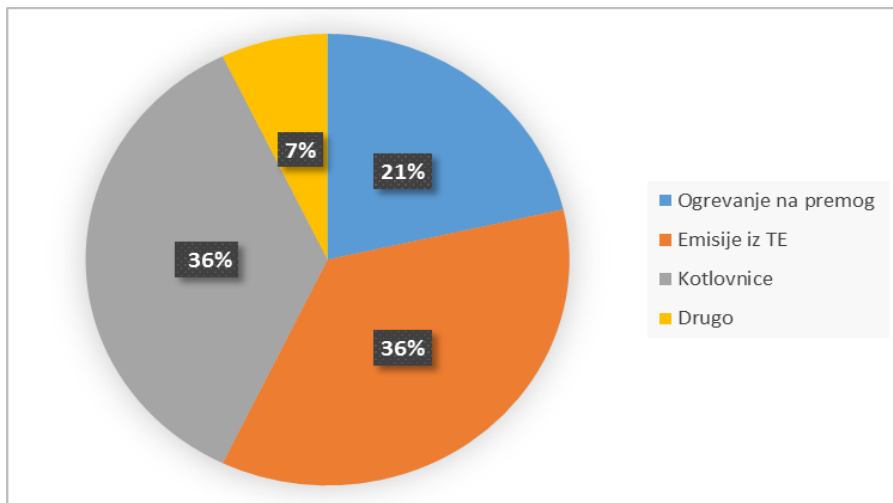
Graf 10: Vpliv človeka na okolje (Vir: Bailović, 2016)

Na vprašanje, kateri del naravnega okolja je najbolj ogrožen, so prebivalci s kar 86 % odgovorili, da je glavni ekološki problem v mestu onesnaženost zraka, 8 % anketirancev meni, da je to voda, medtem ko jih samo 6 % trdi, da so najbolj ogrožena tla.



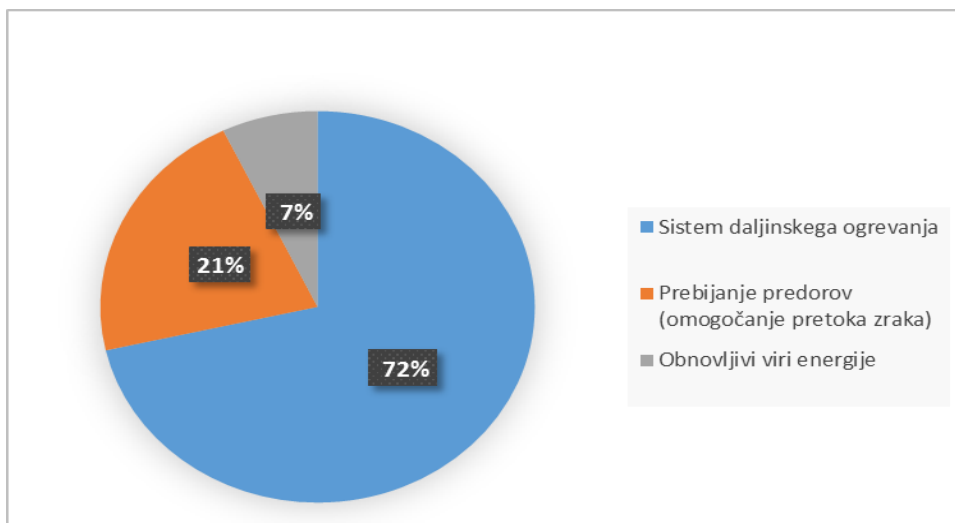
Graf 11: Onesnaženost glavnih elementov atmosfere (Vir: Bailović, 2016)

Glavni vzroki onesnaževanja zraka so po mnenju anketirancev plini iz TE in kotlovnice (oba odgovora sta prejela enak odstotek). 7 % anketirancev pa meni, da sta glavna razloga onesnaževanja promet in nepravilno razvrščanje odpadkov (odlagališča).



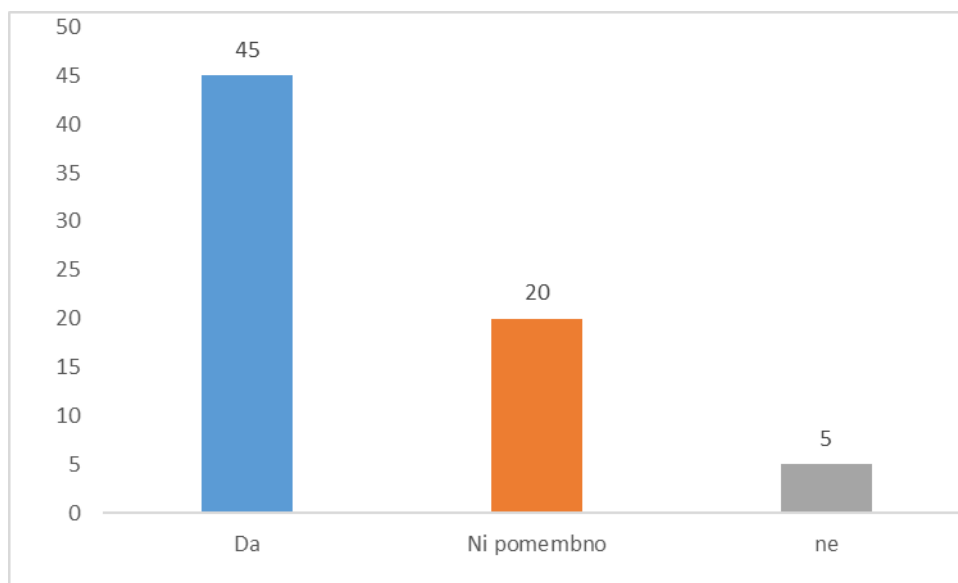
Graf 12: Glavni vzroki onesnaževanja zraka (Vir: Bailović, 2016)

