

Energetika Ljubljana d.o.o.,

**Elaborat o projektiranih mejnih vrednostih emisij onesnaževal v okolje iz
načrtovane sežigalnice odpadkov TEO Ljubljana**

Oznaka dokumenta: 226250-UPP-R-1

Ljubljana, februar 2026

Energetika Ljubljana d.o.o.,

**Elaborat o projektiranih mejnih vrednostih emisij onesnaževal v okolje iz
načrtovane sežigalnice odpadkov TEO Ljubljana**

Oznaka dokumenta: 226250-UPP-R-1

Ljubljana, februar 2026

EIMV ELEKTROINŠTITUT
MILAN VIDMAR
Hajdrihova 2, SI-1000 Ljubljana 1

direktor:

dr. Uroš KERIN, univ. dipl. inž. el.



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo

Hajdrihova 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

T +386 1 474 3601 **I E** info@eimv.si

W www.eimv.si

Oddelek za okolje

© Elektroinštitut Milan Vidmar, 2026


Vse pravice pridržane. Nobenega dela dokumenta se brez poprejšnjega pisnega dovoljenja avtorja ne sme ponatisniti, razmnoževati, shranjevati v sistemu za shranjevanje podatkov ali prenašati v kakršnikoli obliki ali s kakršnimikoli sredstvi. Objavljanje rezultatov dovoljeno le z navedbo vira.

Vsebina predstavlja informacije, ki se jih brez odobritve izvajalca ne sme uporabljati za nobene druge namene, razen za upravne postopke po Zakonu o varstvu okolja, Zakonu o ohranjanju narave, Zakonu o prostorskem načrtovanju oziroma Zakonu o umeščanju prostorskih ureditev državnega pomena v prostor.

Naročnik: Javno podjetje Energetika Ljubljana, d.o.o.,
Verovškova ulica 62, 1000 Ljubljana


Projekt: Poročanje za upravni postopek

Naročilo: elektronsko sporočilo 23. 1. 2025

Predstavnik naročnika: 

Izvajalec: ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR
Hajdrihova 2, 1000 Ljubljana, SLOVENIJA

Delovni nalog: 226250

Vodja projekta: 

Aktivnost: 226250-UPP-R

Naloga: 226250-UPP-R-1

Naslov: Elaborat o projektiranih mejnih vrednostih emisij onesnaževal v okolje iz načrtovane
sežigalnice odpadkov TEO Ljubljana

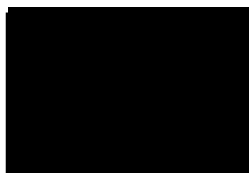
Številka poročila: 226250-UPP-R-1

Datum izdelave: 4. februar 2026

Število strani: VI, 44

Število izvodov: 1 x tiskana verzija , 1 x arhiv izdelovalca,
elektronska verzija (<https://www.gtd-eimv.si/>)

Avtorji:



KAZALO VSEBINE

1	POVZETEK.....	1
2	UVOD	3
3	POOBLASTILO	3
4	OPIS PROJEKTA TEO LJUBLJANA	5
4.1	ZGOREVANJE KOMUNALNIH ODPADKOV V TEO LJUBLJANA.....	5
4.2	IZBRANE TEHNIKE ČIŠČENJA DIMNIH PLINOV	5
4.2.1	SUHO ČIŠČENJE DIMNIH PLINOV	6
4.2.2	MOKRO ČIŠČENJE DIMNIH PLINOV.....	8
4.2.3	SELEKTIVNA KATALITIČNA REDUKCIJA, SCR	11
4.2.4	EMISIJE SNOVI, KI JIH NI MOČ REDUCIRATI S ČISTILNIMI NAPRAVAMI DIMNIH PLINOV	13
4.3	NAJBOLJŠE RAZPOLOŽLJIVE TEHNIKE ZA ZMANJŠANJE EMISIJ	15
5	REFERENCE POGlavJA 4.....	16
6	STROKOVNA PRESOJA OKOLJSKIH IN REGULATORNIH TVEGANJ PROJEKTA	19
6.1	IDENTIFIKACIJA OKOLJSKIH VIDIKOV IN OBMOČIJ POVEČANE OBČUTLJIVOSTI	19
6.1.1	EMISIJE SNOVI V ZRAK IN REGULATORNI KONTEKST (IED, BAT, LOKACIJSKA OBČUTLJIVOST).....	19
6.1.1.1	Emisije toplogrednih plinov in podnebni vidiki.....	19
6.1.1.2	Emisije trdnih delcev (PM) in hlapnih organskih spojin.....	20
6.1.2	UPRAVLJANJE Z VODAMI IN VAROVANJE VODNIH VIROV	20
6.1.2.1	Odvajanje in čiščenje industrijskih ter komunalnih odpadnih voda.....	21
6.1.2.2	Urejanje padavinskih voda in preprečevanje onesnaženja podtalnice.....	21
6.1.3	RAVNANJE Z ODPADKI IN KROŽNO GOSPODARSTVO	21
6.1.3.1	Klasifikacija in preprečevanje nastajanja nevarnih odpadkov	22
6.1.3.2	Snovna izraba nenevarnih odpadkov in recikliranje.....	22
6.1.4	RABA NARAVNIH VIROV, SUROVIN IN UPRAVLJANJE S TLEMI.....	23
6.1.4.1	Posegi v prostor in degradacija kmetijskih zemljišč.....	23
6.1.4.2	Trajnostna raba mineralnih surovin in naravnih materialov.....	23
6.1.5	ENERGETSKA UČINKOVITOST IN RABA ENERAGENTOV	24
6.1.5.1	Analiza primarne porabe energije in energetska intenzivnost	24
6.1.5.2	Vključevanje obnovljivih virov energije (OVE).....	24
6.1.6	FIZIKALNE OBREMENTITVE OKOLJA	25
6.1.6.1	Emisije hrupa in vibracij v naravno in bivalno okolje.....	25
6.1.6.2	Svetlobno onesnaževanje in elektromagnetna sevanja.....	25
6.1.7	OHRANJANJE NARAVE IN BIOTSKA RAZNOVRSTNOST	25
6.1.7.1	Vpliv na zavarovana območja in ekološko pomembna območja (Natura 2000)	26
6.1.7.2	Ohranjanje habitatnih tipov in selitvenih poti.....	26
6.1.8	KRAJINSKE ZNAČILNOSTI IN VIZUALNA PODOBA PROSTORA.....	26
6.1.8.1	Arhitekturni dialog in vizualna dominanca.....	26
6.1.8.2	Vertikalna artikulacija in letalska varnost.....	27
6.1.8.3	Krajinski načrt in merilo človeka	27
6.2	PRESOJA MEJNIH PRIMEROV SKLADNOSTI Z NAČELOM »DO NO SIGNIFICANT HARM (DNSH)«	29
6.2.1	CILJ – BLAŽITEV PODNEBNIH SPREMEMB (CLIMATE CHANGE MITIGATION).....	29
6.2.2	CILJ – PRILAGAJANJE PODNEBNIM SPREMEMBAM (CLIMATE CHANGE ADAPTATION).....	30
6.2.3	CILJ – TRAJNOSTNA RABA IN VARSTVO VODA IN MORSKIH VIROV (WATER)	30
6.2.4	CILJ – PREHOD V KROŽNO GOSPODARSTVO (CIRCULAR ECONOMY).....	31
6.2.5	CILJ – PREPREČEVANJE IN NADZOR ONESNAŽEVANJA (POLLUTION PREVENTION AND CONTROL)	31
6.2.6	CILJ – VARSTVO IN OBNOVA BIOTSKE RAZNOVRSTNOSTI IN EKOSISTEMOV (BIODIVERSITY & ECOSYSTEMS)	32
7	ANALIZA EMISIJSKIH REZERV IN ODPORNOSTI NA PRIHODNJE REGULATORNE ZAHTEVE	33
7.1	PRIMERJAVA PROJEKTIRANIH VREDNOSTI Z BAT-AEL RAZPONI	33

7.2	ZAZNANE (POTENCIALNE) SPREMEMBE V ZAKONODAJI.....	34
7.2.1	NOVI POUĐARKI V IED 2.0 (DIREKTIVA (EU) 2024/1785).....	34
7.2.1.1	Okoljski upravljalski sistem (EMS) – formalizacija in javna dostopnost.....	34
7.2.1.2	Transformacijski načrti – nov instrument »industrijske preobrazbe«.....	34
7.2.1.3	Enotnejše dokazovanje skladnosti – skupna EU metodologija (compliance assessment).....	34
7.2.1.4	Strožje okvirjanje derogacij in povezava s standardi kakovosti okolja.....	34
7.2.1.5	Več pozornosti režimom, ki niso »normalno obratovanje« (zlasti pri sežigu/sosežigu).....	35
7.2.1.6	Transparentnost dovoljenj in e-dovoljevanje.....	35
7.2.2	POSODOBITVE BAT ZAKLJUČKOV – PROCES IN POSLEDICE ZA »EMISIJSKE REZERVE«.....	35
7.2.2.1	Dinamika revizije (4-letni cikel).....	35
7.2.2.2	Fokus na »BAT-robne« parametre.....	35
7.2.3	VEČJA TRANSPARENTNOST EMISIJSKIH PODATKOV – INDUSTRIAL EMISSIONS PORTAL (UREDBA (EU) 2024/1244).....	35
7.2.3.1	Kakovost in validacija podatkov (QA/QC).....	35
7.2.3.2	Diferenciacija režimov obratovanja.....	36
7.2.3.3	Pravica do obveščenosti.....	36
7.3	IDENTIFIKACIJA POTENCIALNO KRITIČNIH ONESNAŽEVAL.....	36
7.3.1	DUŠIKOVI OKSIDI (NO_x) IN AMONIAKOV ZDRS (NH₃).....	36
7.3.1.1	Uporabljen tehnološki standard.....	36
7.3.1.2	Kritični parameter (zdrs NH₃).....	36
7.3.2	ŽIVO SREBRO (Hg) IN SPECIFIČNA ADSORPCIJA.....	36
7.3.2.1	Modularna rešitev.....	36
7.3.3	TOPLOGREDNI PLINI (CO₂) IN CARBON CAPTURE READINESS (CCR).....	37
7.3.3.1	Biomasn timer.....	37
7.3.3.2	Fosilni timer.....	37
7.4	ODPORNOST NA SPREMEMBE ZAHTEV PRIHAJAJOČE ZAKONODAJE.....	37
7.4.1	POVEČANA ZAHTEVANA PO TRANSPARENTNOSTI IN DEMOKRATIZACIJI PODATKOV.....	37
7.4.2	NADZOR PREHODNIH STANJ IN METODOLOGIJA OTN (OTHER THAN NORMAL).....	37
7.4.3	PRIPRAVLJENOST NA ZAJEM IN SHRANJEVANJE OGLJIKA (CARBON CAPTURE READINESS – CCR).....	37
7.4.3.1	Prostorska rezervacija in modularna umestitev (Footprint Allocation).....	37
7.4.3.2	Procesna in energetska integracija (Utility Connection Points).....	38
7.4.3.3	Logistična kompatibilnost in strateški kontekst.....	38
7.5	STROKOVNA OCENA MANEVRSKEGA PROSTORA (RESILIENCE ASSESSMENT).....	38
7.5.1	MODULARNA ARHITEKTURA SISTEMOV ZA ČIŠČENJE DIMNIH PLINOV.....	38
7.5.2	SISTEMSKA REDUNDANTNOST IN KEMIČNI PUFRI:.....	38
7.5.3	DIGITALNA HRBTENICA IN EVOLUCIJSKI NADZORNI SISTEM.....	38
8	TEHNIČNA STROKOVNA OPOMBA GLEDE ESG IN CSRD KONTEKSTA.....	39
8.1	POVEZAVA MED EMISIJSKIMI PODATKI IZ ELABORATA IN RAZKRITJI PO ESRS.....	39
8.2	IZJAVA O OMEJITVAH OBSEGA IN UPORABE REZULTATOV.....	41
8.2.1	TOČKOVNE EMISIJE IN ŽIVLJENJSKI CIKEL (LCA).....	41
8.2.2	PROJEKTIRANE VREDNOSTI VS. DEJANSKE IZMERJENE VREDNOSTI.....	42
8.2.3	RELATIVNOST »EMISIJSKIH REZERV« IN OBRATOVALNA REALNOST.....	42
8.2.4	NORMALIZACIJA IN PRIMERLJIVOST (METAPODATKI SO DEL INFORMACIJE).....	42
8.3	STROKOVNO UTEMELJENE MEJE UPORABE REZULTATOV ELABORATA ZA POROČEVALSKE IN KOMUNIKACIJSKE NAMENE.....	42
8.4	REFERENČNI OKVIR.....	44
8.4.1	REFERENČNI EVROPSKI PRAVNI OKVIR.....	44
8.4.2	POJASNILO GLEDE DNSH IN ESG.....	44
8.4.3	POJASNILO SISTEMSKIH UČINKOV EIO.....	44
8.4.4	VLOGA EIO, KUMULATIVNI VPLIVI IN OKVIR TRAJNOSTNEGA FINANCIRANJA.....	45
8.4.4.1	Vloga energetske izrabe odpadkov (EIO) pri zmanjševanju ekološkega odtisa.....	45
8.4.4.2	Okvirni pogoji za doseganje okoljskih koristi EIO.....	45
8.4.5	KUMULATIVNI VPLIVI NA OKOLJE.....	45
8.4.6	OKVIRNA OBRAVNAVA MOŽNOSTI FINANCIRANJA V KONTEKSTU EU TAKSONOMIJE.....	45

1 POVZETEK

V elaboratu so opisani sistemi čiščenja dimnih plinov iz načrtovane enote za energijsko izrabo odpadkov TEO Ljubljana. Podane so ocene učinkovitosti posameznih stopenj čiščenja dimnih plinov skupaj s predlaganimi projektnimi vrednostmi emisij posameznih onesnaževal v okolje. Predlagane vrednosti so utemeljene s prikazom odobrenih projektnih vrednosti za emisije posameznih onesnaževal v okoliški zrak v že delujočih sežigalnicah odpadkov v Avstriji. Vse izbrane sežigalnice so po zasnovi podobne načrtovani napravi TEO Ljubljana tako po vhodni toplotni moči kot po načinu sežiga komunalnih odpadkov in čiščenju dimnih plinov.

Tabela 1: Povzetek projektiranih mejnih vrednosti emisij onesnaževal v okolje za dokazovanje merila M1 v sklopu javnega razpisa z oznako 01400-2/2025-2570-20.

Onesnaževalo	A	C
	Mejne vrednosti (mg/m ³)	Projektirane mejne vrednosti (mg/m ³)
Celotni prah	10	5
HCl	10	6
Dušikov oksid (NO) in dušikov dioksid (NO ₂), izražena kot NO ₂ , za obstoječe sežigalnice z nazivno zmogljivostjo več kot 6 ton na uro ali za nove sežigalnice	200	120

Onesnaževalo	A	C
	Mejne vrednosti (mg/m ³)	Projektirane mejne vrednosti (mg/m ³)
Živo srebro in njegove spojine, izražene kot živo srebro (Hg)	0,05	0,02

Onesnaževalo	A	C
	Mejne vrednosti (ng/m ³)	Projektirane mejne vrednosti (ng/m ³)
Skupna koncentracija dioksinov in furanov	0,1	0,04

2 UVOD

Energetika Ljubljana se je prijavila na javni razpis "Izbira koncesionarjev za izvajanje gospodarske javne službe sežiganja komunalnih odpadkov", št. objave na PJN JN006205/2025-EUe19/01, oznaka javnega razpisa 01400-2/2025-2570-20, Ministrstva za okolje, podnebje in energijo. Del dokazov o izpolnjevanju razpisnih pogojev predstavlja Elaborat o projektiranih mejnih vrednostih emisij onesnaževal v okolje.

Elaborat pripravi izvajalec oz. pravna strokovna oseba na osnovi projektne dokumentacije proizvajalca sežigalnice.

3 POOBLASTILO

Elektroinštitut Milan Vidmar je s pooblastilom, ki ga je izdalo Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje, št. 35435-8/2020-2 z dne 6. 5. 2020 pooblaščen za izvajanje prvih in občasnih meritev emisije snovi in izdelavo ocene o letnih emisijah snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja v naslednjem obsegu:

- izdelavo načrta meritev emisije snovi v zrak, vključno z določitvijo ciljev merjenja emisij snovi in opredelitvijo za emisijo snovi v zrak pomembnih parametrov obratovanja naprave,
- izdelavo strategije vzorčenja in vzorčenje odpadnih plinov,
- izdelavo načrta za beleženje časa obratovanja naprave in ocenjevanje letnega časa obratovanja naprave zaradi izdelave ocene o letni emisiji snovi v zrak,
- merjenje in vrednotenje parametrov stanja odpadnih plinov in obratovalnih parametrov,
- merjenje prostorninskega pretoka odpadnih plinov in izračun masnega pretoka snovi v odpadnih plinih, emisijskega deleža, stopnje manjšanja emisije, količine vlaken in emisijskega faktorja, če je s predpisi o emisiji snovi v zrak zanje določena mejna vrednost,
- ocenjevanje razpršene in ubežne emisije snovi v zrak,
- izračunavanje emisijskih faktorjev, če so za napravo, za katero se izvajajo prve meritve ali obratovalni monitoring, določene njihove mejne vrednosti,
- izdelavo poročila o opravljenih meritvah emisije snovi in izdelavo ocene o letni emisiji snovi v zrak.
- merjenje koncentracije snovi v odpadnih plinih ter preračunavanje rezultatov meritev na enoto prostornine suhih ali mokrih odpadnih plinov pri normnih pogojih in na predpisano računsko vsebnost kisika v odpadnih plinih, če je njena vrednost za posamezni vir onesnaževanja določena s predpisi o emisiji snovi v zrak z naslednjimi akreditiranimi metodami:
 - merjenje emisije žveplovega dioksida (SO₂) po standardu SIST ISO 7935:1996,
 - določanje dimnega števila,
 - merjenje hitrosti in volumskega pretoka plinskih tokov v odvodnikih po standardu SIST ISO 10780:1996,
 - merjenje celotne emisije anorganskih spojin – kovin: arzen (As), kadmij (Cd), krom (Cr), kobalt (Co), baker (Cu), mangan (Mn), nikelj (Ni), svinec (Pb), antimon (Sb), talij (Tl), vanadij (V) po standardu EN 14385:2004 (brez poglavij 8.7 in 8.8),
 - merjenje emisije živega srebra po standardu SIST EN 13211:2002 (brez poglavij 7.8 in 7.9),
 - merjenje emisije ogljikovega monoksida (CO) po standardu SIST EN 15058:2017,
 - merjenje emisije dušikovih oksidov (NO_x) po standardu SIST EN 14792:2017,
 - merjenje emisije O₂ po standardu SIST EN 14789:2017,
 - merjenje emisije celokupnega organskega ogljika (TOC) po standardu SIST EN 12619:2013,
 - merjenje hitrosti in volumskega pretoka plinskih tokov v odvodnikih po standardu SIST EN ISO 16911-1:2014,
 - merjenje emisije skupnega prahu ter vzorčenje po standardu SIST ISO 9096:2018,
 - merjenje emisije skupnega prahu po standardu SIST EN 13284-1:2018,
 - merjenje emisije trdnih delcev manjših od 10 mikrometrov (PM₁₀) po smernici VDI 2066 Part 10:2004,
 - merjenje emisije anorganskih spojin klora, izraženih kot HCl po standardu EN 1911:2011 (metoda B),
 - merjenje emisije žveplovega dioksida (SO₂) po standardu SIST EN 14791:2017,
 - merjenje emisij fluora in njegovih spojin, izraženih kot HF po standardu SIST ISO 15713:2009,
 - določanje vlage v odpadnih plinih po standardu SIST EN 14790:2017,
 - merjenje emisije amonijaka in bazičnih dušikovih spojin po smernici VDI 3496-1:1982 modificirana analizo vzorcev emisije anorganskih spojin – kovin izvaja po akreditiranih metodah Eurofins ERICO Slovenija d.o.o,
 - analizo vzorcev emisije živega srebra izvaja po akreditiranih metodah Eurofins ERICO Slovenija d.o.o,

4 OPIS PROJEKTA TEO LJUBLJANA

V Ljubljani se načrtuje izgradnja sodobnega objekta za energijsko izrabo 130.000 t/leto gorljivih komunalnih odpadkov, TEO Ljubljana.

Energijska izraba bo v TEO Ljubljana potekala z zgorevanjem komunalnih odpadkov v fluidiziranem sloju v kuriščih dveh enakih parnih kotlov. Skupna vhodna toplotna moč TEO Ljubljana bo znašala 73 MW. Dimni plini iz obeh parnih kotlov bodo pred izpusti v zrak ustrezno očiščeni s kombinacijo sodobnih suhih in mokrih postopkov v dveh neodvisno delujočih linijah.