Ker je problem onesnaženosti prisoten iz leta v leto, je tudi tema, kako rešiti stanje kakovosti zraka, vedno bolj aktualna. Na vprašanje, kaj bi bila najboljša rešitev za sanacijo problema kakovosti zraka, so prebivalci enotno odgovorili (72 % anketirancev), da je to sistem daljinskega ogrevanja. 21 % anketirancev se je odločilo za model prekopavanja tunelov (primer občina Nikišić), ki omogočajo kroženje vetra in zraka ter s tem zmanjšuje število dni z meglo. Zgolj 7 % anketirancev pa meni, da bi problem onesnaževanja lahko rešili z alternativnimi viri energije.



Graf 13: Sanacija onesnaženosti (Vir: Bailović, 2016)

V javnosti se že dalj časa govori o urejenem ogrevanju gospodinjstev. Kot glavni in edini pogoj za izvedbo tega projekta se omenja izgradnja drugega bloka TE Pljevlja. Ta tema je tudi medijsko zelo dobro pokrita in kot je videti, je tudi prebivalcem postala edina vidna rešitev (od 70 anketirancev je kar 50 anketirancev obkrožilo odgovor a).



Graf 14: II. blok TE Pljevlja kot pomemben dejavnik izboljševanja kakovosti zraka (Vir: Bailović, 2016)

Iz rezultatov ankete, opravljene s 70 anketiranci, sem prišla do zaključka, da se prebivalci ne zavedajo svoje vloge v zaščiti okolja. Rezultati kažejo, da je glavni problem onesnaževanja način ogrevanja zaprtih prostorov v zimskem obdobju, ki traja več kot 6 mesecev. Na podlagi rezultatov ankete pa vidimo, da na področju občine Pljevlja ni veliko zanimanja za nove načine ogrevanja prostorov z uporabo obnovljivih virov energije.

4 PRIMERJAVA MED ŠALEŠKO DOLINO IN PLJEVALJSKO KOTLINO

Šaleška dolina in Pljevaljska kotlina sta središči pridobivanja fosilnega goriva (lignita) na Balkanu. Mesti povezuje sodelovanje v cilju razvoja, ki se nanaša na podobnosti med TE Šoštanj in TE Pljevlja, kot tudi Rudnika Velenja in Rudnika Pljevlja. Razvoj industrije je v obeh mestih pustil posledice, ki so povzročile degradacijo okolja. Občina Šoštanj in občina Velenje sta velik del problema že sanirali, medtem ko je občina Pljevlja v projektni fazi.

Za reševanje ekološkega problema v Šaleški dolini (občina Šoštanj in občina Velenje) je država vložila 182.000.000 €. Sanacija onesnaženosti vode, zraka in tal se je v Šaleški dolini izvajala 15 let. Šaleška dolina je v času zgodnjih osemdesetih let valjala za eno najbolj onesnaženih mest v Sloveniji. Večino strokovnih podlag za sanacijo je opravil Inštitut za ekološke raziskave ERICo iz Velenja, s katerim je začela sodelovati tudi občina Pljevlja.

ERICo opravlja stalni monitoring vode, zraka, odlagališč premoga, sesedanja tal, vpliva industrije na gozdove, živali in prehranjevalno verigo. Pred ekološko sanacijo v Velenju in Šoštanju je bila izvedena toplifikacija mesta, prav tako pa je bil izveden proces razžveplanja dimnih plinov. Najbolj pomemben projekt pa je bila vgradnja elektrofiltrov v TE Šoštanj. Pred sanacijo leta 1983 je TE v zrak izpustila letno tudi do 123.382 t SO₂, leta 2016 pa 925 t. Izgrajen je bil še zaprti krogotok odpadnih vod iz TE Šoštanj, ki je zmanjšal pH Velenjskega jezera in reke Pake iz 12 na 7 (TE Šoštanj, 2017).

Pljevaljska kotlina in Šaleška dolina imata neugodno obliko kotline in pogoste temperaturne inverzije. Naravne okoliščine tako prispevajo k večji onesnaženosti zraka. Za razliko od Pljevalje v Velenju odlagališči pepela in žlindre ne obstajata več.

Inštitut Erico je za Črno goro že pripravljajl dokumentacijo: Lokalni program varstva okolja za občino Pljevlja, Študijo za oceno potreb sprememb v krovnem programu za upravljanje z odpadki in še nekaj manjših študij. Velenjski Esotech je pripravil idejni projekt, Poročilo o vplivu bloka II na okolje. Blok II bo gradila češka Škoda, s katero je pogodba že podpisana.

Vzporednica TE Pljevlja in TE Šoštanj glede na letno pridelavo elektrike (Tabela 4).