Odpadne vode iz postopkov mokrega čiščenja dimnih plinov bodo skupaj z drugimi odpadnimi vodami energijske izrabe odpadkov pred izpustom v javno kanalizacijo ustrezno očiščene v industrijski čistilni napravi.

Z izbiro najsodobnejših tehnik čiščenja dimnih plinov in odpadnih voda v TEO Ljubljana bodo emisije onesnaževal v okolje ustrezale vsem vrednostim predpisanim v Izvedbenem sklepu komisije (EU) 2019/2010 o določitvi zaključkov o najboljših razpoložljivih tehnikah (BAT) za sežiganje odpadkov na podlagi Direktive 2010/75/EU [8] in Izvedbeni sklep komisije (EU) 2019/2010 z dne 12.novembra 2019 o določitvi zaključkov o najboljših razpoložljivih tehnikah (BAT) za sežiganje odpadkov na podlagi Direktive 2010/75/EU Evropskega parlamenta in Sveta o industrijskih emisijah, Uredbi sežigalnicah odpadkov in napravah za sosežig odpadkov (Ur.l.RS 8/16, 116/21 in 45/25). Zaradi kotlinske lega Ljubljane in goste poseljenosti je okoljska sprejemljivost TEO Ljubljana eden od primarnih ciljev izgradnje enote za energijsko izrabo odpadkov.

4.1 ZGOREVANJE KOMUNALNIH ODPADKOV V TEO LJUBLJANA

V TEO Ljubljana bo sežig odpadkov v vsakem od nameščenih parnih kotlov potekal v fluidizirani plasti vročega kremenčevega peska. Zagon kotla bo potekal s pomožnim gorivom – zemeljskim plinom, da se pred pričetkom sežiga odpadkov v obeh kotlih in linijah čiščenja dimnih plinov vzpostavi delovna temperatura in s tem zagotovi nemoteno delovanje vseh naprav. Ob zagonu kotla se pesek lebdečega sloja ustrezno segreje do delovne temperature, da se nato v kurišče prične dovajati ustrezno obdelane komunalne odpadke, ki se v vročem pesku najprej osušijo in nato tudi zgorijo. Zgorevanje dovedenih odpadkov nato poskrbi za ohranjanje potrebne delovne temperature lebdečega peska in se dovajanje pomožnega goriva lahko prekine.

Vroči dimni plini, ki bodo v kurišču dosegali temperature do 950 °C, se bodo pri pretoku skozi kotel ohlajali z ogrevanjem napajalne vode, njenim uparjanjem ter pregrevanjem pare, ki se bo porabila za proizvodnjo električne energije in ogrevanje vode iz vročevodnega sistema daljinskega ogrevanja v Ljubljani.

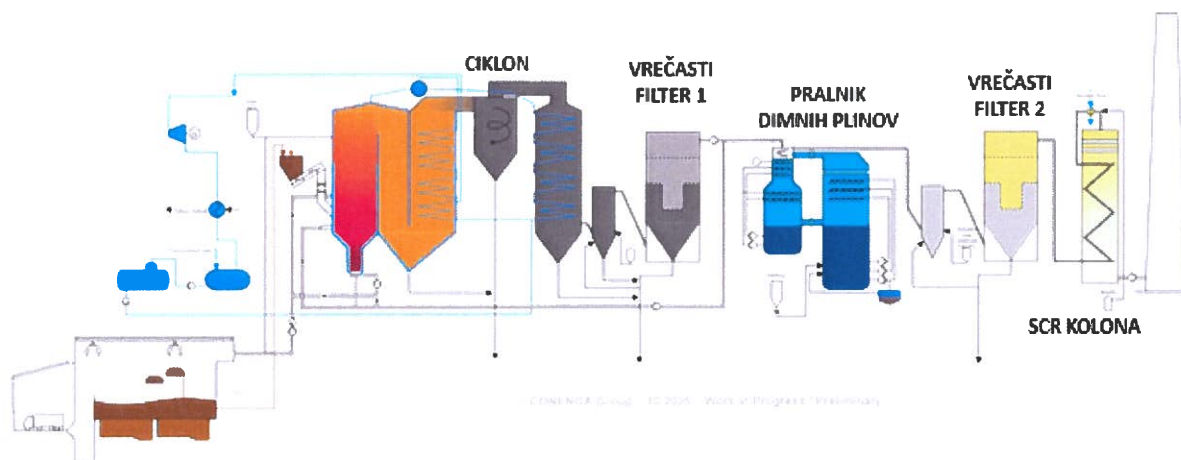
4.2 IZBRANE TEHNIKE ČIŠČENJA DIMNIH PLINOV

Pri zgorevanju odpadkov bodo v TEO Ljubljana nastajale tudi škodljive snovi, ki jih bo potrebno pred izpusti v zrak očistiti s kombinacijo suhih in mokrih tehnik [1]:

- v sistemu suhega čiščenja bo potekalo izločanje prašnih delcev skupaj z adsorpcijo plinastih organskih spojin, kot so dioksini in furani, ter težkih kovin kot je živo srebro;
- v sistemu mokrega čiščenja bodo iz dimnih plinov izločene kislinske spojine, kot so HCl, HF in SO₂ ter težke kovine;
- v napravi za selektivno katalitično redukcijo, SCR, bo potekala redukcija NO_x in oksidacija dioksinov in furanov, FDD/C.

Ker bo sežig odpadkov v TEO Ljubljana potekal v dveh parnih kotlih enakih moči, bo zaradi večje zanesljivosti tudi čiščenje dimnih plinov potekalo v dveh enakih in neodvisno delujočih linijah čiščenja, v katere bodo vgrajene najsodobnejše naprave, ki bodo omogočale doseganje najnižjih možnih emisij snovi v zrak.

Proces ene linije energetske izrabe komunalnih odpadkov skupaj s čiščenjem dimnih plinov je prikazan na shemi:



Slika 1: Shematski prikaz ene linije energetske izrabe komunalnih odpadkov v TEO Ljubljana

4.2.1 SUHO ČIŠČENJE DIMNIH PLINOV

S suhim čiščenjem se bodo v TEO Ljubljana iz dimnih plinov odstranjevali prašni delci skupaj s težkimi kovinami, dioksini in furani, PCDD/F in v manjši meri tudi kislinske spojine.

Izločanje prahu iz dimnih plinov se bo v kotlih TEO Ljubljana pričelo že v samem zgorevalnem prostoru, kjer se bodo iz dimnih plinov izločili najbolj grobi delci ter zgorevalni pesek in žlindra, ki skupaj predstavljajo okoli 20 % celotnega prahu in zaradi večje teže sami padejo na dno kotla in se tam tudi izločajo.

Kotlovski prah, ki predstavlja okoli 10 % celotnega prahu, se bo iz dimnih plinov izločal na ceveh uparjalnika in pregrevalnika pare. Ker ti sloji prahu poslabšujejo prenos toplote iz dimnih plinov na vodo oziroma paro ter pospešujejo korozijo cevi, je potrebno ocevje obeh uparjalnikov in pregrevalnikov pare redno prepirhovati in s tem odstranjevati kotlovski prah.

Med pregrevalnik pare in grelnik kotlovske vode (ekonomajzer) bo nameščen ciklon vročih plinov, v katerem se bo na principu centrifugalne sile izločilo več kot 50 % vseh prašnih delcev. Ker bo izločanje prašnih delcev v ciklonu potekalo pri temperaturah višjih od 400 °C, se bo s tem preprečila generacija dodatnih dioksinov in furanov, PCDD/F. Ciklonski prah predstavlja nenevaren odpadke, saj so volatilne težke kovine pri teh temperaturah še v plinastem stanju in se v ciklonu še ne izločijo.

Za izločanje preostalih 20 % prašnih delcev nastalih pri zgorevanju odpadkov, bosta na dimovodna kanala vsakega kotla na izstopu iz grelnikov napajalne vode nameščena dva sistema vrečastih filtrov z reaktorjema za vpihovanje prahu aktivnega oglja za adsorpcijo dioksinov in furanov ter živega srebra in drugih težkih kovin. Onesnažen prah aktivnega oglja bo iz dimnih plinov skupaj s finimi prašnimi delci iz dimnih plinov odstranjen s pomočjo vrečastih filtrov. Del tako izločenih prašnih delcev se skupaj z onesnaženim prahom aktivnega oglja vpihuje nazaj v reaktor, da se s tem poveča količina aktivnega oglja in učinkovitost njegovega mešanja z dimnimi plini ter zmanjša nevarnost samovžiga aktivnega oglja.

S sodobnimi vrečastimi filtri je mogoče danes iz dimnih plinov zelo učinkovito odstraniti prašne delce večje od 0,1 µm, pri manjših prašnih delcih, ki jih je v dimnih plinih sodobnih sežigalnic odpadkov zelo malo, pa učinkovitost pada [12]. Vrečasti filtri predstavljajo najučinkovitejši sistem izločanja prahu iz dimnih plinov, saj učinkovitost presega 99,9 %.

Zaradi visoke učinkovitosti so vrečasti filtri v uporabi tudi v večini avstrijskih sežigalnic podobnih moči, kjer sežig odpadkov poteka v lebdeči plasti. Učinkovitost izločanja prahu iz dimnih plinov v teh avstrijskih sežigalnicah je skupaj z njihovimi s predpisanimi vrednostmi prikazana v naslednji tabeli.

Tabela 2: Emisije prahu v zrak iz primerljivo velikih sežigalnic komunalnih odpadkov v lebdečem sloju v Avstriji [14], [15]

Naziv sežigalnice	Sistem čiščenja dimnih plinov	BAT [8] DPV (mg/m ³)	Predpisana mejna vrednost		Emitirane količine v letu 2024	
			UPV (mg/m ³)	DPV (mg/m ³)	MPV	
					min. (mg/m ³)	max. (mg/m ³)
Simmeringer Heide - WSO4, Dunaj	Elektrostatični filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR	< 2 - 5	10	5	0	0,1
ENAGES Niklasdorf	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		8	-	0	6,7
Linz Reststoffheizkraftwerk	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		5	5	0,01	0,83
Lenzing - 1K7	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		10	10	0,71	2,91
Norske Skog K6, Bruck an der Muhr ¹ [15]	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		8	5	-	-

Legenda:

UPV urna povprečna vrednost
 DPV dnevna povprečna vrednost
 MPV mesečna povprečna vrednost

Iz Tabele 1 je razvidno, da nobena od primerljivo velikih sežigalnic v Avstriji nima predpisane najnižje BAT vrednosti, dejansko emitirane količine pa so veliko nižje. Prednost takšnega načina je večja fleksibilnost pri izbiri ponudnika opreme za sežig odpadkov in čiščenje dimnih plinov ter nižja cena opreme. Sodobna oprema za čiščenje dimnih plinov z dobrim vodenjem obratovanja in pravnimi nastavitvami namreč omogoča doseganje emisij, ki so veliko nižje od predpisanih. To potrjujejo emisijski podatki navedeni v BREF dokumentu [12] in na spletni strani avstrijskih sežigalnic [14].

Po zgledu primerljivih avstrijskih sežigalnic komunalnih odpadkov je tudi za TEO Ljubljana izbrana projektna vrednost emisij prahu v zrak na zgornji BAT vrednosti, 5 mg/m³ pri normnih pogojih in računski vsebnosti kisika.

Tabela 3: Projektna mejne vrednosti emisij prahu v zrak iz TEO Ljubljana

Onesnaževalo	Polurne povprečne vrednosti [3]		BAT vrednost (dnevno povprečje) [8]		BAT
	A (mg/m ³)	B (mg/m ³)	Predpisano (mg/m ³)	projektno (mg/m ³)	
Prah	30	10	< 2 - 5	5	BAT 25

vse koncentracije so podane pri normnih pogojih in računski vsebnosti kisika

Skupaj s prašnimi delci, težkimi kovinami in PCDD/F se z vrečastimi filtri odstrani tudi okoli 20 % kislinskih spojin vezanih na prašne delce.

Za mokrim čiščenjem dimnih plinov bosta na obeh dimovodnih kanalih nameščena dodatna sistema suhega čiščenja dimnih plinov z reaktorjem za vpihovanje aktivnega oglja in vrečastimi filtri za dodatno odstranjevanje težkih kovin in odstranjevanje finega prahu v primerih motenega delovanja prvega suhega sistema vrečastih filtrov.

¹ Emitirane količine prahu v zrak iz sežigalnice Norske Skog, Bruck an der Muhr, v letu 2024 še niso na razpolago, saj je sežigalnica konec v letu 2024 obratovala poskusno.

4.2.2 MOKRO ČIŠČENJE DIMNIH PLINOV

Suhemu čiščenju dimnih plinov bo V TEO Ljubljana sledilo mokro čiščenje dimnih plinov za izločanje kislinskih komponent, kot so HCl, HF in SO₂, ter težkih kovin.

V prvi fazi poteka čiščenje s pršenjem vode v tok dimnih plinov. Kapljice vode iz dimnih plinov izločajo klor in fluor v obliki HCl in HF. Produkt tega čiščenja dimnih plinov je močno kislina, ki nase veže tudi težke kovine, ki niso bile izločene v 1. fazi suhega čiščenja.

V drugi fazi mokrega čiščenja bo potekala redukcija SO₂ z uporabo apnenega mleka kot nevtralizatorja. Produkt takšnega izločanja SO₂ iz dimnih plinov bo sadra ali gips, ki v vodi ni topen, in se ga lahko uporablja kot primarno surovino za proizvodnjo mavca.

Sodobne naprave mokrega čiščenja dimnih plinov so zelo učinkovite, saj iz dimnih plinov odstranijo več kot 99 % kislinskih komponent [12] in so zato dejanske emisije kislinskih komponent v zrak veliko nižje od predpisanih vrednosti, kot kažejo podatki iz avstrijskih sežigalnic prikazanih na tabelah, ki sledijo.

Tabela 4: Emisije HCl v zrak iz primerljivo velikih sežigalnic komunalnih odpadkov v lebdečem sloju v Avstriji [14], [15]

Naziv sežigalnice	Sistem čiščenja dimnih plinov	BAT [8] DPV (mg/m ³)	Predpisana mejna vrednost		Emitirane količine v letu 2024	
			UPV (mg/m ³)	DPV (mg/m ³)	MPV	
					min. (mg/m ³)	max. (mg/m ³)
Simmeringer Heide - WSO ₄ , Dunaj	Elektrostatični filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR	< 2 - 6	10	8	0	0,1
ENAGES Niklasdorf	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		7	-	0	0,9
Linz Reststoffheizkraftwerk	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		8	8	0,23	1,1
Lenzing - 1K7	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		10	8	0,47	2,38
Norske Skog K6, Bruck an der Muhr [15]	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		7	6	-	-

Legenda:

- UPV urna povprečna vrednost
- DPV dnevna povprečna vrednost
- MPV mesečna povprečna vrednost

Tabela 5: Emisije SO₂ v zrak iz primerljivo velikih sežigalnic komunalnih odpadkov v lebdečem sloju v Avstriji [14], [15]

Naziv sežigalnice	Sistem čiščenja dimnih plinov	BAT [8] DPV (mg/m ³)	Predpisana mejna vrednost		Emitirane količine v letu 2024	
			UPV (mg/m ³)	DPV (mg/m ³)	MPV	
					min. (mg/m ³)	max. (mg/m ³)
Simmeringer Heide - WSO ₄ , Dunaj	Elektrostatični filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR	5 - 30	50	40	0,1	2,9
ENAGES Niklasdorf	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		20	-	1,6	7,1
Linz Reststoffheizkraftwerk	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		40	30	1,9	6,5
Lenzing - 1K7	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		223	223	12,8	77,6
Norske Skog K6, Bruck an der Muhr [15]	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		40	25	-	-

Legenda:

UPV urna povprečna vrednost

DPV dnevna povprečna vrednost

MPV mesečna povprečna vrednost

Tabela 6: Emisije HF v zrak iz primerljivo velikih sežigalnic komunalnih odpadkov v lebdečem sloju v Avstriji [14], [15]

Naziv sežigalnice	Sistem čiščenja dimnih plinov	BAT [8] DPV (mg/m ³)	Predpisana mejna vrednost		Izmerjeno v letu 2024 (mg/m ³)
			UPV (mg/m ³)	DPV (mg/m ³)	
			Simmeringer Heide - WSO ₄ , Dunaj	Elektrostatični filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR	<1
ENAGES Niklasdorf	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR	0,3	-	0,08	
Linz Reststoffheizkraftwerk	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR	0,3	0,2	0,045	
Lenzing - 1K7	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR	0,7	0,5	0,0209	
Norske Skog K6, Bruck an der Muhr [15]	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR	0,4	0,25	-	

Tabela 7: Emisije Hg v zrak iz primerljivo velikih sežigalnic komunalnih odpadkov v lebdečem sloju v Avstriji [14], [15]

Naziv sežigalnice	Sistem čiščenja dimnih plinov	BAT [8] DPV (µg/m ³)	Predpisana mejna vrednost		Izmerjeno v letu 2024 (µg/m ³)
			UPV (µg/m ³)	DPV (µg/m ³)	
			Simmeringer Heide - WSO ₄ , Dunaj	Elektrostatični filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR	5 - 20
ENAGES Niklasdorf	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR	50	-	7,5	
Linz Reststoffheizkraftwerk	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR	50	20	0,9 - 9,6 ²	
Lenzing - 1K7	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR	50	20	2,67	
Norske Skog K6, Bruck an der Muhr [15]	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR	50	20	-	

Legenda:

UPV urna povprečna vrednost

DPV dnevna povprečna vrednost

² Prikazani minimalna in maksimalna povprečna mesečna vrednost emisij Hg v zrak

Tabela 8: Emisije kovin (Cd+Tl) v zrak iz primerljivo velikih sežigalnic komunalnih odpadkov v lebdečem sloju v Avstriji [14], [15]

Naziv sežigalnice	Sistem čiščenja dimnih plinov	BAT [8] povprečje v obdobju vzorčenja ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Predpisana mejna vrednost	Izmerjeno v letu 2024 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
			povprečje v obdobju vzorčenja ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
Simmeringer Heide - WSO4, Dunaj	Elektrostatični filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR	5 - 20	20	0,2
ENAGES Niklasdorf	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		20	2,0
Linz Reststoffheizkraftwerk	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		20	0,05
Lenzing - 1K7	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		50	2,67
Norske Skog K6, Bruck an der Muhr [15]	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		20	-

Tabela 9: Emisije kovin (Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V) v zrak iz primerljivo velikih sežigalnic komunalnih odpadkov v lebdečem sloju v Avstriji [14], [15]

Naziv sežigalnice	Sistem čiščenja dimnih plinov	BAT [8] povprečje v obdobju vzorčenja ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Predpisana mejna vrednost	Izmerjeno v letu 2024 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
			povprečje v obdobju vzorčenja ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
Simmeringer Heide - WSO4, Dunaj	Elektrostatični filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR	10 - 300	300	9,4
ENAGES Niklasdorf	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		300	24
Linz Reststoffheizkraftwerk	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		300	7,5
Lenzing - 1K7	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		500	13,504
Norske Skog K6, Bruck an der Muhr [15]	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		300	-

V zgornjih tabelah je razvidno, da nobena od avstrijskih sežigalnic komunalnih odpadkov primerljivih po velikosti, načinu sežiga in čiščenju dimnih plinov nima predpisane najnižje BAT vrednosti. To namreč močno omeji možnost izbire dobaviteljev opreme in podraži investicijo. Kljub temu izmerjene vrednosti emisij teh sežigalnic v zrak v letu 2024 kažejo, da so bile vse te vrednosti veliko nižje od predpisanih. Zato bodo tudi za TEO Ljubljana kot projektne vrednosti emisij kislih komponent in težkih kovin ne bodo izbrane najnižje BAT vrednosti.