Tabela 4: Pridelava elektrike za leto 2016

MESTO	BIOMASA	MOČ TE	POVPREČNA PRIDELAVA LETNO
Velenje	lignit	600 MW	4.117 GWh
Pljevlja	lignit	218 MW	1.216 GWh

Finančni vidik:

- Izgradnja II. bloka TE Pljevlja in izboljšava I. bloka TE bo stala 322.000.000 €. Revitalizacija TE Pljevlja (zmanjševanje emisij plinov) stane 64.000.000 €, in sicer v skladu s podatki iz Plana za realizacijo strategije razvoja energetike do leta 2030. 500.000 € je stala izdelava študije, projektne dokumentacije, naročil in izbor konzorcija, 15.500.000 € pa vgradnja naprave za zmanjšanje emisij plinov. Za vgradnjo naprave v letu 2017 bodo porabili 44.000.000 €, za rekonstrukcijo hladilnega stolpa pa 3.500.000 €. Revitalizacija I. bloka s strategijo financiranja Elektroprivreda Črne gore in TE Pljevlja bo stala 64.500.000 € (Vlada Crne Gore, 2015).
- Računsko sodišče je objavilo poročilo o reviziji poslovanja družbe Holding Slovenske elektrarne (HSE), Agencije za upravljanje kapitalskih naložb Republike Slovenije (AUKN) in Slovenske odškodninske družbe (SOD) oziroma družbe Slovenski državni holding (SDH) pri obvladovanju denarnih tokov HSE zaradi investicije v blok VI TE Šoštanj. Z revizijo so želeli ugotoviti, kako so institucije ravnale z denarjem pri tej investiciji med letoma 2012 in 2014. Zadnja revizija Računskega poročila je ugotovila, da se je predračunska vrednost investicije v blok VI v tem času povečala za 125.000.000 € in znaša 1.430.000.000 €, s tem pa preseгла znesek 1.300.000.000 €, ki je določen v Zakonu o poročstvu Republike Slovenije za obveznosti iz dolgoročnega posojila v vrednosti 440.000.000 €, ki ga je najela TE Šoštanj pri Evropski investicijski banki za financiranje projekta (Računsko sodišče Republike Slovenije, 2015).

Časovni vidik:

- I. blok TE Pljevlja bo delal do leta 2024, ko je predvidena njegova zaustavitve. Do takrat bosta oba bloka obratovala z omejitvijo – blok I bo omejen z 20.000 delovnimi urami do končne zaustavitve. Blok TEP II bi v prvih 25 letih delal s 6.500 enakovrednih ur letno, nato pa 6000 ur letno. Na ta način bi se v popolnosti izkoristile rezerve lignita v pljevaljskem bazenu.
- Zaradi kompleksnosti in obsežnosti gradnje bloka TEŠ VI bo le-ta razdeljena v več faz. Gradbena dela so se začela z rušenjem hladilnih stolpov blokov I, II in III leta 2010. Bloki I, II, III in IV so zaustavljeni leta 2014, blok V pa je leta 2015 prešel v hladno rezervo. Blok VI je poskusno začel obratovati istega leta. Junija 2016 je TEŠ VI dobil uporabno dovoljenje. Proces zmanjševanja emisij se bo nadaljeval z nadaljnjim zniževanjem ravni proizvodnje, ko bo v letu 2027 zaključena življenjska doba bloka V in ko bo do leta 2054 obratoval le blok VI (Medmeržje 6).

Okoljski vidik:

- Revitalizacija obstoječega bloka TE Pljevlja bo povečala učinkovitost elektrarne: reševanje problema prekoračenih emisij onesnaževal zraka, inštalacija novega elektrostatičnega filtra, inštalacija sistema za vlažno razžvepljevanje dimnih plinov in sistema selektivne katalične redukcije NOx. Izgradnja novega bloka TE Pljevlja s tehnologijo izgorevanja premoga v fluidiziranem sloju za kombinirano proizvodnjo

električne energije in toplote (za potrebe daljinskega ogrevanja Pljevalja) in z inštalacijo vseh potrebnih tehnologij za omejevanje emisij onesnaževal bo prav tako pripomogla k zmanjšanju emisij. Pomembno pa je poudariti, da bo v toku obratovanja obeh blokov količina emisij še večja.

- Ekološka sanacija Šaleške doline poteka že od leta 1987, ko je bil sprejet Ekološki sanacijski program. TEŠ VI je proizvodni objekt najboljših tehnologij, ki je tako z okoljskega kot ekonomskega vidika optimalen. Emisije ogljikovega dioksida bodo za približno 35 % nižje kot v primeru obratovanja starih blokov IV in V, emisije ostalih onesnaževal pa se bodo znižale do 40 %. To zmanjšanje ogljikovega dioksida na dolgi rok pomeni 1.200.000 t/leto, prav tako pa predstavlja 8 % vseh toplogrednih emisij Slovenije. TEŠ VI bo Sloveniji omogočal izpolnjevanje okoljskih zahtev EU in prehod v nizko ogljično družbo, česar z blokoma IV in V, niti z obnovljenima, ne bi mogli doseči. Slabost pri gradnji TEŠ VI, ki je ne moremo zanikati, je izbrana tehnologija, ki ne omogoča zamenjave goriva.

V delu MO Velenje je zgrajen sistem daljinske oskrbe s toploto, ki zagotavlja ogrevanje sanitarne vode in ogrevanje prostorov tako stanovanjskih objektov, kakor tudi poslovnih, upravnih in vseh ostalih. To je zelo pomembno zaradi zmanjšanja emisij iz kotlovnice in malih kurišč, ki bi drugače nastajale, kakovost zraka pa je zaradi daljinskega ogrevanja boljša.