Tabela 10: Projektne mejne vrednosti emisij kislih komponent v zrak iz TEO Ljubljana

Onesnaževalo	Polurne povprečne vrednosti [3]		BAT vrednost (dnevno povprečje) [8]		BAT
	A (mg/m^3)	B (mg/m^3)	Predpisano (mg/m^3)	projektno (mg/m^3)	
HCl	60	10	< 2 - 6	6	BAT 27
HF	4	2	< 1	0,5	BAT 27
SO ₂	200	50	5 - 30	30	BAT 27

Vse koncentracije so podane pri normnih pogojih in računski vsebnosti kisika

Tabela 11: Projektne mejne vrednosti emisij živega srebra v zrak iz TEO Ljubljana

Onesnaževalo	Povprečje v obdobju vzorčenja [3]	BAT vrednost [8]			BAT
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	način monitoringa	Predpisano ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	projektno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
Hg	50	redne meritve	< 5 – 20	20	BAT 31
		dolgoročno obdobje vzorčenja	1 - 10	10	

vse koncentracije so podane pri normnih pogojih in računski vsebnosti kisika

Tabela 12: Projektne mejne vrednosti emisij kovin v zrak iz TEO Ljubljana

Onesnaževalo	Povprečje v obdobju vzorčenja [3]	BAT vrednost (povprečje v obdobju vzorčenja) [8]		BAT
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Predpisano ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	projektno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
Cd+Tl	50	5 - 20	20	BAT 25
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V	500	10 – 300	300	BAT 25

vse koncentracije so podane pri normnih pogojih in računski vsebnosti kisika

4.2.3 SELEKTIVNA KATALITIČNA REDUKCIJA, SCR

Selektivna katalitična redukcija, SCR, se bo v TEO Ljubljana uporabljala kot sekundarni ukrep za znižanje emisij dušikovih oksidov. Ti se bodo v procesu sežiga gorljivih komunalnih odpadkov v kotlih nadzorovali s primarnimi ukrepi, ki bodo v skladu z BAT zaključki [9] in BREF dokumentom [12] zajemali stopnjsko zgorevanje, avtomatsko kontrolo zgorevalnega zraka in recirkulacijo dimnih plinov. S temi ukrepi se bodo kontrolirale temperature zgorevanja in zadrževalni časi zgorevalnih plinov, tako da bo v procesu zgorevanja odpadkov v čim večji možni meri preprečena generacija NO_x .

Kot sekundarni ukrep za znižanje vsebnosti NO_x v dimnih plinih se bo v TEO Ljubljana uporabljal SCR-sistem, ki bo v dimovodni kanal vsakega kotla v TEO Ljubljana nameščen za drugo stopnjo suhega čiščenja dimnih plinov. V SCR sistemu bo redukcija NO_x potekala s kemijsko reakcijo amonijaka, NH_3 , ki se bo v obliki razredčene vodne raztopine (NH_4OH) razprševal v tok dimnih plinov pred katalizatorsko kolono. Ko dimni plini prečkajo površino katalizatorja, se amonijak in dušikov oksid vsesajo v pore, kjer pri temperaturi med 200 in 250 °C reagirajo z vodno paro in dušikom.

Poleg redukcije NO_x poteka v porah katalizatorja tudi oksidacija PCDD/F. Tako se bo v SCR poleg NO_x zniževala tudi emisija PCDD/F.

Sodobne SCR naprave so zelo učinkovite in iz dimnih plinov odstranijo več kot 90 % NO_x in med 98 % in 99,9 % PCDD/F [12], kadar je volumen katalizatorja približno dvakrat večji v primerjavi z zasnovo katalizatorja za odstranjevanje samo NO_x .

V nadaljevanju je prikazana učinkovitost redukcije NO_x in PCDD/F v primerljivih sežigalnicah s sistemi SCR v Avstriji. V teh tabelah so navedene tudi dopustne vrednosti emisij NO_x in PCDD/F.

Tabela 13: Emisije NO_x v zrak iz primerljivo velikih sežigalnic komunalnih odpadkov v lebdečem sloju v Avstriji [14], [15]

Naziv sežigalnice	Sistem čiščenja dimnih plinov	BAT [8] DPV (mg/m ³)	Predpisana mejna vrednost		Emitirane količine v letu 2024	
			UPV (mg/m ³)	DPV (mg/m ³)	MPV	
					min. (mg/m ³)	max. (mg/m ³)
Simmeringer Heide - WSO4, Dunaj	Elektrostatični filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR	50 - 120	100	70	28,2	41
ENAGES Niklasdorf	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		70	-	45,9	57,4
Linz Reststoffheizkraftwerk	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		60	55	19,9	33,3
Lenzing - 1K7	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		139	139	85,4	111
Norske Skog K6, Bruck an der Muhr [15]	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		100	70	-	-

Legenda:

UPV urna povprečna vrednost
 DPV dnevna povprečna vrednost
 MPV mesečna povprečna vrednost

Tabela 14: Emisije PCDD/F v zrak iz primerljivo velikih sežigalnic komunalnih odpadkov v lebdečem sloju v Avstriji [14], [15]

Naziv sežigalnice	Sistem čiščenja dimnih plinov	BAT [8] povprečje v obdobju vzorčenja (ng/m ³)	Predpisana mejna vrednost	Izmerjeno v letu 2024
			povprečje v obdobju vzorčenja (ng/m ³)	(ng/m ³)
Simmeringer Heide - WSO4, Dunaj	Elektrostatični filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR	<0,01 – 0,04	0,06	0,0055
ENAGES Niklasdorf	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		0,06 ³	0,004
Linz Reststoffheizkraftwerk	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		0,06	0,022
Lenzing - 1K7	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		0,02	0,03352
Norske Skog K6, Bruck an der Muhr [15]	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		0,04	-

Razen v primeru emisij PCDD/F iz sežigalnice Lenzing iz leta 2024, so vse dopustne vrednosti posameznih sežigalnic višje kot vrednosti, ki so dejansko izmerjene. V teh tabelah navedeni podatki tudi kažejo, da v nobeni od navedenih sežigalnic ni predpisana najnižja BAT vrednost, niti v sežigalnici Norske Skog K6, Bruck an der Muhr, ki je pričela obratovati v letu 2024.

Po zgledu primerljivih sežigalnic iz Avstrije tudi v TEO Ljubljana kot projektne emisijske vrednosti emisij NO_x in PCDD/F ne bodo izbrane najnižje BAT vrednosti, saj bi bil s tem močno zožen nabor ponudnikov opreme in bi se povišala vrednost investicije.

³ Urna povprečna vrednost

Tabela 15: Projektne mejne vrednosti emisij NO_x v zrak iz TEO Ljubljana

Onesnaževalo	Polurne povprečne vrednosti [3]		BAT vrednost (dnevno povprečje) [8]		BAT
	A (mg/m ³)	B (mg/m ³)	Predpisano (mg/m ³)	projektno (mg/m ³)	
NO _x	400	200	50 – 120	120	BAT 29

vse koncentracije so podane pri normnih pogojih in računski vsebnosti kisika

Tabela 16: Projektne mejne vrednosti emisij PCDD/F v zrak iz TEO Ljubljana

Onesnaževalo	Povprečje v obdobju vzorčenja [3]	BAT vrednost [8]			BAT
	(ng/m ³)	način monitoringa	Predpisano (ng/m ³)	projektno (ng/m ³)	
PCDD/F	0,1	povprečje v obdobju vzorčenja	<0,01 – 0,04	0,04	BAT 30
		dolgoročno obdobje vzorčenja	<0,01 – 0,06 ⁴	0,04	

vse koncentracije so podane pri normnih pogojih in računski vsebnosti kisika

4.2.4 EMISIJE SNOVI, KI JIH NI MOČ REDUCIRATI S ČISTILNIMI NAPRAVAMI DIMNIH PLINOV

Dimni plini iz sežiga komunalnih odpadkov poleg onesnaževal, ki jih je v procesu čiščenja mogoče reducirati, vsebujejo tudi onesnaževala, ki jih z znanimi tehnikami čiščenja ni mogoče odstranjevati iz dimnih plinov oziroma so njihove emisije posledica čiščenja dimnih plinov, kot to velja za amonijak, NH₃, in skupni hlapni organski ogljik izražen kot C, TOC.

Tako emisije CO kot tudi TOC so posledica nepopolnega zgorevanja in jih ni mogoče zmanjšati s čiščenjem dimnih plinov. V nekaterih primerih lahko v kurišču kotla pride do nepopolnega zgorevanja goriva, kar je pogojeno predvsem z nehomogeno sestavo odpadkov. Kotel in kurišče bosta zasnovana z uporabo najsodobnejših tehnik zgorevanja, tako da se v fluidiziranem sloju doseže najvišja možna učinkovitost zgorevanja z najmanjšim vplivom na okolje.

K povečanju TOC bo nekoliko prispeval tudi izbrani sistem za zmanjšanje določenih onesnaževal v dimnih plinih z adsorpcijo na aktivnem oglju, ki se v dimne pline vpihuje pred in po mokrem čiščenju dimnih plinov. Do povečanja TOC bo lahko prišlo zaradi medsebojnega trenja prahu aktivnega oglja oziroma zaradi trenja oglja z prašnimi delci bodisi v samem reaktorju ali na vrečastih filtrih. Na srečo pa porast TVOC ni škodljiv za zdravje ljudi in/ali okolje.

Emisije NH₃ iz TEO Ljubljana bodo posledica tako sestave komunalnih odpadkov kot »pobeg amonijaka« (ammonia slip) zaradi nepopolne reakcije z NO_x v SCR napravi. Običajno NH₃ iz goriva v napravi SCR reagira z NO_x, oziroma lahko do reakcije z NO_x pride že v samem kurišču naprave.

V spodnjih tabelah so prikazane emisije TOC, CO in NH₃ iz primerljivih sežigalnic v Avstriji skupaj z njihovimi mejnimi vrednostmi za ta onesnaževala.

⁴ Raven emisij, povezana z BAT, se ne uporablja, če se dokaže, da so ravni emisij dovolj stabilne

Tabela 17: Emisije TOC v zrak iz primerljivo velikih sežigalnic komunalnih odpadkov v lebdečem sloju v Avstriji [14], [15]

Naziv sežigalnice	Sistem čiščenja dimnih plinov	BAT [8] DPV (mg/m ³)	Predpisana mejna vrednost		Emitirane količine v letu 2024	
			UPV (mg/m ³)	DPV (mg/m ³)	MPV	
					min. (mg/m ³)	max. (mg/m ³)
Simmeringer Heide - WSO4, Dunaj	Elektrostatični filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR	<3 - 10	10	10	0,1	0,3
ENAGES Niklasdorf	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		8	-	0	6,7
Linz Reststoffheizkraftwerk	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		8	8	0,2	1,35
Lenzing - 1K7	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		10	7	0,41	1,95
Norske Skog K6, Bruck an der Muhr [15]	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		8	8	-	-

Tabela 18: Emisije CO v zrak iz primerljivo velikih sežigalnic komunalnih odpadkov v lebdečem sloju v Avstriji [14], [15]

Naziv sežigalnice	Sistem čiščenja dimnih plinov	BAT [8] DPV (mg/m ³)	Predpisana mejna vrednost		Emitirane količine v letu 2024	
			UPV (mg/m ³)	DPV (mg/m ³)	MPV	
					min. (mg/m ³)	max. (mg/m ³)
Simmeringer Heide - WSO4, Dunaj	Elektrostatični filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR	10 - 50	100	50	2,8	7,1
ENAGES Niklasdorf	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		50	-	2,2	20
Linz Reststoffheizkraftwerk	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		100	50	0,6	2,8
Lenzing - 1K7	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		117	107	26,8	56,3
Norske Skog K6, Bruck an der Muhr [15]	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		100	50	-	-

Tabela 19: Emisije NH₃ v zrak iz primerljivo velikih sežigalnic komunalnih odpadkov v lebdečem sloju v Avstriji [14], [15]

Naziv sežigalnice	Sistem čiščenja dimnih plinov	BAT [8] DPV (mg/m ³)	Predpisana mejna vrednost		Emitirane količine v letu 2024	
			UPV (mg/m ³)	DPV (mg/m ³)	MPV	
					min. (mg/m ³)	max. (mg/m ³)
Simmeringer Heide - WSO4, Dunaj	Elektrostatični filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR	2 - 10	5	5	0,5	2,4
ENAGES Niklasdorf	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		5	-	0,0	0,8
Linz Reststoffheizkraftwerk	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		5	5	0,05	0,05
Lenzing - 1K7	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		-	-	-	-
Norske Skog K6, Bruck an der Muhr [15]	Vrečasti filter, mokro čiščenje, aktivno oglje, SCR		5	-	-	-

Legenda:

UPV urna povprečna vrednost
 DPV dnevna povprečna vrednost
 MPV mesečna povprečna vrednost

Glede na prakso uveljavljeno v Avstriji bo investitor predlagal, da se za projektne vrednosti emisij TOC, CO in NH₃ ne uveljavljajo najnižje BAT vrednosti, temveč se izberejo vrednosti podobne kot v najsodobnejši avstrijski sežigalnici odpadkov Norske Skog, ki je pričela z normalnim obratovanjem v letu 2024.

Tabela 20: Projektne mejne vrednosti emisij TOC, CO in NH₃ v zrak iz TEO Ljubljana

Onesnaževalo	Polurne povprečne vrednosti [3]		BAT vrednost (dnevno povprečje) [8]		BAT
	A (mg/m ³)	B (mg/m ³)	Predpisano (mg/m ³)	projektno (mg/m ³)	
TOC	20	10	< 3 - 10	8	BAT 30
CO	100		10 - 50	50	BAT 29
NH ₃	-	-	2 - 10	5	BAT 29

vse koncentracije so podane pri normnih pogojih in računski vsebnosti kisika

4.3 NAJBOLJŠE RAZPOLOŽLJIVE TEHNIKE ZA ZMANJŠANJE EMISIJ

Najboljše razpoložljive tehnike za zmanjšanje emisij so opisane v Zaključkih o najboljših razpoložljivih tehnikah (BAT) za sežiganje odpadkov [8].

BAT 25: Najboljše razpoložljive tehnike za zmanjšanje kanaliziranih emisij prahu, kovin in polkovin, ki nastanejo pri sežiganju odpadkov

V BAT 25 so navedene naslednje tehnike za zmanjšanje kanaliziranih emisij prahu, kovin in polkovin: vrečasti filter, elektrostatični filter, vbrizgavanje suhega sorbenta, mokri pralnik in adsorpcija v nepremični ali premični plasti.

Projekt TEO Ljubljana [1] s kombinacijo vrečastih filtrov, vbrizgavanjem suhega sorbenta in mokrega pralnika ustreza zahtevam BAT 25.

BAT 27: Najboljše razpoložljive tehnike za zmanjšanje kanaliziranih emisij HCl, HF in SO₂, ki nastanejo pri sežiganju odpadkov

V BAT 27 so navedene naslednje tehnike za zmanjšanje kanaliziranih emisij HCl, HF in SO₂: mokri pralnik, polmokri pralnik, vbrizgavanje suhega sorbenta, neposredno razžvepljevanje in vbrizgavanje sorbenta v kotel.

Projekt TEO Ljubljana [1] s kombinacijo mokrega pralnika in vbrizgavanjem suhega sorbenta ustreza zahtevam BAT 27.

BAT 29: Najboljše razpoložljive tehnike za zmanjšanje kanaliziranih emisij NO_x v zrak ob omejitvi emisij CO in N₂O iz sežiganja odpadkov ter emisij NH₃ zaradi uporabe selektivne nekatalitične in/ali katalitične redukcije

V BAT 29 so navedene naslednje tehnike za zmanjšanje kanaliziranih emisij NO_x: optimizacija postopka sežiganja, recirkulacija dimnih plinov, selektivna nekatalitična redukcija (SNCR), selektivna katalitična redukcija (SCR), katalitični vrečasti filtri, optimizacija zasnove in delovanja SNCR/SCR in mokri pralnik.

Projekt TEO Ljubljana [1] s kombinacijo optimizacije postopka sežiganja, recirkulacije dimnih plinov in selektivne katalitične redukcije (SCR) ustreza zahtevam BAT 29.

BAT 30: Najboljše razpoložljive tehnike za zmanjšanje kanaliziranih emisij organskih spojin, vključno s PCDD/F in PCB iz sežiganja odpadkov

V BAT 30 so navedene naslednje tehnike za zmanjšanje kanaliziranih emisij organskih spojin, vključno s PCDD/F in PCB: optimizacija postopka sežiganja, nadzor nad doziranjem odpadkov, čiščenje delujočega in zaustavljenega kotla, hitro hlajenje dimnih plinov, vbrizgavanje suhega sorbenta, adsorpcija v nepremični ali premični plasti, selektivna katalitična redukcija (SCR), katalitični vrečasti filtri in ogljikov sorbent v mokrem pralniku.

Projekt TEO Ljubljana [1] s kombinacijo optimizacije postopka sežiganja, nadzora nad doziranjem odpadkov, čiščenjem delujočega in zaustavljenega kotla, hitrim hlajenjem dimnih plinov, vbrizgavanjem suhega sorbenta in selektivne katalitične redukcije (SCR) ustreza zahtevam BAT 30.

BAT 31: Najboljše razpoložljive tehnike za zmanjšanje kanaliziranih emisij živega srebra iz sežiganja odpadkov

V BAT 31 so navedene naslednje tehnike za zmanjšanje kanaliziranih emisij živega srebra: mokri pralnik (nizek pH), vbrizgavanje suhega sorbenta, vbrizgavanje posebnega, visoko reaktivnega aktivnega oglja, doziranje broma v kotel in adsorpcija v nepremični ali premični plasti.

Projekt TEO Ljubljana [1] s kombinacijo mokrega pralnika in vbrizgavanjem suhega sorbenta ustreza zahtevam BAT 31.

5 REFERENCE POGLAVJA 4

- [1] Conceptual Design of the Plant for Waste-to-Energy Utilization and Sewage Sludge Incineration in Ljubljana, at Locations TE-TOL and RCERO, (JPE-VOD-417/24), Final report, Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Roland Pomberger, Leoben, januar 2026;
- [2] Uredba o opravljanju obvezne državne gospodarske javne službe sežiganja komunalnih odpadkov, Ur.l.RS 26/25.
- [3] Uredba o sežigalnicah in napravah za sosežig odpadkov, Ur.l. RS, št. 8/16, 116/21 in 44/22 – ZVO-2 in 45/25.
- [4] Uredba o emisije snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja, Ur.l.RS št. 31/07, 70/08, 61/09, 50/13, 44/22 – ZVO-2, 48/22 in 45/25
- [5] Preliminary study of waste-to-energy utilization in Ljubljana Phase 2/3, Final report, Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Roland Pomberger, Leoben, januar 2024;
- [6] Objekt energijske izrabe odpadkov OEIO Ljubljana, mag. Gregor Golja, u.d.i.s, Trajnostne rešitve za zeleni prehod Slovenije, 26. strokovno posvetovanje, Moravske Toplice, oktober 2023;
- [7] Comparison of Waste –to-Energy Technologies for the Plant in Ljubljana, Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Roland Pomberger, Leoben, Avstrija, Avgust 2021;
- [8] Izvedbeni sklep komisije (EU) 2019/2010 z dne 12. novembra 2019 o določitvi zaključkov o najboljših razpoložljivih tehnikah (BAT) za sežiganje odpadkov na podlagi Direktive 2010/75/EU Evropskega parlamenta in Sveta o industrijskih emisijah (notificirano pod dokumentarno številko C(2019) 7987;
- [9] Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration: Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control), Publications Office of the European Union, 2019, ISSN 1831-9424 (https://bureau-industrial-transformation.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/inline-files/WI_5_24-05-2017_web.pdf)

- [10] Where there's fire, there's smoke - Emissions from domestic heating with wood, European Environmental Bureau, Green Transition Denmark, September 2021 (https://eeb.org/wp-content/uploads/2021/09/Where-theres-fire-theres-smoke_domestic-heating-study_2021.pdf)
- [11] Izvedbeni sklep komisije (EU) 2019/2010 z dne 12. novembra 2019 o določitvi zaključkov o najboljših razpoložljivih tehnikah (BAT) za sežiganje odpadkov na podlagi Direktive 2010/75/EU Evropskega parlamenta in Sveta o industrijskih emisijah, 12.10.2019;
- [12] Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration, JRC Science for Policy Report, Industrial Emissions Directive 2010/75/EU Integrated Pollution Prevention and Control, EUR 29971 EN, 2019
- [13] Waste-to-Energy in Austria, Whitebook, Figures, Data, Facts, Ministerium für Lebenswertes Österreich, December 2015 (https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:40b93468-8ffc-4581-a7f3-a0dedec04350/Whitebook_Waste_to_Energy.pdf)
- [14] Dashboard für Verbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen, Umwelt Bundesamt Österreich ; <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/industrie/daten-industrie/dashboard-verbrennungsanlagen>
- [15] Produktionslinie 5 – Energiezentrale Kessel 9, dokument na voljo na spletni strani okoljskih informacij zvezne dežele Štajerske: https://www.umwelt.steiermark.at/cms/dokumente/12783064_6392227/ad5cbc94/003%20Bescheid_SIG.pdf

6 STROKOVNA PRESOJA OKOLJSKIH IN REGULATORNIH TVEGANJ PROJEKTA

Strokovna presoja je pripravljena kot tehnična in interpretativna podpora upravnemu postopku ter za interno strokovno uporabo naročnika. Ne predstavlja pravne presoje skladnosti projekta, ne prejudicira odločitve pristojnega organa in ne nadomešča postopkov izdaje okoljevarstvenega dovoljenja ali drugih upravnih aktov.

6.1 IDENTIFIKACIJA OKOLJSKIH VIDIKOV IN OBMOČIJ POVEČANE OBČUTLJIVOSTI

V nadaljevanju so okoljski vidiki obravnavani z vidika tehnične in regulatorne relevantnosti. Identifikacija vidikov ne pomeni presoje sprejemljivosti projekta, temveč služi strukturiranju dokazne sledljivosti v postopkih po IED/IPPC režimu. Pri IED/IPPC režimu zakonska skladnost (emisijska mejna vrednost) ni edina zahteva po ustreznosti projekta. Dovoljenje mora praviloma temeljiti na BAT, hkrati pa mora organ za posamezno lokacijo zagotoviti, da se upoštevajo okoljski kakovostni standardi (npr. kakovost zunanjega zraka), kar lahko vodi do strožjih pogojev od BAT-ravni.

6.1.1 EMISIJE SNOVI V ZRAK IN REGULATORNI KONTEKST (IED, BAT, LOKACIJSKA OBČUTLJIVOST)

Opis lokacijskih značilnosti Ljubljanske kotline predstavlja kontekstualni okvir za razumevanje potencialnih vplivov. Ne predstavlja kvantitativne presoje emisij ali nadomestila za modeliranje v postopkih PVO ali OVD. Ljubljanska kotlina je zaradi svoje geomorfološke zaprtosti in pogostih temperaturnih inverzij izrazito občutljiva na emisije snovi v zrak. To pomeni, da se presoja vplivov ne more omejiti zgolj na doseganje mejnih vrednosti emisij na izpustu, temveč mora upoštevati tudi kumulativne in lokacijsko pogojene učinke, zlasti pri snoveh, ki vplivajo na sekundarno onesnaženje zraka (NO_x, NH₃, SO₂, delci). Z vidika IED/IPPC režima to pomeni, da tudi emisije, ki so projektirane znotraj razponov BAT-AEL, ne izključujejo možnosti dodatnih upravnih pogojev, če bi lokalni okoljski standardi (npr. kakovost zunanjega zraka) to zahtevali. Sklicevanje na podnebne cilje in sekundarne procese v atmosferi je informativne narave in ne pomeni presoje skladnosti z zakonodajo s področja podnebnih sprememb ali EU taksonomije.

Emisija snovi v zrak je izpuščanje snovi v zunanji zrak iz točkovnih ali razpršenih virov, kar ureja *Zakon o varstvu okolja (ZVO-2)*, *Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja (Ur. l. RS, št. 31/07 s spremembami)* in *Izvedbeni sklep Komisije (EU) 2019/2010 o določitvi zaključkov o najboljših razpoložljivih tehnikah (BAT) za sežiganje odpadkov*.

Krovne zahteve: Obratovanje mora zagotavljati skladnost z mejnimi vrednostmi emisij (BAT-AEL), določenimi v Zaključkih o BAT, kar vključuje stroge omejitve za trdne delce (PM), dušikove oxide (NO_x), žveplov dioksid (SO₂), klorovodik (HCl), ter dioksine in furane.

Projektna dokumentacija: Projektna dokumentacija predvideva uporabo tehnologije zgorevanja v fluidiziranem sloju v dveh parnih kotlih s skupno vhodno toplotno močjo 73 MW. Čiščenje dimnih plinov se izvaja v dveh neodvisnih linijah s kombinacijo suhih in mokrih postopkov, vključno s selektivno katalitično redukcijo (SCR) za eliminacijo (NO_x), z uporabo amonijeve raztopine (NH₄OH), ter vrečastimi filtri z vbrizgavanjem aktivnega koksa za adsorpcijo težkih kovin in organskih mikrosov.

6.1.1.1 Emisije toplogrednih plinov in podnebni vidiki

Obravnava emisij toplogrednih plinov temelji na projektnih in metodoloških predpostavkah, značilnih za fazo dovoljevanja. Podatki niso pripravljene skladno z zahtevami CSRD/ESRS in ne predstavljajo trajnostnega poročila. V luči Resolucije ReDPS50 se vsak energetske objekt ocenjuje skozi prizmo razogljičenja. Za TEO Ljubljana je specifično, da neposredno posega v energetske bilanco prestolnice, kjer daljinsko ogrevanje predstavlja hrbtenico prehoda na nizkoogljično družbo. Izraba energije iz biogenega dela odpadkov se v letu 2026 ne razume več le kot tehnološka opcija, temveč kot strateški doprinos k nacionalnim ciljem NEPN.

Emisije TGP se obravnavajo skladno z *Zakonom o varstvu okolja (ZVO-2, Ur. l. RS, št. 44/22 in 18/23)* in *Resolucijo o Dolgoročni podnebni strategiji Slovenije do leta 2050 (ReDPS50, Ur. l. RS, št. 117/21)*. Področje ureja tudi *Sistem EU za trgovanje z emisijami (EU ETS)* v okviru *Direktive 2003/87/ES*.

Krovne zahteve: Zahteva se spremljanje specifičnega izpusta toplogrednih plinov in prehod na nizkoogljične vire energije. Strategija *NEPN (Celoviti nacionalni energetski in podnebni načrt)* določa povečanje energetske neodvisnosti ob hkratnem zmanjševanju emisij v energetske sektorju.

Projektna dokumentacija: Projektna dokumentacija predvideva letno obdelavo 130.000 ton gorljivih komunalnih odpadkov. Z izkoriščanjem biogenega deleža odpadkov (energija iz biomase) dokumentacija izkazuje neto zmanjšanje emisij (CO_2) na ravni regije, saj TEO Ljubljana v sistemu daljinskega ogrevanja neposredno nadomešča fosilna goriva (premog v TE-TOL).

6.1.1.2 Emisije trdnih delcev (PM) in hlapnih organskih spojin

Vprašanje trdnih delcev PM_{10} in $PM_{2,5}$ je v Ljubljanski kotlini strateškega pomena, saj se mesto že desetletja sooča z izzivi kakovosti zraka, predvsem zaradi prometa in individualnih kurišč. Pri energetski izrabi odpadkov emisije prahu ne predstavljajo le estetske ali splošne okoljske obremenitve, temveč so nosilci potencialno adsorbiranih težkih kovin in organskih mikrosov. Lokalna mikroklima zahteva, da so izpusti iz tehnološko naprednih objektov, kot je TEO Ljubljana, bistveno pod ravni emisij, ki jih v okolje sproščajo razpršeni viri ogrevanja v mestu.

Področje emisij delcev in organskih snovi ureja *Uredba o sežigalnicah odpadkov in napravah za sosežig odpadkov (Ur. l. RS, št. 8/16, 116/21 in 45/25)*, ki določa strožje mejne vrednosti od splošnih predpisov za industrijo.

Krovne zahteve: Zahteva se kontinuirano merjenje emisij prahu, kjer dnevna mejna vrednost ne sme preseči 5 mg/Nm^3 . Za skupni organski ogljik (TOC) je določena mejna vrednost 10 mg/Nm^3 , kar zagotavlja visoko stopnjo popolnosti zgorevanja.

Projektna dokumentacija: Projektna dokumentacija določa vgradnjo vrečastih filtrov z visoko gostoto tkanine, ki učinkovito zadržujejo frakcije delcev PM_{10} in $PM_{2,5}$. Za preprečevanje emisij hlapnih organskih spojin dokumentacija predpisuje vzdrževanje temperature zgorevanja nad $850 \text{ }^\circ\text{C}$ za vsaj dve sekundi.

6.1.2 UPRAVLJANJE Z VODAMI IN VAROVANJE VODNIH VIROV

Vidik voda je v tem dokumentu obravnavan v kontekstu Okvirne vodne direktive (Direktiva 2000/60/ES), ki predstavlja horizontalni del pravnega okvira presoje vplivov na okolje. Obravnava voda je zato umeščena na strateško raven zagotavljanja skladnosti s cilji varstva voda na ravni vodnih teles in povodij.

V tem okviru dokument opozarja, da morajo biti morebitni vplivi projekta na stanje voda obravnavani skladno s cilji preprečevanja poslabšanja stanja voda in doseganja dobrega stanja vodnih teles, pri čemer konkretizacija ukrepov, meril ali vplivov presega obseg te strokovne analize in je predmet ločenih postopkov v okviru presoje vplivov na okolje oziroma izdaje okoljevarstvenega dovoljenja. Takšna umestitev vodnega vidika zagotavlja, da se vprašanje voda obravnava sistemsko in v skladu z evropskim pravnim okvirom, ne da bi dokument posegal v podrobno lokacijsko ali projektno presojo, ki zahteva specifične hidrološke, hidrogeološke in kakovostne podatke.

Lokacija objekta na obrobju Ljubljanskega polja zahteva najvišjo stopnjo previdnosti, saj gre za strateški vodonosnik, ki napaja prestolnico s pitno vodo. Vsako tveganje za kontaminacijo podtalnice je v slovenskem prostoru, kjer je pravica do pitne vode ustavno varovana, izjemno občutljiva tema. Hidrološka dinamika območja zahteva rešitve, ki so odporne na ekstremne padavinske dogodke, ki postajajo vse pogostejši.

Upravljanje z vodami temelji na *Zakonu o vodah (ZV-1, Ur. l. RS, št. 67/02 s spremembami)* in *Uredbi o stanju površinskih voda*, ki določata cilje za ohranjanje kakovosti vodnih teles.

Krovne zahteve: Zahteva se preprečevanje neposrednih in posrednih vplivov na podtalnico ter doseganje standardov kakovosti za izpuste odpadnih voda, ki ne smejo poslabšati stanja recipienta.

Projektna dokumentacija: Projektna dokumentacija predvideva popolno ločitev tehnoloških, fekalnih in meteornih kanalizacijskih sistemov. Tehnološke rešitve vključujejo zaprte hladilne sisteme, s čimer se drastično zmanjša potreba po črpanju sveže vode iz okolja.

6.1.2.1 Odvajanje in čiščenje industrijskih ter komunalnih odpadnih voda

Industrijske odpadne vode iz procesov čiščenja dimnih plinov so kemijsko specifične in zahtevajo visoko stopnjo predčiščenja pred izpustom v javno kanalizacijo, ki vodi na Centralno čistilno napravo (CČN) Ljubljana. Lokalni recipienti zahtevajo strogo omejevanje toplotnih obremenitev in koncentracij težkih kovin.

Odvajanje industrijskih odpadnih voda ureja *Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Ur. l. RS, št. 7/07 s spremembami)*.

Krovne zahteve: Industrijske odpadne vode iz procesov čiščenja dimnih plinov morajo biti pred izpustom obdelane v namenskih napravah za odstranjevanje težkih kovin, sulfatov in kloridov.

Projektna dokumentacija: Projektna dokumentacija določa izgradnjo industrijske čistilne naprave (IČN) s štirimi tehnološkimi linijami (WWT 1–4). Postopek vključuje nevtralizacijo z apnenim mlekom, flokulacijo in sedimentacijo, kar omogoča varen izpust očiščene vode v javni kanalizacijski sistem.

6.1.2.2 Urejanje padavinskih voda in preprečevanje onesnaženja podtalnice

Pri visokih dimnikih in obsežnih objektih TEO Ljubljana so strešne površine in manipulativna dvorišča vir znatnih količin padavinske vode. Ljubljana se sooča z izzivom "hidravlične nevtralnosti", kjer urbanizirane površine ne smejo povečevati poplavne ogroženosti nižje ležečih območij ali povzročati spiranja onesnaževal s povoznih površin neposredno v teren.

Upravljanje s padavinskimi vodami predstavlja sistemsko preprečevanje negativnih hidroloških in ekoloških vplivov na vodonosnike, kar ureja *Zakon o vodah (ZV-1, Ur. l. RS, št. 67/02 s spremembami)*, *Uredba o emisiji snovi pri odvajanju padavinske vode z javnih cest (Ur. l. RS, št. 47/05)* ter *Uredba o emisiji snovi pri odvajanju padavinske vode s streh objektov (Ur. l. RS, št. 3/03)*. Tehnična izvedba sledi standardu *SIST EN 858-2*.

Krovne zahteve: Skladno s *Strategijo upravljanja z vodami* mora poseg zagotavljati hidravlično nevtralnost, kar pomeni, da odtok padavinskih voda po posegu ne sme presežati naravnega odtoka pred posegom. Za manipulativne površine, kjer obstaja nevarnost razlitja mineralnih olj, se zahteva obdelava v lovilcih olj s koalescenčnim filtrom (iztok < 5 mg/l celotnih ogljikovodikov) in zagotavljanje tesnosti površin (neprepustni betoni, oljeodporni premazi).

Projektna dokumentacija: Projektna dokumentacija predpisuje ločen kanalizacijski sistem. Meteorne vode s streh se neposredno odvajajo v zadrževalne bazene, vode s povoznih površin pa preko koalescenčnih lovilcev olj tipa I. Načrti vključujejo dimenzioniranje zadrževalnikov na podlagi kritičnih nalivov s povratno dobo 10 let, s čimer se preprečuje spiranje onesnaževal v podtalnico tudi ob ekstremnih vremenskih pojavih.

6.1.3 RAVNANJE Z ODPADKI IN KROŽNO GOSPODARSTVO

Opis statusa krožnega gospodarstva in krožnih tokov temelji na projektih izračunih in predpostavkah glede letnega obratovanja, izkoristka toplote in električne energije. Dokument prikazuje izračun faktorja energetske učinkovitosti kot projektni potencial, pri čemer končna potrditev statusa ostaja predmet upravnega postopka in obratovalnega preverjanja. TEO Ljubljana predstavlja končni člen v verigi ravnanja z odpadki, kar pomeni, da je njegova vloga z vidika krožnega gospodarstva predvsem v energetski predelavi preostankov, ki jih ni več mogoče materialno reciklirati. Takšna vloga zmanjšuje količine odloženih odpadkov, vendar hkrati odpira vprašanja ravnanja z ostanki sežiga (pepeli, filtrski ostanki), ki predstavljajo regulatorno občutljivo točko z vidika nadaljnje obdelave in končne odstranitve. Z vidika regulatorne presoje krožnosti je zato ključno ločiti med projektno zasnovano sistema in dejanskim pravnim statusom posameznih tokov odpadkov v fazi obratovanja. To področje obravnava celovit sistem ravnanja z odpadki po hierarhiji preprečevanja, priprave za ponovno uporabo in recikliranja, kar ureja *Zakon o*

varstvu okolja (ZVO-2, Ur. l. RS, št. 44/22 in 18/23), Uredba o odpadkih (Ur. l. RS, št. 77/22) in krovna Okvirna direktiva o odpadkih 2008/98/ES.

Krovne zahteve: Naprava mora biti skladno z *Operativnim programom ravnanja z odpadki* klasificirana kot objekt za energijsko predelavo, kar zahteva doseganje statusa R1. To pomeni, da mora biti faktor energetske učinkovitosti (izračunan po enačbi iz Priloge II Direktive 2008/98/ES) višji od **0,65**. Prednostno se zahteva snovna izraba vseh inertnih ostankov termične obdelave.

Projektna dokumentacija: Projektna dokumentacija umešča TEO Ljubljana kot ključno regijsko infrastrukturo za obdelavo ostankov po sortiranju v RCERO Ljubljana. Dokumentacija dokazuje preseg praga R1 skozi visoko učinkovito sproizvodnjo toplote in elektrike (do 44 MW toplote in 12 MW elektrike), s čimer se drastično zmanjšuje odlaganje komunalnih odpadkov na deponije skladno s cilji krožnega gospodarstva.

6.1.3.1 Klasifikacija in preprečevanje nastajanja nevarnih odpadkov

Pri termični obdelavi odpadkov nastajajo nevarne frakcije, predvsem filtrni prah in pepel iz sistemov za čiščenje dimnih plinov. Ti vsebujejo težke kovine in kloride, ki so v naravi mobilni. Upravljanje s temi odpadki zahteva hermetično zaprte procese, da se prepreči prašenje in kontaminacija nenevarnih materialov.

Nevarni odpadki so tisti, ki izkazujejo nevarne lastnosti (HP), klasificirani pa so po *Uredbi o odpadkih (Ur. l. RS, št. 77/22)* in *Odločbi Komisije 2000/532/ES*. Posebne zahteve za odlaganje določa *Uredba o odlagališčih odpadkov (Ur. l. RS, št. 10/14 s spremembami)*.

Krovne zahteve: Zahteva se absolutno ločevanje nevarnih frakcij na mestu nastanka, da se prepreči kontaminacija nenevarnih materialov. Za filtrne pepele, ki so po naravi nevarni zaradi vsebnosti kloridov in težkih kovin, je predpisana obvezna predobdelava (stabilizacija/solidifikacija) za zmanjšanje mobilnosti onesnaževal pred dokončnim odlaganjem ali predelavo.

Projektna dokumentacija: Projektna dokumentacija identificira filtrni prah kot primarni nevarni odpadki. Tehnološka rešitev predvideva pnevmatsko odvajanje v hermetično zaprte silose in vgradnjo namenske naprave za stabilizacijo s cementnimi vezivi. S tem se zagotavlja imobilizacija onesnaževal, kar omogoča varno odstranjevanje skladno z zakonskimi izluževalnimi testi.

6.1.3.2 Snovna izraba nenevarnih odpadkov in recikliranje

Žlindra (bottom ash) predstavlja največji volumski delež ostankov. V duhu krožnega gospodarstva ta material ne sme obležati na odlagališčih, temveč mora po ustrezni obdelavi služiti kot nadomestek za naravne agregate (pesek, gramoz) pri cestogradnji.

Snovna izraba temelji na konceptu prenehanja statusa odpadka po 14. členu ZVO-2, kar omogoča ponovno uporabo materialov kot proizvodov, če izpolnjujejo tehnične in okoljske pogoje.

Krovne zahteve: Skladno z *BAT zaključki (2019/2010)* se zahteva maksimalno ločevanje žindre (bottom ash) in pepela iz kurišča od ostankov čiščenja dimnih plinov. Žlindra mora biti obdelana tako, da se iz nje izločijo vse kovinske frakcije (feromagnetne in barvne kovine), preostanek pa pripravljen za uporabo v gradbeništvu.

Projektna dokumentacija: Projektna dokumentacija predvideva mehansko separacijo žindre z uporabo magnetnih ločevalnikov in separatorjev na vrtinčne tokove (Eddy Current). Načrtovani sistem omogoča ekstrakcijo dragocenih surovin (Al, Cu, Fe), preostali mineralni del pa se po projektu uporabi kot umetni agregat za cestna nasipavanja, kar sledi načelu brezodpadne družbe.

6.1.4 RABA NARAVNIH VIROV, SUROVIN IN UPRAVLJANJE S TLEMI

Izbira lokacije znotraj obstoječega energetskega vozlišča TE-TOL je z vidika rabe prostora izjemno racionalna. Skladno s strategijo *SPRS 2050* ima prednostna raba degradiranih industrijskih površin (brownfield) prednost pred širjenjem na kmetijska zemljišča. Varovanje tal na tej lokaciji pomeni predvsem preprečevanje vnosa novih obremenitev v že tako obremenjen industrijski parter.

Raba virov vključuje trajnostno upravljanje s prostorom in naravnim kapitalom, kar ureja *ZureP-3 (Ur. l. RS, št. 199/21)* in *ZVO-2*. Varstvo tal je podrobneje opredeljeno v *Uredbi o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Ur. l. RS, št. 34/08)*.

Krovne zahteve: *Strategija prostorskega razvoja Slovenije (SPRS 2050)* zahteva prednostno izkoriščanje degradiranih industrijskih območij (brownfield) pred posegi na t.i. greenfield lokacije. Pri upravljanju s tlemi je obvezna bilanca izkopov, ki maksimira ponovno uporabo neonesnaženih zemeljskih izkopov znotraj območja posega.

Projektna dokumentacija: Projektna dokumentacija analizira lokacijo TE-TOL kot optimalno z vidika rabe virov, saj gre za obstoječe energetske vozlišče z razvito infrastrukturo. Načrt gradbišča predvideva selektivno odstranjevanje krovnih plasti humusa in njihovo deponiranje za končno ozelenitev, s čimer se preprečuje degradacija naravnih talnih funkcij.

6.1.4.1 Posegi v prostor in degradacija kmetijskih zemljišč

Meja med industrijsko cono Moste in kmetijskimi površinami Barja je ekološko in politično občutljiva. Kmetijska zemljišča v bližini Ljubljane so ključna za prehransko samooskrbo mesta. Vsak poseg mora zagotavljati, da emisije (prah, hrup, izpusti) ne bodo negativno vplivale na pridelavo hrane na sosednjih parcelah.

Varstvo kmetijskih zemljišč je strateškega pomena za prehransko varnost, kar ureja *Zakon o kmetijskih zemljiščih (ZKZ-UPB2)* in *ZVO-2*.

Krovne zahteve: Zahteva se stroga omejitev posegov na kmetijska zemljišča z visoko boniteto. Vsak poseg mora biti skladen z *Občinskim prostorskim načrtom (OPN)* in vključevati omilitvene ukrepe za preprečevanje zbijanja tal, prašenja in onesnaženja sosednjih kmetijskih površin med gradnjo.