5 PREDNOSTI IN SLABOSTI UPORABE PELETOV IN PREMOGA

V teoretičnem delu diplomske naloge sem predstavila lesno biomaso kot obnovljivi vir energije, ki je v današnjem času pri proizvodnji energije in ogrevanju v porastu. Rudarsko mesto Pljevlja je od razvoja industrije povezano z uporabo lignita kot goriva. Ta vrsta goriva se zaradi dostopnosti uporablja v gospodinjstvih kot osnovna surovina za ogrevanje.

Energetska vrednost peletov je izjemno visoka, kar jih uvršča med najboljša goriva na lesni osnovi. Poleg visoke vsebnosti energije so peleti gorivo, ki zahteva malo prostora za skladiščenje v primerjavi z ostalimi lesnimi gorivi.

Finančni in časovni okvir:

- Cena peči na premog in pelete je približno ista. Obe imata moč okoli 9 kW in grejeta prostor do 100 m². Z vgradnjo in zagonom je cena okoli 1.000 €. Ocenjuje se, da se investicija povrne v obdobju od treh do petih let, lahko tudi prej. Vgradnja takšnih kotlov in sistemov daljinskega ogrevanja traja približno dva dni. V Tabeli 5 je prikazan primerjalni pregled cen gretja na različne vrste goriv z letno proizvodnjo 18.650 kWh, v kateri je razvidno, da so peleti ugodnejši od električne energije in manj ugodni od premoga iz kopa Rudnika Pljevalja. Lesni peleti zahtevajo večjo površino za skladiščenje, in sicer zaradi količine goriva, ki so potrebne za eno sezono ogrevanja. Cenovna razlika peletov po enoti je večja od premoga za 252 € in manjša od električne energije za 585 €.

Tabela 5: Primerjalni pregled cen gretja na različne vrste goriva v Črni gori za gospodinjstva z letno porabo 18.650 kWh (Vir: Glavonjić, 2011)

Vrsta energenta	Enota	Energetska vrednost (kWh/enota)	Potrebna količina po enoti	Cena po enoti	Skupni stroški za potrebno količino goriva	Cena energije v €/kWh
Lesni peleti	tona	4.800	3.9	180	702	0,0376
Premog Pljevlja	tona	3.750	5.0	90	450	0,0241
Električna energija	kWh	1	18.650	0.069	1.287	0,069

Okoljski vidik:

- Peleti s pravilnim izgorevanjem lesa proizvajajo majhne količine dima, od nastalega pepela pa se proizvaja odlično gnojilo. Dim, ki nastane z izgorevanjem lesa, ne vsebuje žvepovega dioksida, količine dušikovih oksidov so izjemno majhne in v mejah tolerance, kar pomeni, da izgorevanje lesa ne prispeva k pojavu kislega dežja. To dejstvo se nanaša samo na les, ki pravilno izgoreva. V primerih, ko les neučinkovito izgoreva, se pojavljajo večje količine dima in neprijetne vonjave. Emisije ogljikovega dioksida pri

optimalnem izgorevanju lesnih peletov znašajo 0,03 kg/kWh energije, kar je zanemarljivo (Glavonjić, B. 2011). Slabosti se nanašajo predvsem na proces pridobivanja lesnih peletov, saj les pridobivamo s posekom gozdov. Krčenje ekosistema gozdov in izgorevanje trdnih biomas brez posebnih mer vodi do večjih emisij ogljikovega monoksida.

- Premog je uvrščen v najbolj ugodne in dostopne vrste goriv. Emisije CO₂ z izgorevanjem premoga znašajo 0,38 kg/kWh energije. Ravno zaradi tega je na vrhu glavnih povzročiteljev povečanih emisij v zraku, med ostalimi tudi NO_x in SO₂. To je razlog, zaradi katerega ima biomasa bistveno prednost pred premogom.

6 PRIMER DALJINSKEGA SISTEMA OGREVANJA Z GEOTERMALNO ENERGIJO

Individualne kurilnice so med glavnimi viri onesnaževanja okolja. V skladu s tem je treba začeti pri posamezniku individualnih kurišč – hišah. Kombinirani sistem ogrevanja smo primerjali z najbolj učinkovitim in cenovno najbolj ugodnim primerom GHP.

Kombinirano uporabo različnih goriv (premog, les, elektrika) smo obravnavali v povprečni hiši, velikosti 120 m² z dvema nadstropjema, izdelano iz opeke, debelosti 30 cm, z osnovno izolacijo (fasada), enoslojnimi okni in brez centralnega ogrevanja. Sistem ogrevanja, ki se uporablja med ogrevalno sezono (oktober–april), je predstavljen v Tabeli 6. Gre se za uporabo alfa plam peči na premog in drva (moči 6 kW), ki ogreva zgolj 50 m² površine (dnevna soba in kuhinja), medtem ko se spalnice (30 m²) ogrevajo s pomočjo grelcev.

Tak primer hiše smo vzeli zaradi končnega prikaza financ, ki se zmanjšuje za hiše, ki že imajo napeljšano centralno ogrevanje in termoizolacijo (stiropor). V Tabeli 6 vidimo, da pri uporabi premoga, lesa in elektrike znašajo letni stroški 708,75 €.