Projektna dokumentacija: Projektna dokumentacija dokazuje, da se objekt umešča na območja proizvodnih dejavnosti. Za lokacijo Barje dokumentacija predpisuje stroge varnostne protokole za preprečevanje razlitja goriv iz gradbene mehanizacije, s čimer se ščiti sosednji kmetijski prostor pred dolgoročno kontaminacijo.

6.1.4.2 Trajnostna raba mineralnih surovin in naravnih materialov

Gradnja tako masivnega objekta, kot je visoki dimnik in procesna stavba, zahteva ogromne količine betona in jekla. Trajnostna raba surovin v letu 2026 narekuje uporabo materialov z nizkim ogljičnim odtisom in čim večji delež recikliranih agregatov.

Trajnostna raba surovin sledi načelom *Direktive o gradbenih proizvodih (CPR)* in nacionalnim smernicam za zeleno javno naročanje.

Krovne zahteve: Zahteva se uporaba materialov z dokazanim nizkim ogljičnim odtisom in certifikatom o izvoru. Prednostno se vgrajujejo reciklirani agregati in materiali, ki jih je ob koncu življenjske dobe objekta mogoče snovno reciklirati.

Projektna dokumentacija: Projektna dokumentacija vključuje bilanco gradbenih materialov, ki prednostno načrtuje uporabo lokalnih mineralnih surovin. V tehničnih specifikacijah je predvidena uporaba betonov z dodatki recikliranih frakcij, kjer to dopuščajo statični izračuni, s čimer se zmanjšuje pritisk na naravne kamnolome.

6.1.5 ENERGETSKA UČINKOVITOST IN RABA ENERAGENTOV

TEO Ljubljana neposredno nadomešča premog kot uvozni energent v prestolnici. V kontekstu energetske neodvisnosti je to pomemben projekt za Ljubljano. Skladno z direktivo 2012/27/EU naprava deluje kot visoko učinkovita soproizvodnja, kar pomeni, da se toplotna energija, ki bi se sicer izgubila, v celoti izkoristi za daljinsko ogrevanje mesta.

Energetska učinkovitost je temelj *Zakona o energetske politiki (ZEP) in Celovitega nacionalnega energetskega in podnebne načrta (NEPN)*.

Krovne zahteve: Skladno z *Direktivo 2012/27/EU* morajo naprave za energijsko izrabo odpadkov delovati kot visoko učinkovita soproizvodnja (SPTE). Zahteva se uporaba najboljših razpoložljivih tehnik (BAT) za povečanje toplotnega izkoristka, vključno s kondenzacijo dimnih plinov in uporabo nizkotemperaturne toplote.

Projektna dokumentacija: Projektna dokumentacija opredeljuje TEO Ljubljana kot kogeneracijsko napravo s 73 MW toplotne moči kurišč. Tehnološka shema predvideva izrabo toplotne energije za daljinsko ogrevanje Ljubljane, kar neposredno nadomešča uvozni plin in premog, s čimer se bistveno izboljša nacionalna energetska neodvisnost.

6.1.5.1 Analiza primarne porabe energije in energetska intenzivnost

Industrijska naprava te velikosti je sama po sebi velik porabnik energije (t.i. lastna raba). Cilj sodobnega inženiringa je zmanjšati to porabo na minimum, da se poveča neto izplen energije v omrežje. V letu 2026 je digitalizacija procesov (pametni monitoring) standard za doseganje teh ciljev.

Energetska intenzivnost se ocenjuje skladno s *Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES 3)* in tehnično smernico *TSG-1-004:2022*.

Krovne zahteve: Zahteva se minimizacija lastne rabe energije (t.i. *parasitic load*) preko vgradnje visoko učinkovitih pogonov in optimizacije tehnološkega procesa. Vsak industrijski sistem nad 1 MW toplotne moči mora imeti vzpostavljen sistem za energetske monitoring in upravljanje.

Projektna dokumentacija: Projektna dokumentacija določa uporabo elektromotorjev energijskega razreda IE4 in frekvenčnih pretvornikov na vseh kritičnih sklopih (npr. 132 kW bypass ventilator). Energetski izračun v dokumentaciji dokazuje minimalno specifično porabo energije na tono obdelanih odpadkov, kar uvršča napravo v sam vrh učinkovitih WtE objektov.

6.1.5.2 Vključevanje obnovljivih virov energije (OVE)

Odpadki niso le problem, so "rudnik" biogene energije (les, papir, tekstil), ki predstavlja približno 50 % njihove mase in se šteje za OVE. Projekt lahko izkorišča tudi prostore objekta za dodatno proizvodnjo čiste energije iz sonca.

Vključevanje OVE ureja *Zakon o spodbujanju rabe obnovljivih virov energije (ZSROVE)* in *Direktiva (EU) 2018/2001 (RED II)*.

Krovne zahteve: Biogeni delež v komunalnih odpadkih (približno 50 %) se šteje za obnovljiv vir energije. Krovna zahteva je povečanje deleža OVE v sistemih daljinskega ogrevanja in hlajenja ter vključevanje lastnih proizvodnih naprav (npr. sončnih elektrarn) na objektih javne infrastrukture.

Projektna dokumentacija: Projektna dokumentacija poleg primarne izrabe biogenih odpadkov načrtuje tudi hibridno rešitev z namestitvijo fotonapetostnih panelov na strehah bunkerja in strojnice. S tem projekt ne le proizvaja "zeleno" toploto iz biomase v odpadkih, temveč tudi aktivno prispeva k razpršeni proizvodnji električne energije iz sonca.

6.1.6 FIZIKALNE OBREMENTITVE OKOLJA

Zaradi bližine stanovanjskih območij so akustični vplivi eden najpomembnejših dejavnikov sprejemljivosti projekta. Industrijski hrup v mestnem okolju ne vpliva le na udobje, temveč na zdravje prebivalcev. Ljubljanska kotlina lahko v določenih vremenskih pogojih (inverzija) povzroči specifično širjenje zvoka, kar je treba upoštevati pri modeliranju.

Fizikalne obremenitve (hrup, vibracije, sevanja) ureja *Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Ur. l. RS, št. 43/18 s spremembami)* in ZVO-2.

Krovne zahteve: Objekt mora zagotavljati, da emisije hrupa na mejah stanovanjskih območij ne presegajo kritičnih ravni za III. stopnjo varstva pred hrupom. Zahteva se uporaba nizkohrupnih agregatov in izvedba aktivnih protihrupnih ukrepov na virih (dušilci, zasloni).

Projektna dokumentacija: Projektna dokumentacija vključuje Elaborat o varstvu pred hrupom, ki modelira vplive vseh stacionarnih virov in transporta. Tehnične rešitve vključujejo zapiranje hrupnih procesov v armiranobetonske lupine z visoko zvočno izolativnostjo, kar zagotavlja minimalne vplive na okolico.

6.1.6.1 Emisije hrupa in vibracij v naravno in bivalno okolje

Visoki dimniki so podvrženi nihanjem zaradi vetra, močni ventilatorji pa proizvajajo strukturne vibracije. V urbanem okolju je preprečevanje prenosa teh vibracij po tleh v bivalne objekte ključno za ohranjanje kakovosti bivanja.

Področje podrobneje ureja *Uredba o hrupu*, ki določa mejne vrednosti za kazalca L_{dan} in $L_{noč}$ glede na namensko rabo prostora.

Krovne zahteve: Za nove industrijske vire se zahteva, da ne povečajo celotne obremenitve območja nad predpisane kritične vrednosti. Vibracije morajo biti izolirane na mestu nastanka (elastični temelji), da se prepreči prenos po tleh v bivalne objekte.

Projektna dokumentacija: Projektna dokumentacija predpisuje vgradnjo bypass ventilatorjev z ravno zvočne moči $L_pA = 80$ dB(A), opremljenih z dušilci na vstopni in izstopni strani. Vsi rotirajoči stroji bodo opremljeni z antivibracijskimi podlogami, kar izključuje prenos strukturnega hrupa v širše okolje.

6.1.6.2 Svetlobno onesnaževanje in elektromagnetna sevanja

Visoki dimniki zahtevajo varnostno razsvetlavo, ki pa ne sme povzročati svetlobnega onesnaževanja nad Ljubljano. Prav tako morajo biti elektromagnetna polja (EMS) iz transformatorskih postaj omejena na minimum, saj se objekt nahaja v bližini območij, kjer se zadržujejo ljudje.

Svetlobno onesnaževanje ureja *Uredba o mejnih vrednostih svetlobnega onesnaževanja okolja (Ur. l. RS, št. 81/07 s spremembami)*, sevanja pa *Uredba o elektromagnetnem sevanju (Ur. l. RS, št. 70/96)*.

Krovne zahteve: Svetlobni snop svetilk mora biti usmerjen izključno v tla (0 % nad vodoravnico). Gostota magnetnega pretoka mora biti znotraj varnostnih meja za I. stopnjo varstva pred sevanji, zlasti v bližini bivalnih prostorov.

Projektna dokumentacija: Projektna dokumentacija načrtuje zunanjo razsvetlavo z uporabo usmerjenih LED svetilk s toplo barvo svetlobe (pod 3000 K), kar zmanjšuje vpliv na nočne živali. Transformatorske postaje so locirane v središču objekta, kablovodi pa so oklopljeni, kar zagotavlja maksimalno elektromagnetno zaščito.

6.1.7 OHRANJANJE NARAVE IN BIOTSKA RAZNOVRSTNOST

Ljubljansko barje je območje izjemne biodiverzitete. Čeprav se objekt nahaja v industrijski coni, njegovi posredni vplivi (npr. depozicija snovi iz zraka) ne smejo poslabšati stanja zavarovanih vrst. Varstvo ptic pred naleti v visoke objekte in ohranjanje selitvenih poti malih živali sta ključna elementa krajinskega načrta.

Varstvo narave temelji na *Zakonu o ohranjanju narave (ZON, Ur. l. RS, št. 96/04 s spremembami)* in *Konvenciji o biološki raznovrstnosti*.

Krovne zahteve: Skladno s *Strategijo ohranjanja biotske raznovrstnosti* posegi ne smejo povzročiti fragmentacije habitatov ali ogroziti populacij zavarovanih vrst. Obvezna je presoja sprejemljivosti vplivov posega v naravo (v sklopu PVO).

Projektna dokumentacija: Projektna dokumentacija vključuje Poročilo o vplivih na naravo, ki potrjuje, da se objekt umešča na območja z nizko ekološko vrednostjo (industrijske površine). Načrtovani so omilitveni ukrepi, kot je ozelenitev z avtohtonimi vrstami in zaščita ptic pred naleti v steklene površine.

6.1.7.1 Vpliv na zavarovana območja in ekološko pomembna območja (Natura 2000)

Glavna nevarnost za območja Natura 2000 (kot je Barje) je t.i. "eutrofikacija" ali gnojenje z dušikom iz zraka, kar lahko spremeni sestavo rastlinskih vrst. Zato je modeliranje razširjanja emisij iz dimnika kritično za dokazovanje, da se te snovi ne bodo odlagale v škodljivih količinah.

To področje ureja *Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000) (Ur. l. RS, št. 8/04 s spremembami)*.

Krovne zahteve: Za posege v bližini območij Natura 2000 (npr. Ljubljansko barje) se zahteva zagotavljanje ohranitvenega stanja kvalifikacijskih vrst. Poseg ne sme povzročiti eutrofikacije ali zakisovanja teh območij zaradi emisij iz zraka.

Projektna dokumentacija: Projektna dokumentacija vključuje modeliranje depozicije dušika in žvepla, ki dokazuje, da bodo vplivi na varovana območja znatno pod pragom zaznavnosti. To omogoča učinkovito čiščenje dimnih plinov (SCR in mokri pralniki), kar zagotavlja varnost naravnih rezervatov v okolici Ljubljane.

6.1.7.2 Ohranjanje habitatnih tipov in selitvenih poti

Industrijski kompleksi pogosto delujejo kot neprepustne bariere za živali. Projekt TEO Ljubljana vključuje "zeleni pas", ki ne služi le vizualni integraciji, temveč omogoča prehajanje malih sesalcev, dvoživk in žuželk med Barjem in drugimi zelenimi deli mesta.

Varstvo selitvenih poti je del ZON in smernic za ohranjanje ekološke povezanosti krajine.

Krovne zahteve: Preprečevanje fizičnih ovir, ki bi prekinile selitvene poti prostoživečih živali. Industrijski kompleksi morajo vključevati t.i. zelene koridorje, ki omogočajo prehajanje malih in srednje velikih sesalcev.

Projektna dokumentacija: Projektna dokumentacija predvideva ureditev robnega zelenega pasu, ki služi kot vizualna bariera in ekološki koridor. Ograje so načrtovane tako, da dopuščajo prehod malim živalim, kar ohranja lokalno biotsko povezanost območja.

6.1.8 KRAJINSKE ZNAČILNOSTI IN VIZUALNA PODOBA PROSTORA

Izhodišča in normativni okvir Načrtovanje posega temelji na hierarhiji prostorskih aktov, predvsem *ZUreP-3, Strategiji prostorskega razvoja Slovenije* in *Evropski konvenciji o krajini*. Pri objektih visokih vertikalnih gabaritov (100–300 m) krajinsko oblikovanje ne sme biti razumljeno le kot "estetsko olepševanje", temveč kot upravljanje z vizualno absorpcijsko sposobnostjo krajine in identiteto mestne silhuete.

6.1.8.1 Arhitekturni dialog in vizualna dominanca

V specifičnem geomorfološkem okviru Ljubljanske kotline visoki vertikalni objekti neizogibno prevzemajo vlogo primarnih prostorskih reperjev. Zaradi naravne obkroženosti mesta s hribovitim zaledjem dimnik TEO Ljubljana vzpostavlja neposreden vizualni dialog z daljinskimi opazovališči, kot so Ljubljanski grad, Šmarna gora in Rožnik. Poseben poudarek zahteva upoštevanje ljubljanske mikroklimе (atmosferska inverzija); v pogojih nizke oblačnosti ali megle objekt s svojo višino pogosto prebija inverzno plast, kar zahteva preiščeno obravnavo njegovega vrha, ki postane najbolj izpostavljen del silhuete.

Pri objektih tovrstnih dimenzij je pojem "zmanjševanja vizualne dominance" smiselno razumeti predvsem kot optično integracijo in vizualno kalibracijo. Namesto poskusov prikrievanja, ki bi bili glede na merilo okolja težko uresničljivi, se projekt osredotoča na oblikovni minimalizem. Ključni izziv predstavlja ohranjanje integritete panoramskih pogledov, kjer bi neustrezen arhitekturni pristop lahko vnesel večji vizualni nemir v sicer uravnoteženo mestno silhueto.

Projektna dokumentacija :

Namesto poskusa fizičnega prikrievanja, ki je pri višinah nad 100 m teoretično in praktično neizvedljivo, projekt predvideva uporabo principov atmosferske perspektive.

- Barvna modulacija: Izbira tona RAL 7035 (svetlo siva) temelji na študijah luminence neba v srednjeevropskem prostoru. Znanstvene raziskave s področja vizualne komunikacije potrjujejo, da svetli, nevtralni toni z nizko stopnjo nasičenosti zmanjšujejo kontrastno razmerje med objektom in ozadjem (nebom), kar vodi do t.i. "vizualnega izginotja" ob oblačnem vremenu.
- Površinska obdelava: Zahteva se uporaba materialov z nizko stopnjo spekularne refleksije (matirane površine). S tem se prepreči pojav "sončnega bleščanja" (glint), ki bi poudarilo geometrijske robove objekta in povečalo njegovo opaznost v prostoru.

6.1.8.2 Vertikalna artikulacija in letalska varnost

Zaradi umestitve v zračni prostor, ki ga opredeljuje bližina mednarodnega letališča in helioportov nujne medicinske pomoči, je nujno dosledno upoštevanje predpisov o letalski varnosti. Ljubljana kot prestolnica hkrati strmi k ohranjanju kakovostne nočne podobe mesta. Posebno pozornost je treba nameniti prehodu med industrijsko cono Moste in zavarovanimi območji Ljubljanskega barja, kjer ima svetlobni vpliv na okolje širši ekološki pomen.

Usklajevanje strogih zahtev po varnostnem označevanju (standardi ICAO) s težnjo po krajinski nevtralnosti predstavlja kompleksen načrtovalski izziv. Klasične metode dnevnega markiranja (kontrastne barvne proge) lahko v določenih okoljih delujejo vizualno agresivno, zato je strokovno utemeljeno iskanje sodobnejših, tehnološko podprtih rešitev, ki zagotavljajo varnost brez nepotrebnega povečevanja vizualne izpostavljenosti objekta podnevi.

Projektna dokumentacija:

Vertikalna artikulacija mora upoštevati mednarodne standarde ICAO (*Annex 14*), hkrati pa minimizirati svetlobno onesnaževanje.

- Selektivna signalizacija: Projektna dokumentacija predvideva uporabo visokozmogljivih LED svetil z usmerjenim snopom (High-intensity narrow-beam). Znanstveni prispevi s področja ekologije svetlobe opozarjajo na negativen vpliv razpršene svetlobe na selitvene poti ptic in žuželk. Z uporabo svetil, ki sevajo le v vodoravni ravnini in navzgor (pod strogo določenimi koti), se zmanjša "halo efekt" nad mestom, s čimer se ohranja integriteta nočne krajine.
- Dnevno/nočni režim: Implementacija avtomatskega sistema za prilagajanje intenzitete svetlobe glede na zunanjo vidljivost (visibility sensors), kar zmanjšuje agresivnost signalizacije v jasnih vremenskih pogojih.

6.1.8.3 Krajinski načrt in merilo človeka

Lokacija predstavlja stik med mestnim industrijskim robom in naravno krajino Ljubljanskega barja. Na tem območju se srečujeta ekstremno inženirsko merilo dimnika in humano merilo uporabnika prostora (prebivalci mesta). Krajinska ureditev ima vlogo prostorskega mediatorja, ki mora mehčati prehod med tehnogeno strukturo in robom naravnega okolja, hkrati pa sanirati fragmentiran prostor obrobja.

V strokovni obravnavi je pomembno poudariti, da visoka vegetacija ne more služiti kot sredstvo za zakrivanje celotnega objekta, temveč kot element prostorskega sidranja. Kritični poudarek pri načrtovanju je namenjen t.i. "vstopni sekvenci" in parterju objekta. Uspešna krajinska rešitev mora nasloviti

neposredno izkušnjo prostora v merilu prebivalca mesta, da industrijski kompleks ne deluje kot izolirana in odtujena cona.

Projektna dokumentacija:

Krajinski načrt se osredotoča na podnožje objekta, kjer se vzpostavlja stik z neposrednim uporabnikom prostora.

- Vegetacijski inženiring: Uporaba avtohtonih drevesnih vrst (npr. *Quercus robur*, *Alnus glutinosa*) ob dovoznih poteh služi kot bioretencijski sistem in vizualni tampon. Strokovne objave s področja krajinske ekologije poudarjajo pomen "vizualnega sidranja" (anchoring), kjer visoka vegetacija deluje kot prehodni element med antropogeno (industrijsko) strukturo in naravnim robom Ljubljanskega barja.
- Frakcijska tekstura podnožja: Arhitekturna obdelava spodnjih 20 metrov objekta predvideva uporabo teksturiranih panelov. Po principih biofilnega oblikovanja, razčlenjenost površin v merilu pešca zmanjšuje občutek monumentalne teže in degradacije industrijskega okolja, kar pozitivno vpliva na percepcijo varnosti in urejenosti prostora.

6.2 PRESOJA MEJNIH PRIMEROV SKLADNOSTI Z NAČELOM »DO NO SIGNIFICANT HARM (DNSH)«

Načelo DNSH (*Do No Significant Harm*) je del okoljskega okvira EU, po katerem gospodarska dejavnost ne sme povzročati znatne škode nobenemu od šestih okoljskih ciljev EU taksonomije (blažitev, prilagajanje, vode, krožno gospodarstvo, preprečevanje onesnaževanja, biodiverziteta). Opredelitev ciljev izhaja iz Uredbe (EU) 2020/852, kriterij "znatne škode" pa je podrobneje določen v členu 17 iste uredbe. Načelo »Do No Significant Harm« (DNSH) je v tem dokumentu obravnavano z jasno zavestjo o njegovi dvojni vlogi. Prva vloga je analitična in regulatorna in omogoča strukturirano identifikacijo mejnih okoljskih vplivov projekta, zlasti tistih, ki izhajajo iz emisij snovi v zrak in njihovih posrednih učinkov na zdravje ljudi, okolje in druge okoljske cilje. Druga vloga DNSH v tem dokumentu je pripravljalna in povezovalna. Obravnava DNSH je namenoma zasnovana tako, da omogoča kasnejšo, ločeno in formalno presojo projekta v okviru EU taksonomije ter uporabo relevantnih delov dokumentacije v kontekstu trajnostnega poročanja (CSRD/ESRS). V tem smislu je DNSH opisan predvsem zato, da se tisti deli strokovne analize, ki se nanašajo na emisije snovi v zrak, njihove mejne vrednosti, obratovne režime ter morebitne posredne vplive, lahko kasneje ustrezno in sledljivo vključijo v taksonomski vidik presoje dejavnosti.