Tabela 6: Cene kombiniranega sistema ogrevanja za gospodinjstva z letno porabo 18.650 kWh

TRENUTNI SISTEM OGREVANJA	
Gorivo	premog, les, elektrika
Poraba	4 t premoga, 3 m ³ lesa, 3.750 kW
Cena €	708.75

Zaradi podnebja občine Pljevlja, zakonodaje Črne gore in finančnih stroškov vrtanja geosonde smo se odločili za uporabo sistema GHP zrak – voda. Toplotne črpalke zrak – voda kot vir toplote izkoriščajo zrak.

Za idealno rešitev smo vzeli toplotno črpalko Vitocal 200-S, ki je cenovno ugodna in izkorišča energijo zraka. Primerna je za novogradnje kot tudi za posodobitev obstoječih sistemov. Brez težav je možna tudi kombinacija z obstoječimi proizvajalci toplote.

Podrobnosti o izdelku:

- cenovno privlačna toplotna črpalka zrak – voda z ogrevalno močjo 4,5 do 14,6 kW,
- možnost izvedbe 230 in 400 V,
- regulacija moči in DC inventar za visoko učinkovitost pri obratovanju v delnem bremenu,
- nizki obratovalni stroški zaradi visoke COP vrednosti do 4,6,
- maksimalna temperatura vtoka: do 55 °C pri zunanji temperaturi -20 °C.

Vitocal 200-S se dobavlja alternativno kot čisti ogrevalni sistem ali kot naprava za ogrevanje in hlajenje. Vitocal 200-S koristi toploto, pridobljeno iz zunanjega zraka. Je odporna proti vremenskim vplivom. Ima odporno zunanjo enoto, ki jo je možno poljubno namestiti, zahvaljujoč

kompaktnim dimenzijam pa jo lahko namestimo tudi na zunanjo steno. Prav tako je možna prosta postavitve ob hiši ali na strehi (Viessmann Slovenija d.o.o., 2015).

V Tabeli 7 je predstavljen primer daljinskega sistema ogrevanja GHP. Za vgradnjo takšnega sistema daljinskega ogrevanja (montaža, izolacija in talno ogrevanje) potrebujemo 7.583,10 €. Razlika med kombiniranim sistemom različnih goriv in daljinskim sistemom GHP je:

- primer GHP-daljinskega sistema ogrevanja zajema 80 m² ogrevalne površine (vsi prostori, razen garaže),
- kot gorivo izkorišča samo električno energijo,
- letni prihranek od 522,27 €,
- prijazen do okolja (brez emisij).

Tabela 7: Cene gretja za GHP-daljinski sistem ogrevanja za gospodinjstva z letno porabo 18.650 kWh

GHP-DALJINSKI SISTEM OGREVANJA	
Gorivo	elektrika
Poraba	4.054 kWh
Cena €	186.48

Finančni vidik:

- Iz Tabele 6 je razvidno, da znašajo letni stroški za ogrevanje 708.5 €, kar je 522.27 € več v primerjavi s primerom GHP. Glede na letno osnovo se je kombinirani sistem ogrevanja izkazal za nerentabilnega.
- Tabela 7 prikazuje, da ima GHP letno porabo 186.48 €, kar je za 3,8-krat manj v primerjavi s primerom kombiniranega sistema ogrevanja.

Z vidika letne porabe goriva se je GHP izkazal za veliko bolj donosnega. Z uporabo matematične formule smo izračunali rok povrnitve investicije, ki znaša 7.583,10 €.

$$t = N/d = 7.583,10 / 522,27 \approx 14,5 \text{ let}$$

Kjer pomenijo:

t – odplačilna, vračilna doba naložbe,

N – celotna naložba,

d – povprečni letni donos.

Izračun nam kaže, da je investicija upravičena. Vrne se v 14 letih, kar je glede na rok uporabe GHP sprejemljivo.

Časovni vidik:

- Ogrevanje hiše na premog in les zahteva vsako leto, pred začetkom ogrevalne sezone, dobavo, ki skupaj z vnosom traja več ur. Sistem nato zahteva vsakodnevni vnos premoga ali lesa v kurilno peč, prav tako pa tudi redno čiščenje kurilne peči. Tovrstni sistem ogrevanja pa tudi povečuje emisije.
- Za vgraditev sistema in pogon daljinskega ogrevanja na GHP je potrebno največ 48 ur. Je preprost za vzdrževanje, temperatura je digitalno nastavljiva, brez potrebe za dodatno aktivnost. Rok uporabe črpalke je 20 do 25 let. Vse, kar potrebujemo, je vsakoletni, brezplačni servis pooblaščenega serviserja.

Okoljski vidik:

- Sistem ogrevanja hiše na premog in les je eden med glavnimi vzroki onesnaževanja v občini Pljevlja. Premog močno onesnažuje okolje z emisijami CO₂ in PM₁₀. Zaradi segrevanja Zemeljskega površja, ki je posledica čezmernih izpustov toplogrednih plinov v ozračje, se spreminja tudi podnebje. Ker so potrebe po lignitu vedno večje, prihaja v občini Pljevlja tudi do uničevanja ekosistemov (uničen je pretok reke Čehitine, uničena vasica Durutliči ...).
- GHP ima lahko tako pozitiven kot negativen vpliv na okolje. Pozitiven vpliv je zgolj posledica visoke učinkovitosti teh sistemov: ni emisij CO₂, je neizčrpen vir energije. Negativen vpliv GHP na okolje je minimalen, še posebej, če so sistemi pravilno oblikovani. Lahko pride do kemijskega onesnaževanja – v primeru, ko iz zaprtega sistema uideta voda in sredstvo proti zmrzovanju. Očitno je, da mnogo sredstev proti zmrzovanju, ki so zdaj v uporabi, nima enakega vpliva na okolje. Čeprav je z energetskega vidika cenovno najbolj ugoden sistem, pa je lahko vpliv teh sistemov na okolje problematično. Ti sistemi namreč porabijo relativno veliko količino vode (150–200 l/h na kW). V našem primeru je pomembno predvsem, ker bi se uporabljala pitna voda odlične kakovosti. Posledično je v skladu z veljavnimi predpisi treba pridobiti koncesijo za črpanje več kot 86 m³/dan (približno 1 l/s). V primeru zasebnega lastništva zemljišč, kjer so vodnjaki, koncesija ni zahtevana, ne glede na to, ali voda presega meje zasebnih zemljišč. Z izbiro GHP-daljinskega sistema zrak – voda, se izognemo kršitvi zakonodaje, in sicer Zakona o vodah „Službeni list RCG” št. 27/2007.

7 SKLEP

V sklepu lahko ovržem ali potrdim na začetku postavljene hipoteze.

Prva hipoteza: **Okolje v občini Pljevlja je degradirano zaradi industrije.**

Raziskava je pokazala, da industrija ne predstavlja edinega dejavnika onesnaževanja. Ogromen prispevek k onesnaževanju imajo kotlovnice in individualne kurilnice, ki se uporabljajo za ogrevanje stanovanjskih objektov. Zato lahko to hipotezo zgolj delno potrdimo.

Druga hipoteza: **Kakovost zraka v občini Pljevlja ni zadovoljiva.**

Po izvedenih merjenjih na področju občine Pljevlja v obdobju od leta 2009 do 2015 so bile PM_{10} konstantno nad dovoljenimi mejami, predpisane z Uredbo o ugotavljanju vrst onesnaževanih materij, mejnih vrednosti in drugih standardih kakovosti zraka. Po tej Uredbi je dovoljena povprečna dnevna vrednost PM_{10} $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, meja na letni ravni pa je 35 dni. Te vrednosti so bile v občini Pljevlja presežene za 6,4-krat leta 2011. To hipotezo lahko v celoti potrdimo.

Tretja hipoteza: **Onesnaževanje okolja bi lahko zmanjšali z daljinskim ogrevanjem.**

Z analizo virov energije, ki se uporabljajo v občini Pljevlja, je neizogibna korenita sprememba. Uporaba fosilnih goriv se mora zmanjšati na minimum. Prehod na bio-goriva, kot so lesni peleti, bi lahko sanirali enega od glavnih dejavnikov onesnaženosti zraka. Individualne kurilnice in kotlovnice bi s preходом na lesno biomaso zmanjšale emisije v zrak in ohranile fosilna goriva, ki jih je v občini Pljevlja vse manj. S finančnega vidika ne moremo trditi, da je to gorivo tudi najbolj ugodno, toda s subvencijami države bi uporaba peletov lahko postala najboljša in najbolj realna rešitev za ljudi in okolje.

GHP-sistemi, ki so okolju prijazni, preprosti za uporabo in vzdrževanje in z dolgo uporabno dobo, so teoretično najboljša rešitev. Uporaba daljinskega gretja GHP pa ostaja izziv zaradi stroškov, ki se povrnejo po 14,5 let. Da bi prišlo do tega, je potreben dodaten finančni vir, podpora ter nadgradnja zakona.

8 POVZETEK

Stanje okolja v občini Pljevlja je že več let zaskrbljujoče zaradi velike koncentracije onesnažil. Industrija, individualna kurišča in kotlovnice so eden izmed glavnih razlogov onesnaženosti okolja, kamor spada tudi izraba fosilnih goriv (premog).

Primerjava med Šaleško dolino in Pljevaljsko kotlino nam je pokazala, kaj je potrebno za sanacijo okolja, ki je v Šaleški dolini trajala 30 let. Za ustrezno izboljšanje zraka je ključnega pomena uporaba obnovljivih virov energije, kot sta lesna biomasa in geotermalna energija. Zamenjava obstoječega sistema ogrevanja z sistemom daljinskega ogrevanja z obnovljivimi viri energije zmanjšuje onesnaženost zraka. Če pogledamo finančno stran, to niso najcenejša goriva, ampak je zaradi njihove učinkovitosti, čez določen čas viden prihranek. Prehod iz uporabe premoga na obnovljive vire energije je idealna rešitev, ki jo vsak posameznik lahko naredi in tako prispeva k ohranjanju in sanaciji okolja. Misli lokalno, deluj globalno!

8 SUMMARY

The state of the environment in Pljevlja has been alarming for years because of the high concentration of pollutants. Industry, individual fireplaces and boiler rooms are the main cause of environmental pollution, as well as the use of fossil fuels (coal). A comparison of the Salek Valley and the Pljevlja Valley showed us it is possible and the way how to make a recovery of environment that lasted 30 years in Salek Valley.