Povzetek ugotovitev izdelane presoje je, da so bili za vsak cilj DNSH identificirani relevantni mehanizmi vpliva in pripadajoči mejni elementi, pri čemer "mejnost" pomeni območja, kjer je za pravilno razumevanje in regulatorno robustnost ključna dodatna jasnost dokumentacije (ne pa ocena ustreznosti). Pri blažitvi (*Poglavje 6.2.1*) so mejni elementi vezani na sestavo in količino goriva ter na pretoke in sestavo dimnih plinov (ogljikov dioksid ipd.), ker ti podatki tvorijo osnovo za konsistentno interpretacijo vpliva na emisije toplogrednih plinov. Pri prilagajanju (*Poglavje 0*) so mejni elementi vezani na lokacijsko specifične nevarnosti (poplavnost, podtalnica, ekstremne padavine/temperature) in na zasnovano sistemov, ki so hkrati pomembni za preprečevanje incidentov in upravljanje voda. Pri vodah (*Poglavje 6.2.3*) so mejni elementi vezani na jasno opredelitev režima izpusta (kanalizacija ali vodotok) in na bilančno sledljivost medmedijskega prenosa (kovine/soli v blatu in izločkih iz čiščenja odpadnih vod). Pri krožnem gospodarstvu (*Poglavje 6.2.4*) so mejni elementi materialni tokovi po sežigu (pepel, gipsni tokovi, odpadne vode) in status potencialno nevarnih frakcij, vključno z možnostjo trajnega odlaganja (npr. Barje ob morebitni razširitvi). Pri preprečevanju onesnaževanja (*Poglavje 6.2.5*) so mejni elementi predvsem primeri na zgornjih mejah emisijskih ravni, povezanih z najboljšimi razpoložljivimi tehnikami, ter dokazljivost glede režima meritev. Pri biodiverziteti (*Poglavje 6.2.6*) se presoja tipično premakne z emisij na lokacijski kontekst (varstveni režimi/občutljiva območja) in posredne učinke (emisije/depozicija), kar zahteva jasen prikaz receptorjev in mehanizmov vpliva.

6.2.1 CILJ - BLAŽITEV PODNEBNIH SPREMEMB (CLIMATE CHANGE MITIGATION)

Obravnava cilja blažitve podnebnih sprememb je relevantna, ker gre pri obravnavanem objektu za termično obdelavo goriv (gorivo iz odpadkov/digestat/blato) in posledičnih **pretokov dimnih plinov**.

Tabela 21: Relevantni mehanizmi vpliva na cilj DNSH: blažitev podnebnim spremembam.

	Dejavnost lahko vpliva na blažitev podnebnih sprememb:
	– Neposredno preko emisij CO ₂ iz sežiga (<i>odvisno od fosilnega deleža v gorivu iz odpadkov/digestatu</i>);
Relevantni mehanizmi vpliva na cilj DNSH	– Posredno preko dodatne rabe goriv/energije za pomožne sisteme;
	– Medmedijskega učinka zaradi ukrepov za znižanje onesnaževal (npr. reagenti) lahko povečajo porabo materialov/energije (vpliv na ogljični odtis).
Mejni elementi	Mejni elementi se nahajajo pri sestavi in količini uporabljenega goriva in pretokov ter sestave dimnih plinov (CO₂,...).

6.2.2 CILJ – PRILAGAJANJE PODNEBNIM SPREMEBAM (CLIMATE CHANGE ADAPTATION)

Obravnava cilja prilaganja na podnebne spremembe je dokazljiva preko opisa procesov s pomočjo katerega se lahko dokaže, da je projekt formalno skladen z upoštevanjem **lokacijsko specifične nevarnosti** (npr. poplavnost, podtalnica, intenzivne padavine,..) in prilagojenosti sistemov, ki so pomembni tudi za druge cilje (npr. zadrževanje/odvajanje vod, preprečevanje incidentov,..).

Tabela 22: Relevantni mehanizmi vpliva na cilj DNSH: prilagajanje podnebnim spremembam.

	Dejavnost lahko vpliva na povečanje podnebnih nevarnosti na ljudi, naravo ali sredstva zaradi:
Relevantni mehanizmi vpliva na cilj DNSH	<ul style="list-style-type: none"> – Neposrednega vpliva na odpornost lokacije in objektov na poplave, visoko podtalnico, ekstremne padavine/temperature; – Posrednega vpliva preko večje posledice ob ekstremih (npr. izpadi, incidentni izpusti) zaradi odpovedi zaščitnih ukrepov; – Medmedijskega učinka zaradi ekstremnih dogodkov, ki lahko sprožijo prenos onesnaževal v vode/tla (npr. razlitja, prelivni režimi).
Mejni elementi	Mejni elementi so tam, kjer je povečana lokacijska (i) občutljivost (npr. Barje, geotehnika); (ii) ključne zasnove upravljanja meteornih/tehnoloških vod pomembne za obvladovanje ekstremov.

6.2.3 CILJ – TRAJNOSTNA RABA IN VARSTVO VODA IN MORSKIH VIROV (WATER)

Čprav se projekt primarno presoja po emisijah v zrak, mora naročnik v okviru vodnega vidika (Okvirna vodna direktiva) zagotoviti, da se upoštevajo tudi posredne vplivne poti:

- Ocena potencialne depozicije onesnaževal iz zraka in njenega prispevka k obremenjevanju vodnih teles (npr. preko spiranja z urbanih površin);
- Identifikacija, ali lahko taki posredni vnosi vplivajo na doseganje ciljev preprečevanja poslabšanja stanja voda;
- Ločena obravnava neposrednih odvajanj odpadnih voda in pogojev odvajanja (kjer so relevantni), skladno s predpisi o emisiji snovi in toplote v vode.

Pri trajnostni rabi in varstvu voda so najmočnejši mejni elementi prisotni tam, kjer je potrebno jasno opredeliti **končno lokacijo** (kanalizacija ali vodotok) in slediti medmedijskem učinku premika (kovine/soli v blatu in izločkih odpadnih voda). V nevtralnem izpisu je potrebno označiti tipe odpadnih vod, ključne korake obravnave odpadnih voda, nastale izločke in mesto režima izpusta.

Tabela 23: Relevantni mehanizmi vpliva na cilj DNSH: trajnostna raba in varstvo voda in morskih virov.

	Dejavnost lahko vpliva na stanje vodnih teles ali povečanje pritiska na vodne vire:
Relevantni mehanizmi vpliva na cilj DNSH	<ul style="list-style-type: none"> – Neposrednega vpliva preko nastanka odpadnih vod iz mokrega čiščenja dimnih plinov; obdelave v odpadnih voda (nevtralizacija, precipitacija kovin, flokulacija, sedimentacija, razvodnjevanje blata); – Posrednega vpliva preko izpusta (v kanalizacijo ali vodotok); – Medmedijskega učinka zaradi prehoda onesnaževal iz zraka v vodo/blato (kovine, soli) ter nastanek gipsne suspenzije.
Mejni elementi	Mejni element se označi tam, kjer je (i) razvidno, da mokro čiščenje generira odpadno vodo , ki se mora obdelati pred izpustom; (ii) odprta alternativa izpusta v kanalizacijo ali vodotok (različen režim dokazovanja skladnosti).

6.2.4 CILJ – PREHOD V KROŽNO GOSPODARSTVO (CIRCULAR ECONOMY)

Pri krožnem gospodarstvu je občutljivost v tem, da je projekt *po naravi* odvisen od ravnanja z materialnimi tokovi po sežigu (pepel, gipsni tokovi, odpadne vode). Mejni elementi so **odvisni od procesnih in materialnih tokov, ki so potencialno nevarni**.

Tabela 24: Relevantni mehanizmi vpliva na cilj DNSH: prehod v krožno gospodarstvo.

	Dejavnost lahko poveča vpliv na rabo virov ali poveča nastajanje odpadkov/žganje/odlaganje:
Relevantni mehanizmi vpliva na cilj DNSH	<ul style="list-style-type: none"> – Neposrednega vpliva preko termične obdelave odpadkov (gorivo iz odpadkov/digestat/blato) in ustvarjanje trdnih ostankov (bed ash, cyclone ash, eco/filter ash); – Posrednega vpliva preko ločenega zbiranja, kratkotrajnega skladiščenja, prevoza na stabilizacijo/deponiranje; – Medmedijskega učinka zaradi uporabe reagentov (npr. apno) → gipsni tokovi; aktivni koks → tokovi odpadkov/energijska izraba.
Mejni elementi	Mejni element se označi tam, kjer je (i) povišano razmerje med obsegom obdelave odpadkov in obsegom nevarnih/odlaganih ostankov; (ii) dejstvo, da so določeni pepeli opredeljeni kot nevarni (obogateni s kloridi težkih kovin) in gredo v silose s finim pepelom; (iii) načrtovan tok na odlagališče za trajno odlaganje (Barje, če bo dovoljena razširitev odlagališča).

6.2.5 CILJ – PREPREČEVANJE IN NADZOR ONESNAŽEVANJA (POLLUTION PREVENTION AND CONTROL)

Za namen upravnih postopkov in morebitne kasnejše taksonomske/poročevalske uporabe mora naročnik zagotoviti, da so ključni elementi, vezani na emisije snovi v zrak, obravnavani na način, ki omogoča sledljivost od projektnih vrednosti do ocene vplivov na okolje:

- Jasno opredeljeni obratovalni scenariji (normalno obratovanje, zagoni/zaustavitve, izredna stanja) in njihova povezava z emisijami;
- Dokumentirana utemeljitev projektiranih emisijskih vrednosti v primerjavi z relevantnimi mejami (zakonske meje, BAT-AEL);
- Opredeljen načrt monitoringa (kontinuirano/občasno), merilna mesta in osnovni kazalniki kakovosti podatkov, skladno s predpisi o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu.

Ta cilj je lahko občutljiv saj je projekt lahko skladen z emisijskimi mejnimi vrednostmi, a še vedno regulatorno občutljiv, če so **projektne vrednosti na BAT-zgornjih mejah** (večja verjetnost mejnih interpretacij pri dokazovanju skladnosti, vključno z obratovalnimi režimi).

Tabela 25: Relevantni mehanizmi vpliva na cilj DNSH: preprečevanje in nadzor onesnaževanja.

	Dejavnost lahko vpliva na povečanje emisij onesnaževal v zrak/vodo/tla ali druge pomembne učinke:
Relevantni mehanizmi vpliva na cilj DNSH	<ul style="list-style-type: none"> – Neposredno preko emisij v zrak (prah, HCl, HF, SO₂, NO_x, CO, TOC, NH₃, Hg, Cd+Tl, vsota kovin, PCDD/F). – Posredno preko delovanja suhega/mokrega čiščenja, SCR, »police filter«; – Medmedijskega učinka zaradi prenosa onesnaževal v trdne ostanke/izločke odpadnih voda.
Mejni elementi	Mejno se označi tam, kjer je (i) projektna vrednost na zgornjem robu BAT-AEL ali blizu njega (BAT-edge); (ii) interpretacija odvisna od režima meritev.

Z vidika zdravja ljudi mora naročnik zagotoviti jasen prikaz, kako projektirane emisije vplivajo na kakovost zunanjega zraka v vplivnem območju, posebno je potrebno obravnavati delce in predhodnike sekundarnih delcev, ki imajo navezavo na obstoječe stanje. Razmejitev rezultatov se določi skladno z emisijami na izpustu in oceno vpliva na imisije v okolju.

6.2.6 CILJ – VARSTVO IN OBNOVA BIOTSKE RAZNOVRSTNOSTI IN EKOSISTEMOV (BIODIVERSITY & ECOSYSTEMS)

Pri biodiverziteti se presoja pogosto premakne iz emisij (emisijska mejna vrednost) na **lokacijski kontekst** (zavarovana/občutljiva območja) in na **posredne učinke** (depozicija). Z vidika habitatov mora naročnik zagotoviti:

- Identifikacijo občutljivih receptorjev (zavarovana območja, območja Natura 2000, varovana območja in naravne vrednote) v vplivnem območju;
- Oceno možnih vplivnih poti preko depozicije (npr. kisline/dušikove spojine) in sekundarnih učinkov na ekosisteme;
- Kjer je relevantno, pripravo podlag za presojo sprejemljivosti posegov v naravo po naravovarstveni zakonodaji.

Tabela 26: Relevantni mehanizmi vpliva na cilj DNSH: varstvo in obnova biotske raznovrstnosti in ekosistemov.

		Dejavnost lahko vpliva na stanje ali odpornosti ekosistemov in habitatov/vrst, če vpliva:
Relevantni mehanizmi na cilj DNSH	vpliva	<ul style="list-style-type: none"> – Neposredno preko posega v prostor (pozidava, hrup, svetloba), vplivi na habitate/vrste; – Posredno preko depozicije onesnaževal (npr. dušikove spojine, zakisanje) in prometni pritiski; – Medmedijskega učinka zaradi spremembe vodnega režima in kakovosti vode lahko vplivajo na ekosisteme; pri steklenih površinah tveganje naletov ptic.
Mejni elementi		Mejni element predstavlja lokacija objekta in vplivni mehanizem povezan z varstvenimi režimi ali občutljivimi ekosistemi (npr. Barje kot občutljivo območje) in zračnimi izpusti/imisijami, ki lahko povzročijo depozicijske učinke.

7 ANALIZA EMISIJSKIH REZERV IN ODPORNOSTI NA PRIHODNJE REGULATORNE ZAHTEVE

Namen tega dokumenta je oceniti, ali tehnološka zasnova TEO Ljubljana omogoča varno obratovanje ne le v okviru trenutno veljavne zakonodaje, temveč tudi v luči pričakovanih zaostritev evropskih direktiv (npr. revizije *Direktive o industrijskih emisijah – IED*) in posodobitev BAT zaključkov (Best Available Techniques). Pojem »emisijaska rezerva« je v tem dokumentu uporabljen kot tehnični indikator manevrskega prostora glede na trenutno veljavne zahteve. Nanaša se na razmerje med projektiranimi emisijami in zgornjimi mejami BAT-AEL ter ne predstavlja pravnega jamstva prihodnje skladnosti. Sklicevanja na prihodnje spremembe Direktive o industrijskih emisijah (IED 2.0) so informativne narave in odražajo trenutno znane usmeritve glede večje vloge učinkovitosti virov, transparentnosti podatkov in okrepitve monitoringa. Ne pomenijo presoje skladnosti z zahtevami, ki še niso prenesene v nacionalni pravni red, niti ne predstavljajo zagotovila, da bodo projektne rešitve avtomatično izpolnjevale prihodnje regulatorne zahteve.

7.1 PRIMERJAVA PROJEKTIRANIH VREDNOSTI Z BAT-AEL RAZPONI

Projekt TEO Ljubljana je zasnovan tako, da cilja na spodnje meje razponov emisijskih stopenj, povezanih z najboljšimi razpoložljivimi tehnikami (BAT-AEL). To zagotavlja t.i. "emisijasko rezervo", ki deluje kot varnostni faktor pri morebitnih nihanjih v sestavi vhodnega goriva (odpadkov). Iz primerjave (Tabela 27) zakonskih mejnih vrednosti, razponov emisijskih ravni, povezanih z najboljšimi razpoložljivimi tehnikami (BAT-AEL), in projektiranih/sprejetih vrednosti izhaja, da je pri večini onesnaževal projektna vrednost umeščena v spodnji del BAT-AEL razpona oziroma je povezana z visoko emisijasko rezervo glede na zakonske meje. To velja zlasti za parametre, ki so praviloma predmet strožjega nadzora in periodičnega vzorčenja, kot so živo srebro, kadmij + talij, vsota težkih kovin ter dioksini in furani, kjer so projektirane vrednosti bistveno pod zakonskimi mejami (rezerva ~90–98 %) in hkrati pri spodnjih ravneh BAT-AEL. Podobno je pri amonijaku (kot BAT-parametru), kjer je projektirana vrednost umeščena nizko znotraj BAT-AEL razpona in ima približno 70 % manevrskega prostora do zgornje BAT meje, kar kaže na relativno visoko robustnost glede morebitnih prihodnjih sprememb BAT-zahtev.

Hkrati se pokaže skupina parametrov, kjer je projektna vrednost na zakonsko-mejni ali BAT-robni poziciji, kar pomeni, da je manevrski prostor v primeru zaostritev praviloma najhitreje "porabljen". To je najbolj jasno pri skupnem organskem ogljiku (TOC), vodikovem fluoridu (HF) in ogljikovem monoksidu (CO), kjer je emisijaska rezerva glede na zakonsko mejno vrednost 0 % (projektirana vrednost je na ravni zakonske meje), ter pri žveplovem dioksidu (SO₂), kjer je projektirana vrednost na zgornjem robu BAT-AEL (30 mg/Nm³), čeprav je do zakonske meje še prisotna rezerva (40 %). To samo po sebi ne pomeni neskladnosti, pomeni pa, da bodo prav ti parametri najverjetneje prvi kandidati, pri katerih bodo morebitne posodobitve BAT zaključkov (npr. ožanje razpona ali premik proti spodnjim ravnam) ali spremembe pravil dokazovanja skladnosti vplivale na potrebo po bolj natančni dokumentaciji obratovalnih režimov.

Tabela 27: Primerjava projektiranih vrednosti z zakonskimi mejami in BAT razponom.

Onesnaževalo	Zakonska meja	BAT-AEL razpon (2019/2010)	Projektirane vrednosti	Emisijaska rezerva
Trdni delci (PM) [mg/Nm ³]	10	<2 – 5	5	50 %
Skupni organski ogljik (TOC/TVOC) [mg/Nm ³]	10	<3 – 10	10	0 %
Vodikov klorid (HCl) [mg/Nm ³]	10	<2 – 6	6	40 %
Vodikov fluorid (HF) [mg/Nm ³]	1	<1	0,5	50 %
Žveplov dioksid (SO ₂) [mg/Nm ³]	50	5 – 30	30	40 %
Dušikovi oksidi (NO _x kot NO ₂) [mg/Nm ³]	200	50 – 120	120	40 %
Ogljikov monoksid (CO) [mg/Nm ³]	50	10 – 50	50	0 %

Onesnaževalo	Zakonska meja	BAT-AEL razpon (2019/2010)	Projektirane vrednosti	Emisijska rezerva 70 % vs BAT-zg. meja
Amoniak (NH ₃) [mg/Nm ³]	—	2 - 10	3	
Živo srebro (Hg) [mg/Nm ³]	0,05	0,005 - 0,02 (5-20 μg)	0,02 (20 μg)	60 %
Kadmij + talij (Cd+Tl) [mg/Nm ³]	0,05	0,005 - 0,02	0,02	60 %
Vsota kovin (Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V) [mg/Nm³]	0,5	0,01 - 0,3	0,3	40 %
Dioksini in furani (PCDD/F) [ng I-TEQ/Nm³]	0,1	<0,01 - 0,06	0,04	60 %

Z vidika prihodnje regulatorne odpornosti je zato smiselno naštetih "robne" parametre obravnavati kot indikatorje povečane dokazne občutljivosti. Pri teh parametrih ima lahko že manjša sprememba metodologije meritev, obdelave podatkov ali režimov obratovanja (normalno obratovanje, zagon/zaustavitev, motnje) relativno večji vpliv na interpretacijo skladnosti. V praksi to pomeni, da mora dokumentacija poleg številčnih vrednosti jasno opredeliti tudi pogoje, pod katerimi so projektirane vrednosti dosegljive, način spremljanja (kontinuirano/periodično), relevantne referenčne pogoje in pristop k obravnavi prehodnih stanj, saj so to elementi, kjer se pri zaostritvah regulative pogosto najprej spremenijo pravila dokazovanja, ne nujno takoj same številčne meje.

7.2 ZAZNANE (POTENCIALNE) SPREMEMBE V ZAKONODAJI

7.2.1 NOVI POUČENI V IED 2.0 (DIREKTIVA (EU) 2024/1785)

Direktiva (EU) 2024/1785 spreminja Direktivo 2010/75/EU (IED) in zahteva, da države članice prenesejo določbe v nacionalno zakonodajo do 1. 7. 2026. Za presojo »emisijskih rezerv« in regulatorne odpornosti projekta je bistveno, da IED 2.0 krepí dokazno sled, enotnejše dokazovanje skladnosti, transparentnost ter uvaja bolj sistematične zahteve glede okoljskega upravljanja in transformacijskih načrtov.

7.2.1.1 Okoljski upravljalni sistem (EMS) – formalizacija in javna dostopnost

IED 2.0 uvaja zahtevo, da mora upravljavec za naprave v obsegu direktive pripraviti in izvajati okoljski upravljalni sistem (Environmental Management System – EMS), in ga vezati na relevantne BAT zaključke; hkrati se krepí pričakovanje, da so relevantni deli EMS dostopni javnosti (ob varovanju poslovnih skrivnosti).

7.2.1.2 Transformacijski načrti – nov instrument »industrijske preobrazbe«

IED 2.0 zahteva, da se za določene dejavnosti v okviru EMS vključi indikativni transformacijski načrt za obdobje 2030–2050; Komisija mora do 30. 6. 2026 sprejeti delegirani akt, ki podrobneje določi vsebino transformacijskih načrtov, upravljavec pa mora načrt in posodobitve javno objaviti.

7.2.1.3 Enotnejše dokazovanje skladnosti – skupna EU metodologija (compliance assessment)

IED 2.0 napoveduje skupna pravila EU za ocenjevanje skladnosti z emisijskimi mejnimi vrednostmi in validacijo meritev (zrak in vode). Vpeljan je nov člen o metodi dokazovanja skladnosti, pri čemer mora Komisija do 1. 9. 2026 sprejeti izvedbeni akt, ki med drugim ureja merilno negotovost in pogostost preseganj v okviru presoje skladnosti.

7.2.1.4 Strožje okvirjanje derogacij in povezava s standardi kakovosti okolja

IED 2.0 krepí načela, da derogacije od emisijskih zahtev ne smejo ogroziti skladnosti s standardi kakovosti okolja (EQS logika) in da morajo biti derogacije bolj okvirjene ter redno preverjane.

7.2.1.5 Več pozornosti režimom, ki niso »normalno obratovanje« (zlasti pri sežigu/sosežigu)

Za sežig/sosežig je izrecno naslovljeno, da se emisije spremljajo tudi v drugih kot normalnih obratovalnih pogojih, vključno z zagoni in zaustavitvami, ter da se npr. PCDD/F ocenjuje na podlagi merilnih kampanj v rednih intervalih.

7.2.1.6 Transparentnost dovoljenj in e-dovoljevanje

IED 2.0 poudari, da morajo biti dovoljenja javno dostopna na internetu, brez plačila in brez omejitev (npr. registracije), ob varovanju poslovno zaupnih podatkov. Hkrati uvaja cilj, da države članice razvijejo elektronske sisteme dovoljevanja do 31. 12. 2035.

7.2.2 POSODOBITVE BAT ZAKLJUČKOV – PROCES IN POSLEDICE ZA »EMISIJSKE REZERVE«

BAT zaključki niso statičen nabor pravil, temveč odraz dinamičnega tehnološkega napredka. Formalizirana izmenjava informacij, znana kot "Seviljski proces", temelji na Izvedbenem sklepu 2012/119/EU in zagotavlja, da so mejne vrednosti emisij (BAT-AEL) vedno usklajene z najučinkovitejšimi dostopnimi tehnologijami na trgu. Za TEO Ljubljana to pomeni, da bo Izvedbeni sklep (EU) 2019/2010, ki je trenutno referenčen, v prihodnjem desetletju podvržen reviziji, ki bo verjetno še dodatno znižala dopustne razpone.

V inženirski praksi se pogosto operira s spodnjimi mejami BAT razponov. Pri ključnih parametrih, kot so TOC (skupni organski ogljik), HF (vodikov fluorid) in SO₂, so trenutne rezerve v TEO Ljubljana zasnovane tako, da objekt ostaja skladen tudi ob morebitnem premiku standardov proti nižjim vrednostim.

7.2.2.1 Dinamika revizije (4-letni cikel)

IED (Direktiva 2010/75/EU) določa, da morajo pristojni organi posodobiti okoljevarstvena dovoljenja v štirih letih po objavi novih BAT zaključkov. Načrtovanje TEO Ljubljana z "emisijskimi rezervami" nad 30 % dejansko pomeni odpornost naložbe pred predčasnimi tehnološkimi rekonstrukcijami.

7.2.2.2 Fokus na »BAT-robne« parametre

Pričakuje se, da bodo bodoče revizije naslavljale predvsem prehodna stanja in specifična onesnaževala, kjer je tehnološki napredek najhitrejši (npr. izboljšana adsorpcija kislih plinov).

7.2.3 VEČJA TRANSPARENTNOST EMISIJSKIH PODATKOV – INDUSTRIAL EMISSIONS PORTAL (UREDBA (EU) 2024/1244)

Prehod na granularno poročanje Nova Uredba (EU) 2024/1244, ki nadomešča prejšnji sistem E-PRTR, prinaša paradigmo "radikalne transparentnosti". Industrial Emissions Portal ni več zgolj statična baza letnih količin, temveč dinamično orodje, ki omogoča javni vpogled v okoljsko delovanje naprave skoraj v realnem času. Za visoki dimnik TEO Ljubljana to pomeni, da vsak polurni odklon postane del trajne in javno dostopne digitalne sledi.

Ključni stebri digitalne integritete Za zagotavljanje skladnosti s to uredbo projektna dokumentacija TEO Ljubljana naslavlja naslednje tehnično-komunikacijske vidike.

7.2.3.1 Kakovost in validacija podatkov (QA/QC)

Skladno s standardom SIST EN 14181, sistem CEMS vključuje stroge procedure umerjanja (QAL1, QAL2 in QAL3). Dokumentna sled o umerjanju analizatorjev mora biti avtomatizirano povezana z metapodatkovnimi opisi na portalu, kar preprečuje dvome v verodostojnost meritev.

7.2.3.2 Diferenciacija režimov obratovanja

Uredba zahteva jasno ločevanje med normalnim obratovanjem in stanji OTN (Other Than Normal operating conditions), kot so zagoni, zaustavitve ali izredni dogodki. TEO Ljubljana bo te podatke objavljala s konsistentnimi metapodatkovnimi pojasnili, ki preprečujejo napačno interpretacijo emisijskih vrhov s strani laične javnosti.

7.2.3.3 Pravica do obveščenosti

Transparentnost ne služi le nadzoru, temveč je temelj za Social License to Operate (SLO). Jasna komunikacija o tem, kako naprava dosega nižje emisije od zakonsko predpisanih, zmanjšuje tveganje za dezinformacije in krepi vlogo TEO kot transparentnega deležnika.

7.3 IDENTIFIKACIJA POTENCIALNO KRITIČNIH ONESNAŽEVAL

V letu 2026 se okoljska regulativa ne osredotoča več le na doseganje mejnih vrednosti, temveč na minimizacijo absolutnega tveganja. Ljubljana, s svojo specifično kotlinsko lego in dolgotrajnimi obdobji brezvetrja, zahteva, da TEO Ljubljana deluje na zgornji meji tehnoloških zmožnosti. Kljub uporabi najboljših razpoložljivih tehnik (BAT) smo identificirali tri sklope polutantov, ki bodo zaradi novih znanstvenih dognanj in lokalnih klimatskih specifik v prihodnje podvrženi strožjemu nadzoru.

7.3.1 **DUŠIKOVI OKSIDI (NO_x) IN AMONIAKOV ZDRS (NH_3)**

Ljubljanska kotlina je v poletnih mesecih podvržena nastajanju prizemnega ozona (O_3), kjer NO_x nastopajo kot ključni prekursorji. Pozimi pa atmosferska inverzija preprečuje disperzijo teh plinov, kar povečuje lokalno koncentracijo.

7.3.1.1 Uporabljen tehnološki standard

Sistem SCR (Selective Catalytic Reduction) v TEO Ljubljana je dimenzioniran za doseganje vrednosti med 50 in 120 mg/Nm³. Vendar pa projektna dokumentacija omogoča t.i. "ultra-low NO_x " režim (pod 50 mg/Nm³), kar bi zahtevalo povečano vbrizgavanje amonijeve raztopine (NH_4OH).

7.3.1.2 Kritični parameter (zdrs NH_3)

Pri forsiranju SCR reakcije obstaja nevarnost, da del amoniaka ne reagira in zapusti dimnik (amoniakov zdrs). Dokumentacija TEO Ljubljana predvideva vgradnjo kontinuirane meritve za merjenje NH_3 , ki zagotavlja, da zdrs ostane pod 2 mg/Nm³, kar preprečuje nastanek sekundarnih aerosolov (amonijevih soli) v mestnem zraku.

7.3.2 **ŽIVO SREBRO (Hg) IN SPECIFIČNA ADSORPCIJA**

Evropska trendna zakonodaja, podprta z Minamata konvencijo, strmi k praktično ničelnim emisijam živega srebra. Ker je sestava odpadkov heterogena, lahko pride do nenadnih konic (t.i. *Hg-peaks*), ki jih standardni sistemi težko nevtralizirajo.

7.3.2.1 Modularna rešitev

TEO Ljubljana uporablja suhi postopek z vbrizgavanjem aktivnega koksa. Tehnična dokumentacija predvideva možnost uporabe bromiranega aktivnega oglja, ki kemično veže elementarno živo srebro (Hg^0) v stabilen $HgBr_2$.

Projektirana vrednost je pod 20 µg/Nm³, kar sovпада z BAT-AEL pragom (20 µg/Nm³). Modularna zasnova dozirnih naprav omogoča takojšnje povečanje stopnje adsorpcije brez rekonstrukcije filtrnih vreč.

7.3.3 TOPLOGREDNI PLINI (CO_2) IN CARBON CAPTURE READINESS (CCR)

V letu 2026 se WtE (Waste-to-Energy) sektor sooča z vključitvijo v sistem EU ETS (trgovanje z emisijami). Ključno postaja ločevanje med fosilnim in biogenim ogljikom.

7.3.3.1 Biomasní delež

Približno 50 % CO_2 v TEO Ljubljana izvira iz biomase (papir, karton, ostanki hrane), kar se po trenutni metodologiji šteje za ogljično nevtralno.

7.3.3.2 Fosilni delež

Za preostali del CO_2 (iz plastike in sintetike) dokumentacija že vključuje Pripravljenost na zajem ogljika (CCR). To vključuje prostorsko rezervacijo za aminske pralnike in tehnično pripravljenost parnega cikla za odvzem nizekotlačne pare, potrebne za regeneracijo solventa. S tem se objekt transformira v t.i. BECCS (Bio-energy with Carbon Capture and Storage) napravo, ki lahko potencialno "generira negativne emisije".

7.4 ODPORNOST NA SPREMEMBE ZAHTEV PRIHAJAJOČE ZAKONODAJE

V sodobnem regulatornem okolju, ki ga zaznamujejo Zeleni dogovor EU, revidirana Direktiva o industrijskih emisijah (IED) in naraščajoča pričakovanja civilne družbe, se projekt TEO Ljubljana odmika od pasivnega poročanja k proaktivni digitalni transparentnosti.

7.4.1 POVEČANA ZAHTEVANA PO TRANSPARENTNOSTI IN DEMOKRATIZACIJI PODATKOV

Skladno z Aarhusko konvencijo in novo uredbo o Portalu za industrijske emisije (prejšnji E-PRTR), TEO Ljubljana vključuje redundantno konfiguracijo sistema CEMS (Continuous Emission Monitoring System). Ta arhitektura ne zagotavlja le neprekinjenega zajema podatkov v primeru okvare posameznega senzorja, temveč omogoča avtomatizirano, realno-časovno objavo emisijskih parametrov na javno dostopnem spletnem portalu. S tem se eliminira informacijska asimetrija med upravljavcem in lokalno skupnostjo ter vzpostavlja objektivna podlaga za zaupanje javnosti, kar je ključno za dolgoročno socialno sprejemljivost objekta (Social License to Operate).

7.4.2 NADZOR PREHODNIH STANJ IN METODOLOGIJA OTN (OTHER THAN NORMAL)

Najnovejši BAT zaključki (sklep 2019/2010/EU) zahtevajo strogo dokumentiranje in zmanjševanje emisij v t. i. prehodnih stanjih (zagoni, zaustavitve, motnje). Projektna dokumentacija TEO Ljubljana naslavlja ta izziv s tehnično rešitvijo predgrevanja s pomožnimi plinskimi gorilniki. Ti zagotavljajo, da procesna temperatura v zgorevalni komori stabilno preseže mejnih 850 °C še pred vnosom prve enote odpadkov. Takšna operativna strategija zagotavlja popolno termično destrukcijo polutantov tudi v fazah, ki so v starejših napravah predstavljale kritične emisijske vrhove, in s tem zagotavlja polno skladnost z bodočimi, še strožjimi protokoli poročanja v prehodnih režimih.

7.4.3 PRIPRAVLJENOST NA ZAJEM IN SHRANJEVANJE OGLJIKA (CARBON CAPTURE READINESS – CCR)

V luči Evropskega podnebne pravila in napovedanih revizij sistema EU ETS, ki bodo po letu 2030 verjetno vključevale tudi sektor termične obdelave odpadkov, projekt TEO Ljubljana v svojo zasnovo vključuje tudi koncept Carbon Capture Readiness (CCR). To pomeni, da je objekt tehnično in prostorsko pripravljen na integracijo tehnologij za zajem, transport in kasnejšo uporabo ali shranjevanje ogljikovega dioksida (CO_2).

7.4.3.1 Prostorska rezervacija in modularna umestitev (Footprint Allocation)

V okviru situacijskega načrta je strokovno identificirana in rezervirana površina v neposredni bližini bloka za čiščenje dimnih plinov, ki omogoča naknadno vgradnjo enote za absorpcijo ogljika (npr. aaminski pralnik ali tehnologija s kalcijevim ciklanjem). Skladno s smernicami za CCR je predviden ustrezen dostop za težko mehanizacijo, ki bi bila potrebna pri montaži visokih absorpcijskih kolon, ne da bi pri tem prišlo do motenj v primarnem delovanju naprave.

7.4.3.2 Procesna in energetska integracija (Utility Connection Points)

Tehnična dokumentacija predvideva t. i. "priključne točke" znotraj toplotne sheme objekta. Tehnologija zajema CO_2 zahteva znatne količine nizkotemperaturne toplote za regeneracijo solventov. Projektirana zasnova parnega cikla TEO Ljubljana omogoča odvzem pare na ustreznih stopnjah turbine, kar zmanjšuje tveganje za kasnejše drage rekonstrukcije energetskega otoka. Hkrati je predvidena redundanca v sistemu lastne rabe električne energije za pogon kompresorskih postaj, potrebnih za utekočinjanje zajetega CO_2 .

7.4.3.3 Logistična kompatibilnost in strateški kontekst

TEO Ljubljana je umeščen tako, da omogoča dolgoročno priključitev na nastajajočo nacionalno in evropsko hrbtenico za transport CO_2 . Projekt upošteva Net-Zero Industry Act (NZIA), ki spodbuja razvoj vrednostnih verig za shranjevanje ogljika. Z zajemom CO_2 , ki izvira iz biogenega dela odpadkov (približno 50 %), bi TEO Ljubljana po letu 2030 lahko dosegal t. i. "negativne emisije", kar objekt transformira iz nevtralnega v aktivni element odstranjevanja ogljika iz atmosfere.

7.5 STROKOVNA OCENA MANEVRSKEGA PROSTORA (RESILIENCE ASSESSMENT)

Na podlagi celovite inženirske analize tehničnih specifikacij ocenjujemo, da TEO Ljubljana izkazuje nadpovprečno inherentno prilagodljivost, ki objekt varuje pred tveganjem predčasnega tehnološkega zastaranja (Technology Obsolescence).

7.5.1 MODULARNA ARHITEKTURA SISTEMOV ZA ČIŠČENJE DIMNIH PLINOV

Zasnova tehnološkega otoka čiščenja plinov sledi principu "plug-and-play" modularnosti. Prostorska razporeditev in strukturna zasnova dopuščata integracijo dodatnih stopenj čiščenja (npr. dodatni polirni filtri ali napredne enote za mokro pranje) brez potrebe po kapitalnih gradbenih posegih ali ustavljanju celotnega procesa za daljše obdobje. Ta "prihodnostna pripravljenost" (future-proofing) omogoča hiter odziv na morebitne nove mejne vrednosti, ki bi jih lahko prinesla naslednja revizija BREF dokumentov.

7.5.2 SISTEMSKA REDUNDANTNOST IN KEMIČNI PUFRI:

Varnostni manevrski prostor je podprt s kemično redundanco. Sistemi za doziranje reagentov, kot so apneno mleko za nevtralizacijo kislih plinov, amonijeva raztopina za denitrifikacijo (NO_x) ter aktivni koks za adsorpcijo dioksinov in težkih kovin, so dimenzionirani z 20 % varnostnim pribitkom. Ta rezerva ne služi le obvladovanju ekstremnih variacij v kalorični vrednosti in sestavi vhodnih odpadkov, temveč omogoča takojšnje doseganje strožjih emisijskih ciljev zgolj z optimizacijo procesnih parametrov, brez dodatnih investicij v strojno opremo.

7.5.3 DIGITALNA HRBTENICA IN EVOLUCIJSKI NADZORNI SISTEM

Nadzorni sistem objekta temelji na odprti arhitekturi, ki je pripravljena na integracijo umetne inteligence (AI) za napovedno vodenje procesa (Predictive Control). Ta digitalna platforma omogoča enostavno implementacijo novih analitičnih modulov, ko bodo ti postali tehnično dozoreli ali zakonsko obvezni — na primer za kontinuirano spremljanje perfluoriranih spojin (PFAS) ali realno-časovno detekcijo dioksinov. TEO Ljubljana je tako zasnovan kot "živi" sistem, ki se lahko programske in strojno razvija skladno z znanstvenimi dognanji o okoljskih vplivih.

8 TEHNIČNA STROKOVNA OPOMBA GLEDE ESG IN CSRD KONTEKSTA

Tehnični podatki iz tega elaborata so vhodni podatki za morebitna trajnostna razkritja, ne pa nadomestek CSRD/ESRS poročila. Uporaba podatkov brez ustreznega konteksta, mej poročanja in metodologije lahko vodi v napačne ali zavajajoče interpretacije. Namen te opombe je usmeriti pripravljavce trajnostnih poročil k pravilni, sledljivi in strokovno utemeljeni uporabi tehničnih podatkov iz tega elaborata v okviru poročanja po Direktivi CSRD in skladno z evropskimi standardi trajnostnostnega poročanja (ESRS). CSRD (*Direktiva (EU) 2022/2464*) je zakonodajni okvir EU, ki razširja in poenoti obveznosti poročanja o trajnostnosti: od zavezancev zahteva, da v okviru poslovnega poročila razkrivajo informacije o trajnostnih vplivih, tveganjih in priložnostih ter da so razkritja pripravljena v skladu z ESRS, ki določajo vsebino, strukturo in kakovost poročenih informacij. ESRS so bili sprejeti kot del evropskega prava z *Delegirano uredbo Komisije (EU) 2023/2772*, ki standardizira, katere informacije in kako jih je treba razkriti (npr. splošne zahteve in tematske standarde za okolje, družbo in upravljanje).

V praksi to pomeni, da se trajnostna razkritja pogosto opirajo na podatke, ki izvirajo iz tehnične in dovoljevalne dokumentacije (npr. emisijske meritve, projektirane mejne vrednosti, opisi tehnologij, režimi obratovanja, načini monitoringa). Takšni podatki so za ESRS razkritja praviloma nepogrešljivi, vendar so po svoji naravi nastali za tehnično dokazovanje (npr. skladnosti z BAT/zakonskimi mejami) in ne za komunikacijsko ali poročevalsko interpretacijo v smislu "trajnostnega učinka". V energetiki se uporabljajo specifične definicije (npr. normalizirane koncentracije mg/Nm³, referenčni pogoji kisika, režimi povprečenja, obratovalni režimi, merilne negotovosti,...), ki so pomembne v strokovnem dialogu obstaja pa realno tveganje napačnih primerjav ali prehitrih zaključkov v trajnostnih komunikacijah z različnimi drugimi deležniki. Takšna napačna interpretacija lahko vodi v reputacijska in regulatorna tveganja, vključno s tveganjem zavajajočih trditev (t.i. "greenwashing"), zato se v nadaljevanju opredelijo:

- Povezave na konkretna ESRS razkritja (*Poglavje 8.1*).
- Meje interpretacije (*Poglavje Napaka! Vira sklicevanja ni bilo mogoče najti.*).
- Priporočljiv okvir uporabe rezultatov elaborata za poročevalske in komunikacijske namene (*Poglavje 8.3*).