The main and appropriate improvement of the air is the use of renewable energy sources, such as wood biomass and geothermal energy. Passing on district heating systems with renewable source of energy reduces problem of air quality. The use of these sources instead of fossil fuel (coal) eliminates and reduces causes of contamination. Looking at the financial side it is not cheapest fuels, but because of their effectiveness, they lead to savings over a certain period. Transitions from the use of fossil fuels to renewable energy sources is an ideal solution that every individual can bring and contribute to preserve environment. Think locally, act globally!

9 VIRI IN LITERATURA

1. Agencija za zaščito životne sredine. (2016). Izveštaj o stanju životne sredine u Crnoj Gori za 2015. godinu.
2. County Office of the United Nations Development Programme. (2004). Stuck in the Past. Energy, Environment and Poverty in Serbia and Montenegro. Belgrade.
3. Joknic, M. 2013. Istorija i karatkerstike Opštine Pljevlja. Medmrežje: <http://www.pljevlja.me/navigacija.php?naziv=Istorija-i-kultura&IDSP=653> (23. 9. 2016).
4. Paldrić, D. (2015). Mostovi kulture. Kultura, umjestnost i nasleđe Opštine Pljevlja.
5. Opština Pljevlja, Sekretarijat za uredjenje prostora. (2013). Izveštaj o stanju životne sredine na teritoriji opštine Pljevlja za period od 2008 do 2012 godine, Pljevlja, str. 47–49.
6. Vuković R., Rudnik uglja Pljevlja-Pljevlja I životna sredina, 1987, 16–21.
7. Uredba graničnim vrijednostima emisija zagađujućih materija u vazduh iz stacionarnih izvora („Službeni list CG” br. 10/11).
8. Uredba o utvrđivanju vrsta zagađujućih materija, graničnih vrijednosti i drugih standarda kvaliteta vazduha , mejnih vrednosti in drugih standardov kakovosti zraka („Službeni list CG” br. 25/2012).
9. Uredba o visini naknada, načinu obračuna i plaćanja naknada zbog zagađivanja životne sredine („Službeni list RCG” br. 26/97, 9/2000, 52/2000 i „Službeni list CG” br. 33/2008, 5/2009, 64/2009, 40/2011 i 49/2011).
10. Ministarstvo ekonomije Crne Gore. (2014). Strategija razvoja energetike Crne Gore do 2030 (Bijela knjiga). Podgorica.
11. Agencija za zaščitu životne sredine Crne Gore. (2012). Informacija o stanju životne sredine za 2011 godinu. Medmrežje: <http://www.epa.org.me/index.php/dokumenti/izvjestaji-2> (29. 8. 2016).
12. Krezovic, D. (2013). Secretariat za prostorsko planiranje. Informacije o stanju i zaštiti životne sredine, Opština Pljevlja.
13. Ministarstvo održivog razvoja i turizma. (2013). Plan kvaliteta vazduha za opštinu Pljevlja. Podgorica.
14. Ajanović, A. (2013). Analiza možnosti daljinskog ogrevanja objekata v mestu Plevlja na lesno biomaso. Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko.
15. Knežević, J. (2012). Analiza uticaja zagađivača vazduha iz Termoelektrane u Pljevljima na kvalitet vazduha primjenom matematičkog CALPUFF modela. Magistarski rad. Mašinski fakultet, Podgorica.

16. Rudnik uglja Pljevlja. (2015). Elaborat procjene uticaja na životnu sredinu eksploatacije uglja na PK Potrlica.
17. NVO Green Home. (2013). Obnovljivi izvori energije. Medmrežje: <http://www.greenhome.co.me/index.php?IDSP=450&jezik=lat> (1. 5. 2017).
18. Grijanje d.o.o. (2015). Predlog plana smanjenje emisionih polutanata iz kotlarnice u Skerličevoj ulici. Pljevlja, str. 2–4.
19. Glavonjić, B. (2008). Drvna biomasa: Vrste, karakteristike i pogodnosti za grejanje. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije. Šumarski fakultet, Beograd.
20. Eko sklad. Obvestilo o zaključku Javnega poziva 29SUB-OB15. 2015.
21. Rajver, D., Rman, N., Lapanje, A. (2016). Stanje izkoriščanja geotermalne energije in nekateri zanimivi dosežki v geotermalnih raziskavah in razvoju v svetu. Geološki zavod, Ljubljana. Medmrežje: <http://www.geologija-revija.si/dokument.aspx?id=1274> (5. 6. 2017).
22. Dikić, B. (2009). Geotermalna energija – potencial v slovenskem prostoru in odprta vprašanja o njeni rabi. Inštitut za obnovljive vire energije, Kranj.
23. Lund, W., Boyd, T. (2015). Direct Utilization of Geothermal Energy 2015 Worldwide Review. Geo-Heat Center, Oregon Institute of Technology, Klamath Falls. Medmrežje: <https://pangea.stanford.edu/ERE/db/WGC/papers/WGC/2015/01000.pdf> (24. 7. 2017).
24. Kazić, N., Tombarević, E. (2015). Priručnik za upotrebu geotermalne energije u crnoj gori. Medmrežje: <http://gbc.me/wp-content/uploads/2015/03/prirucnik-final.pdf> (20. 4. 2016).
25. TE Šoštanj. (2000). Letno poročilo za 1999. Šoštanj.
26. Češek, K. (2011). Izraba geotermalne energije v Posavju. Diplomaska naloga. Fakulteta za energetiko, Univerza v Mariboru.
27. Vončina, R., Kovačič, D. Vplivi bloka 6 TE Šoštanj na okolje. Elektroinštitut Milan Vidmar, Ljubljana. Medmrežje: <http://www.umanotera.org/upload/files/EIMV.pdf> (15. 5. 2017).
28. TE Šoštanj d.o.o. (2017). Predstavitev. Medmrežje: <http://www.tesostanj.si/si/files/default/Predstavitev%20TES.pdf> (5.6.2017).
29. Vlada Crne Gore. (2015). Informacije o projektu TE Pljevlja II blok. Podgorica.
30. Računsko sodišče Republike Slovenije. 2015. Uradni list RS, št. 58/12.
31. Glavonjić, B. (2010). Mogućnosti, izazovi i trenutni napredak u razvoju tržišta za drvnu biomasu u Crnoj Gori. FODEMO, Podgorica,
32. Viessmann Slovenija. (2015). Osnove toplotnih črpalk. Navodilo za projektiranje. Maribor, str. 7–11.
33. Medmrežje 1: http://www.seebap.com/contentDocs/sr/90340_montenegro_pljevlja.pdf (22. 8. 2016).