8.1 POVEZAVA MED EMISIJSKIMI PODATKI IZ ELABORATA IN RAZKRITJI PO ESRS

Tehnični podatki iz elaborata so uporabni vhodni podatki za ESRS razkritja, medtem ko morajo podjetja poročati tudi o metodologiji in rezultatih monitoringa, mejah poročanja, politikah, ukrepih in ciljih (v odvisnosti od materialnosti). Strokovna analiza v poglavjih 8.1 in 8.2 pokaže, kateri deli elaborata predstavljajo tehnično dokazno podlago, ki je za CSRD/ESRS poročanje uporabna predvsem kot vhodni nabor podatkov in kot opis metodološkega okvira (viri emisij, režimi obratovanja, primerjave z BAT/ELV, tokovi ostankov), ne pa kot nadomestek dejanskega trajnostnega poročila.

Tabela 28 pokaže, da so povezave najneposrednejše pri ESRS E2 (onesnaževanje), kjer projektirane/sprejete emisijske vrednosti in monitoring omogočajo strukturiran vnos v razkritja o emisijah onesnaževal, medtem ko je pri ESRS E1 elaborat praviloma le delni prispevek (predvsem za Scope 1, brez zajema obsegov 2–3), pri ESRS E5 pa zagotavlja kakovosten okvir za opis materialnih tokov, ki ga je treba za poročevalske potrebe dopolniti z letnimi količinami, klasifikacijami in sledljivimi evidencami ravnanja.

Tabela 28: Uporabnost tehničnih podatkov iz elaborata v kontekstu trajnostnega poročanja.

Standard ESRS	Tipični tehnični parameter (elaborat / projektna dokumentacija)	Uporabnost podatkov v poročanju	Omejenost uporabnosti
ESRS E1 Podnebne spremembe	Emisije ogljikovega dioksida (ločeno biogeni/fosilni del, če je razmejeno), poraba goriv, energijska bilanca, načrtovani režimi obratovanja.	Vhod za emisije obsega 1 (Scope 1) in metodološki opis virov emisij. Podpora narativu o vlogi naprave v energetskem sistemu (toplota/elektrika) in v okviru blažitve.	Podatki iz elaborata sami po sebi ne pokrijejo Scope 2–3. Za E1 je potrebna celotna inventura po ESRS (in običajno povezava z GHG metodologijami).
ESRS E2 Onesnaževanje	Projektirane/sprejete emisijske vrednosti in primerjave z ELV/BAT-AEL za: prah, dušikove okside, žveplov dioksid, vodikov klorid, vodikov fluorid, ogljikov monoksid, skupni organski ogljik, amoniak (zdrs), živo srebro, kovine, dioksini/furani. Opis monitoringa.	Vhod za razkritja o emisijah onesnaževal v zraku (in po potrebi v vodo/tla). Tehnični opis ukrepov poročanja. obvladovanja emisij (npr. čiščenje dimnih plinov, monitoring,..).	“Nizke projektirane vrednosti” niso avtomatično trditvev “zero pollution”. ESRS zahtevajo jasne meje, metodologijo in dejanske rezultate meritev v obdobju poročanja.
ESRS E5 – Viri in krožno gospodarstvo	Tokovi materialnih ostankov po termični obdelavi (pepel, odpadkih, filterski ostanki, izločki iz odpadkih, čiščenja odpadnih vod), režimi ravnanja outflows) in (predelava/stabilizacija/odlaganje), poraba reagentov in pomožnih materialov.	Vhod za razkritja o nevarnih materialnih klasifikacije odpadkov in (resource sledljivost ravnanja. Projektna dokumentacija je upravljanja ostankov pogosto in (snovni tokovi, obdelava, ne pa še prevzemniki).	Za ESRS E5 so praviloma potrebne količine (t/leto), odpadkov in ravnanja. Projektna dokumentacija je pogosto kakovosten okvir, ne pa še poročevalska evidenca

8.2 IZJAVA O OMEJITVAH OBSEGA IN UPORABE REZULTATOV

Podatki v elaboratu so v veliki meri opisani kot emisije na izpustu (»na dimniku« oziroma na iztoku) in kot projektirane/sprejete vrednosti v okviru dovoljevalnih standardov (ELV in BAT-AEL). ESRS razkritja pa so poročevalska in zahtevajo jasne meje interpretacije, sicer lahko pride do napačnih sklepanj. ESRS 1 izrecno postavlja okvir o kakovosti informacij, primerljivosti in pravilnosti predstavitve, kar je pri tehničnih podatkih v energetiki posebej pomembno.

8.2.1 TOČKOVNE EMISIJE IN ŽIVLJENJSKI CIKEL (LCA)

Emisijske vrednosti v mg/Nm³ so indikator obvladovanja emisij na izpustu, ne pa avtomatičen prikaz celotnega vpliva sistema. Poročanje ali komunikacija, ki bi iz “emisij na dimniku” sklepala na “celotno trajnost” ali “najbolj trajnostno rešitev”, presega dokazni domet elaborata. V praksi to pomeni, da se rezultati elaborata uporabljajo za razkritja ESRS E2 (onesnaževanje) in delno kot tehnično ozadje ESRS E1/E5, ne pa kot nadomestek analiz življenjskega cikla ali sistemskih primerjav alternativ.

8.2.2 PROJEKTIRANE VREDNOSTI VS. DEJANSKE IZMERJENE VREDNOSTI

Elaborat temelji na projektiranih in/ali sprejetih mejnih vrednostih ter BAT standardih, kar je metodološko pravilno za faze dovoljevanja. CSRD/ESRS poročanje pa je vezano na obdobje poročanja in praviloma zahteva dejanske podatke iz obratovanja (kontinuirane meritve, periodične meritve, evidence odpadkov ipd.). Zato je treba v poročanju jasno označiti: “v fazi projektiranja (*ex-ante*)” in “po zagonu (*ex-post*)” ter opredeliti, kdaj so podatki prešli iz projektnih v izmerjene.

8.2.3 RELATIVNOST “EMISIJSKIH REZERV” IN OBRATOVALNA REALNOST

Emisijska rezerva (razlika do zakonskih meja ali vrednosti BAT-AEL) je koristen indikator tehnološke robustnosti, vendar ni absolutna garancija prihodnje skladnosti. Rezerva je občutljiva na: (i) sestavo in variabilnost goriva, (ii) obratovalne režime (normalno obratovanje, zagoni/zaustavitve, motnje), (iii) spremembe pravil dokazovanja skladnosti (merilna negotovost, statistična obdelava, validacija podatkov) in (iv) posodobitve BAT zaključkov. Zato je v poročanju pravilno, da se rezerva predstavi kot “trenutno načrtovani manevrski prostor”, pri čemer se jasno navedejo predpostavke.

8.2.4 NORMALIZACIJA IN PRIMERLJIVOST (METAPODATKI SO DEL INFORMACIJE)

Pri emisijskih podatkih je pravilna interpretacija odvisna od referenčnih pogojev (npr. vsebnost kisika, suho/mokro), časovnih povprečij in merilne negotovosti. Če poročevalsko besedilo ali grafika ne vsebuje teh metapodatkov, lahko pravilne številke ustvarijo napačen vtis. ESRS okvir zahteva, da so informacije razumljive in primerljive; pri tehničnih podatkih to pomeni, da je treba objaviti tudi osnovne metapodatke.

8.3 STROKOVNO UTEMELJENE MEJE UPORABE REZULTATOV ELABORATA ZA POROČEVALSKE IN KOMUNIKACIJSKE NAMENE

Elaborat zagotavlja kakovostno tehnično osnovo za razumevanje, kako je v zasnovi naprave predvideno obvladovanje emisij onesnaževal (najbolj neposredno relevantno za ESRS E2) ter kako so opredeljeni materialni tokovi ostankov (relevantno za ESRS E5) in v določenem delu tudi kontekst za emisije ogljikovega dioksida (relevantno za ESRS E1). Vendar pa tehnična narava elaborata terja jasno razumevanje mej uporabnosti njegovih rezultatov v poročevalskih in komunikacijskih kontekstih.

Elaborat je zasnovan kot tehnična dokazna podlaga za upravni postopek dovoljevanja industrijske naprave po Direktivi o industrijskih emisijah (IED, 2010/75/EU) in pripadajočih BAT zaključkih. Njegova primarna funkcija je:

1. Dokazovanje regulatorne skladnosti – potrditev, da projektne rešitve izpolnjujejo zakonske mejne vrednosti (ELV) in se nahajajo znotraj razponov emisijskih ravni, povezanih z najboljšimi razpoložljivimi tehnikami (BAT-AEL)
2. Tehnično specifikacijo procesnih sistemov – dimenzioniranje opreme za obvladovanje emisij (npr. zmogljivost vrečastih filtrov, volumni reaktorjev, pretoki reagentov)
3. Določitev obratovalnih varnostnih rezerv – zagotovitev tehnološkega manevrskega prostora za prilagajanje različnim sestavam vhodnega materiala in obratovalnim režimom
4. Omogočanje regulatornega dialoga – zagotavljanje strukturirane, primerljive informacijske osnove za presojo pristojnih organov

Trajnostno poročanje po CSRD/ESRS (Corporate Sustainability Reporting Directive; European Sustainability Reporting Standards) zahteva kvalitativno drugačen pristop, ki presega okvir tehnične skladnosti:

1. Celovito kontekstualizacijo – umestitev vplivov v širši okoljski, družbeni in upravljavski okvir (Environmental, Social, Governance)

2. Oceno dvojne materialnosti – razlago, zakaj so določeni trajnostni vidiki pomembni tako z vidika vpliva podjetja na okolje in družbo (*impact materiality*), kot tudi z vidika finančnih učinkov trajnostnih dejavnikov na podjetje (*financial materiality*)
3. Časovno dimenzijo – ločeno obravnavo trenutnega stanja, sprejetih ukrepov, načrtovanih dejanj in dolgoročnih ciljev, vključno z izkazovanjem napredka
4. Deležniško vključenost – transparenten prikaz, kako so bili interesi in pričakovanja različnih deležnikov (lokalna skupnost, regulatorji, investitorji, zaposleni) upoštevani v odločitvah
5. Primerljivost in preverljivost – strukturirano poročanje po standardiziranih kazalnikih, ki omogoča primerjavo med podjetji in časovnimi obdobji

Rezultati elaborata so primarno tehnične narave in so zasnovani za podporo postopkom umeščanja/dovoljevanja ter za utemeljitev projektiranih mejnih vrednosti v okviru IED/BAT. V dejanskem obratovanju se te idealizirane predpostavke ne uresničijo v celoti. Komunalni odpadki so heterogen material, katerega sestava variira sezonsko (npr. večji delež biomase poleti zaradi vrtnega odpada), geografsko (razlike med urbano in ruralno zbrano frakcijo) in časovno (trendi v potrošniških navadah). Čistilne naprave izkazujejo učinkovitost, odvisno od življenjskega cikla – novi filtri delujejo bolje od obrabljenih, katalizatorji postopno izgubljajo aktivnost. Ekonomski dejavniki (npr. cene reagentov, elektrike) in tehnični mejni pogoji (npr. temperatura dimnih plinov ob vlažnih odpadkih) vplivajo na dejanske obratovalne parametre.

V kontekstu CSRD/ESRS je zato pomembno upoštevati **meje uporabnosti rezultatov elaborata v komunikaciji z različnimi deležniki** (Tabela 29), ki zmanjšujejo tveganje zavajajoče interpretacije in izboljšujejo sledljivost. Ta razmejitev je skladna z zasnovo CSRD/ESRS, kjer se tehnični podatki uporabljajo kot vhod v poročanje, ne kot nadomestek celotnega okvira poročanja.

Tabela 29: Prikaz primerov tehnično korektne in tvegane formulacije trditev v kontekstu trajnostnega poročanja.

ESRS E2 – Onesnaževanje zraka in vode

Primer tvegane formulacije	»Projekt je brez vplivov na okolje.«
Analiza tveganja	Ključno strokovno vprašanje ni zgolj analiza prisotnosti vplivov, temveč njihova sprejemljivost v okviru celovite presoje, ki vključuje primerjavo z alternativnimi scenariji, oceno koristnosti in sistemsko umeščenost v prostorski in časovni kontekst.
Primer tehnično korektne formulacije	“Projektna zasnova predvideva emisijske vrednosti v skladu z BAT-AEL in zakonskimi mejami. Za ključna onesnaževala so opredeljeni režimi monitoringa.”

ESRS E1 – Podnebne spremembe

Primer tvegane formulacije	“Na podlagi elaborata je projekt podnebno nevtralen.”
Analiza tveganja	Trditve o prispevku k razogljčenju so strokovno utemeljene zgolj ob eksplicitni primerjavi z jasno definiranim baseline scenarijem. Brez specifikacije (obstoječega stanja, alternativne tehnologije, scenarij brez projekta,..) ostaja komunikacija metodološko nedoločena in ne omogoča preverjive presoje.
Primer tehnično korektne formulacije	“Elaborat opredeljuje vire emisij CO ₂ in energetske funkcije naprave. Za poročanje po ESRS E1 je izveden izračun emisij po obsegih (Scope 1–3).”

ESRS E5 – Viri in krožno gospodarstvo

Primer tvegane formulacije	“Projekt je krožen, ker se del ostankov lahko predela”
-----------------------------------	--

Analiza tveganja	Energijska izraba odpadkov je legitimna stopnja v hierarhiji ravnanja (Direktiva 2008/98/ES), ni pa avtomatično enačljiva s »krožnostjo« v smislu zapiranja materialnih zank. Po konceptualnem okviru Circular Economy Action Plan (EC, 2020) pravo merilo krožnosti predstavlja »material circularity indicator« (MCI), ki meri ohranjanje materialne vrednosti. Energijska izraba predstavlja pretvorbo materiala v energijo, kar je kvalitativno drugačen proces od ohranjanja materiala v uporabi (recikliranje, ponovna uporaba).
Primer tehnično korektne formulacije	”Dokumentacija opisuje materialne tokove (pepel, filtrski ostanki, izločki iz čiščenja odpadnih vod) in načrtovane poti ravnanja. Za poročanje po ESRS E5 je izveden izračun količine in klasifikacije.”

Analiza komunikacijskih tveganj izpostavlja potrebo po pojmovni natančnosti, kontekstualni umeščenosti in kritični samoomejenosti pri uporabi tehničnih podatkov iz elaborata v komunikaciji z deležniki. Strokovna kredibilnost temelji na transparentnem razkritju mej veljavnosti trditev in uravnoteženi predstavitvi tako možnosti kot omejitev predlaganega pristopa. Strokovna utemeljitev podana v *Poglavjih 6, 7 in 8* tako ne predstavlja presoje skladnosti s taksonomskimi kriteriji EU, ne predstavlja presoje po načelu DNSH, niti ne predstavlja ESG poročila. Tudi če nizke projektirane emisije lahko podpirajo določene okoljske cilje, formalna presoja taksonomije/DNSH zahteva ločen postopek, širši nabor dokazil in metodoloških korakov.

8.4 REFERENČNI OKVIR

Razdelek je dodan z namenom lažjega razumevanja regulatornega, metodološkega in konceptualnega okvira dokumenta za bralce, ki niso neposredno vključeni v pripravo okoljskih in dovoljevalnih elaboratov (npr. vodstvo, pravne službe, finančni ali ESG oddelki). Razdelek nima normativnega značaja in ne predstavlja novih obveznosti.

8.4.1 REFERENČNI EVROPSKI PRAVNI OKVIR

- *Direktiva 2010/75/EU* o industrijskih emisijah (IED) – predstavlja temeljni okvir za določanje emisijskih mejnih vrednosti in uporabo najboljših razpoložljivih tehnik (BAT).
- Izvedbeni sklepi *Komisije o BAT za sežig odpadkov* služi kot referenčna podlaga za razpore BAT-AEL in spremljajoče zahteve glede obratovanja in monitoringa.
- *Okvirna vodna direktiva (2000/60/ES)* predstavlja horizontalni okvir varstva voda, ki je del presoje vplivov na okolje (PEU).
- *Uredba (EU) 2020/852* (EU taksonomija) je uporabljena zgolj kot konceptualni okvir za razlago načela DNSH, brez pravne presoje.

8.4.2 POJASNILO GLEDE DNSH IN ESG

Načelo DNSH je v dokumentu uporabljeno kot analitično orodje za identifikacijo potencialnih mejnih vplivov, ne kot formalni pravni test. Podobno so sklici na ESG, CSRD in ESRS omejeni na tehnično-interpretativno raven, z namenom preprečevanja napačne ali zavajajoče rabe podatkov iz elaborata v trajnostnih komunikacijah.

8.4.3 POJASNILO SISTEMSKIH UČINKOV EIO

Pri obravnavi podnebnih vidikov je posebej poudarjena sistemska vloga energetske izrabe odpadkov (EIO) v urbanem energetskega sistemu. Morebitni učinki na zmanjšanje rabe fosilnih goriv v sektorju stavb so odvisni od dejanskega obratovanja daljinskega ogrevanja, obsega priključitev in nadomeščanja obstoječih virov ter niso avtomatična posledica same vzpostavitve objekta.

8.4.4 VLOGA EIO, KUMULATIVNI VPLIVI IN OKVIR TRAJNOSTNEGA FINANCIRANJA

8.4.4.1 Vloga energetske izrabe odpadkov (EIO) pri zmanjševanju ekološkega odtisa

Energetska izraba odpadkov (EIO) je v tem dokumentu obravnavana kot del širšega sistema ravnanja z odpadki in oskrbe z energijo. Njena potencialna vloga pri zmanjševanju ekološkega odtisa se kaže predvsem na sistemski ravni, in sicer z:

- Nadomeščanjem dela proizvodnje toplote in električne energije iz fosilnih goriv.
- Zmanjševanjem količin biološko razgradljivih odpadkov, ki bi sicer končali na odlagališčih.
- Vključevanjem v obstoječe sisteme daljinskega ogrevanja, kjer lahko prispeva k nižji povprečni ogljični intenzivnosti oskrbe s toploto v urbanem okolju.

Takšni učinki niso avtomatična lastnost posameznega objekta EIO, temveč so odvisni od sistemskih pogojev, zlasti strukture energetskega sistema, obsega dejanskega nadomeščanja fosilnih virov, stopnje izkoriščenosti proizvedene toplote ter obratovalne zanesljivosti objekta.

8.4.4.2 Okvirni pogoji za doseganje okoljskih koristi EIO

Da bi se potencialni pozitivni učinki EIO na zmanjševanje ekološkega odtisa lahko dejansko uresničili, morajo biti izpolnjeni nekateri okvirni pogoji, ki presegajo raven projektne zasnove:

- Dolgoročna vključitev objekta v sistem daljinskega ogrevanja z visoko stopnjo izrabe toplote.
- Dejansko nadomeščanje obstoječih ali načrtovanih fosilnih virov energije.
- Stabilno obratovanje v okviru mejnih vrednosti emisij in okoljskih standardov.
- Ustrezno ravnanje z ostanki sežiga in drugimi stranskimi tokovi.

Dokument te pogoje navaja kot okvirne sistemske predpostavke in jih ne obravnava kot zagotovljene ali pravno zavezujoče.

8.4.5 KUMULATIVNI VPLIVI NA OKOLJE

Kumulativni vplivi so v tem dokumentu obravnavani predvsem v povezavi z emisijami snovi v zrak in njihovo interakcijo z obstoječimi obremenitvami okolja. V urbanem in geomorfološko omejenem prostoru lahko tudi posamično skladni viri prispevajo k skupni obremenitvi, kar je zlasti relevantno za kakovost zunanjega zraka in zdravje ljudi.

Dokument zato poudarja, da presoja vplivov ne more temeljiti zgolj na posameznih emisijskih virih, temveč mora v upravnih postopkih upoštevati kumulativne učinke več virov, obstoječe stanje okolja ter lokalne okoljske cilje. Konkretna kvantifikacija kumulativnih vplivov je predmet postopkov PVO in dovoljevanja ter ni del te strokovne analize.

8.4.6 OKVIRNA OBRAVNAVA MOŽNOSTI FINANCIRANJA V KONTEKSTU EU TAKSONOMIJE

Na podlagi strukture dokumenta in uporabljene analitične obravnave DNSH je mogoče ugotoviti, da so posamezni vidiki projekta obravnavani na način, ki omogoča nadaljnjo presojo skladnosti z načelom DNSH po *Uredbi (EU) 2020/852*. To pa samo po sebi ne pomeni, da projekt izpolnjuje vse pogoje za taksonomsko upravičenost ali za pridobitev sredstev v okviru trajnostnega financiranja.

Morebitna uporaba dokumentacije v postopkih pridobivanja sredstev, vezanih na EU taksonomijo ali trajnostne finančne instrumente, zahteva:

- Ločeno in formalno taksonomsko presojo dejavnosti.
- Preverjanje skladnosti z vsemi tehničnimi merili za posamezne okoljske cilje.
- Neodvisno preverjanje in potrjevanje podatkov.

Ta dokument lahko v takšnih postopkih služi kot ena od tehničnih podlag, ne pa kot dokaz izpolnjevanja taksonomskih kriterijev ali upravičenosti do financiranja.