Bailović, J.: Izboljšanje kakovosti zraka v Občini Pljevlja, VŠVO, Velenje 2017

34. Medmrežje 2:

www.mrt.gov.me%2FResourceManager%2FFileDownload.aspx%3Frid%3D126242%26rType%3D2%26file%3DPlan%2520kvaliteta%2520vazduha%2520za%2520Opstinu%2520Pljevlja.pdf&usg=AFQjCNFMT1HNqpxmhoe4ZDd8PQGhuHWmjA&sig2=WO337zGHqGA2f_ItcYhpqA&bvm=bv.136593572,d.d24 (25. 7. 2016).

35. Medmrežje 3: <http://www.epa.org.me/index.php/dokumenti/izvjestaji-2> (15. 8. 2016).

36. Medmrežje 4: <http://www.renewableenergyworld.com/geothermal-energy/tech.html> (7. 7. 2016).

37. Medmrežje 5: <http://gbc.me/wp-content/uploads/2015/03/prirucnik-final.pdf> (30. 7. 2016).

38. Medmrežje 6: <http://www.hse.si/si/files/default/casopisenergija/tesblok6bro%C5%A1ura.PDF> (20. 3. 2017).

Neutičemo **PRILOGA: ANKETNI LIST**

ANKETNI LIST

Poštovani,

Ja Jelena Bailović, studentkinja Visoke šole za zaščitu životne sredine, koja se nalazi u Velenje, Slovenija. U sklopu diplomskog rada izvodim anketu, koja se odnosi na stanje kvaliteta vazduha i životne sredine u Pljevljima.

Molim Vas, da izdvojite malo vremena i odgovorite na postavljena pitanje, koja se odnose na Vaš vid problema. Anketa je anonimna, podatke ću iskoristiti isključivo za pisanje diplomskog rada. Hvala!

Na navedena pitanja označite/dopišite tvrdnju/odgovor.

1. Opšti podatci o ispitanicima

SPOL	STAROST	OBRAZOVANOST	AKTIVNOST
<input type="checkbox"/> muški	<input type="checkbox"/> 15 do 25 let	<input type="checkbox"/> osnovna	<input type="checkbox"/> zaposlen
<input type="checkbox"/> ženski	<input type="checkbox"/> 26 do 35 let	<input type="checkbox"/> srednja	<input type="checkbox"/> nezaposlen
	<input type="checkbox"/> 36 do 45 let	<input type="checkbox"/> visoka	<input type="checkbox"/> seljak
	<input type="checkbox"/> 46 do 55 let	<input type="checkbox"/> drugo: _____	<input type="checkbox"/> penzioner
	<input type="checkbox"/> 56 do 65 let		<input type="checkbox"/> student
	<input type="checkbox"/> nad 65 let		

2. Koji je po Vašem mišljenju glavni izvor zagađenja životne sredine?

- Čovjek
- Industrija
- Poljoprivreda

3. Koliko sami utičemo na zagađenje živote sredine?

-
- Slabo uticaj
- Srednji uticaj
- Povećan uticaj
- Veliki uticaj

4. Koji segment zivotne sredine je najviše zagađen po Vašem mišljenju?

- Voda
- Vazduh
- Zemljište

5. Glavni uzrok zagađenja vazduha je:

- Ogrijevanje na ugalj i drva
- Plinovi iz TE
- Kotle
- Drugo...

6. Po Vašem mišljenju koje je najbolje rješenje za sanaciju kvaliteta vazduha?

- Sistem daljinskog grijanja (izgradnja 2. bloka TE i toplifikacija)
- Prokopavanje tunela (omogućavanje strujanja vazduha)
- Drugi alternativni izvori energije

7. Da li smatrate izgradnju drugog bloka Termoelektrane Pljevlja kao važan faktor sanacije kvaliteta vazduha uvođenjem daljinskog sistema grijanja ?

- Da
- Nije od važnog uticaja
- Ne

8. Da li ste upoznati sa alternativnim izvorima energije?

- Da
- Ne

Zahvaljujem na izdvojenom vremenu i saradnji,

Srdačan pozdrav,

Jelena Bailović