

AS UIKALA PRÜGILA

SAASTEALLIKATEST VÄLISÕHKU ERALDUVATE SAASTEAINETE LUBATUD HEITKOGUSTE PROJEKT

OÜ Hendrikson & Ko
Raekoja plats 8, Tartu
Lennuki 22, Tallinn
www.hendrikson.ee

Töö nr 2031/14 - 2

Marek Bamberg
Keskkonnakorralduse spetsialist

Katrin Juhanson
Keskkonnakorralduse spetsialist

SISUKORD

1.	SISSEJUHATUS	4
2.	SAASTEALLIKATE ASUKOHA ISELOOMUSTUS	6
2.1.	SAASTEALLIKATE ASUKOHA GEOGRAAFILINE ISELOOMUSTUS	6
2.2.	SAASTEALLIKATE ASUKOHA KLIMAATILINE ISELOOMUSTUS	9
3.	TEGEVUSALADE ISELOOMUSTUS	10
4.	SAASTEALLIKAD JA SAASTEAINETE AASTA JA HETKELISED HEITKOGUSED TEGEVUSALADE KAUPA.....	14
4.1.	TÕRVIKPÕLETI SAASTEAINETE HEITKOGUSED.....	15
4.2.	KOOSTOOTMISJAAMA SISEPÕLEMISMOTORID (2*150 kW)	21
4.3.	HAJUSHEIDE PRÜGILAS LADESTUSALALT	24
5.	TEHNOLOOGIASEADMED JA SAASTEAINETE PÜÜDESEADMED	26
6.	SAASTEALLIKATE PROGNOOSITAVA TÖÖAJA DÜNAAMIKA PÄEVADE JA KUUDE LÕIKES	26
7.	KÜTUSTE JA JÄÄTMETE KASUTAMINE ENERGIA TOOTMISEKS LIIKIDE KAUPA	26
8.	KÜTUSTE PÕLETAMISEL VÄLISÕHKU ERALDUVATE SAASTEAINETE HEITKOGUSED	27
9.	VÄLISÕHUS SAASTEAINETE HAJUMISE ARVUTUSTULEMUSED SAASTEALLIKATE KAUPA.....	27
10.	ÜHEL TOOTMISTERRITOORIUMIL PAIKNEVATE SAASTEALLIKATE KOOSMÕJU	29
11.	SAASTEAINETE HEITKOGUSTE JA VÄLISÕHU KVALITEEDI SEIRE	30
12.	JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD	30
13.	KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU.....	33
LISA 1	LHK PROJEKTI TABELID	35
TABEL 1	SAASTEALLIKAD JA SAASTEAINETE AASTA JA HETKELISED HEITKOGUSED TEGEVUSALADE KAUPA	36
TABEL 2	SAASTEALLIKATE PROGNOOSITAV TÖÖAJALINE DÜNAAMIKA KUUDE LÕIKES	37
TABEL 3	SAASTEALLIKATE PROGNOOSITAV TÖÖAEG PÄEVADE LÕIKES.....	37
TABEL 4	KÜTUSTE JA JÄÄTMETE KASUTAMINE ENERGIA TOOTMISEKS LIIKIDE KAUPA.....	37
TABEL 6	VÄLISÕHUS SAASTEAINETE HAJUMISE ARVUTUSTULEMUSED IGA PAIKSE SAASTEALLIKA KOHTA	39
TABEL 7	ÜHEL TOOTMISTERRITOORIUMIL PAIKNEVATE SAASTEALLIKATE KOOSMÕJU	40

1. SISSEJUHATUS

Lubatud heitkoguste projekti (edaspidi LHK projekt) koostamise ajendiks on ettevõtte soov rajada Uikala prügila territooriumile koostootmisjaam prügilagaasist elektri- ja soojusenergia tootmiseks. Prügilasse paigaldatakse kaks identset konteinertüüpi koostootmisjaama Filius 206 summaarse elektrienergia tootmisvõimsusega 300 kW (2*150kW) ning soojusliku võimsusega kuni 358 kW (2*179 kW). Lisaks koostootmisjaamale on prügilagaasi võimalik põletamiseks suunata ka tõrvikpõletisse (maksimaalne soojusvõimsus sisseantava kütusekoguse järgi 0,725 MW), mille puhul on tegemist praktiliselt varuvariandiga, kui koostootmisjaama sisepõlemismootorid ei tööta (nt hooldustööd või avariid).

Käesolev LHK projekt tugineb valdavalt eelmises Uikala prügila saasteallikatest välisõhku eralduvate saasteainete LHK projektis (töö nr 2031/14) toodud andmetele, täpsustades seda ettevõtte poolt esitatud koostootmisjaama ja arvutuslike prügilagaasi tekke andmetega.

LHK projektis ei esitata keskkonnaministri määruse 12.11.2013 nr 66 "Välisõhu saasteloa ja erisaasteloa taotluse ja loa vormid ning loataotluse sisule esitatavad nõuded" § 3 lõikes 1 punktides 9, 10, 11 ja 12 nimetatud osad, samuti määruse lisa 2 vormikohaseid tabeleid 7, 8, 9 ja 10, sest need ei ole antud käitise suhtes asjakohased.

Tehnoloogilisi ega avariilisi äkkheiteid LHK projekti koostamise aluseks oleva määruse mõistes ei esine. Prügilagaasi väljutamine mittetöötava tõrvikpõleti kaudu ei ole võimalik. Tõrvikpõletis leegi kustumisel või ebaõnnestunud gaasi süütamisel sulguvad gaasiklapid automaatselt. Sisepõlemismootorite peatumisel suunab automaatika gaasivoolu tõrvikpõletisse. Seetõttu ei esitata samuti määruse § 3 lõikes 1 punktis 13 nimetatud osa ja määruse lisa 2 tabeli 11 vormikohaseid andmed.

LHK projekti koostamisel on lähtutud välisõhu kaitse seadusest (RT I 2004, 43, 298) ja järgmistest keskkonnaministri määrustest (viited on vastuvõtmise aegsele allikatele, töös on kasutatud Riigi Teataja e-keskkonnas esitatud kehtivat redaktsiooni):

- "Põletusseadmetest välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste määramise kord ja määramismeetodid" (02.08.2004, nr 99; RTL 2004, 108, 1724);
- "Saasteainete heitkogused ja kasutatavate seadmete võimsused, millest alates on nõutav välisõhu saasteluba ja erisaasteluba" (11.06.2014 nr 20; RT I, 17.06.2014, 1)
- Keskkonnaministri määrus „Välisõhu saastatuse taseme piir- ja sihtväärtused, saasteaine sisalduse muud piirnormid ning nende saavutamise tähtajad" (08.07.2011 nr 43; RTI, 12.07.2011, 3);
- "Välisõhu saasteloa ja erisaasteloa taotluse ja loa vormid, loataotluse sisule esitatavad nõuded" (12.11.2013 nr 66; RTI, 2013, 2);

- "Välisõhu saastatuse taseme määramise kord" (22.09.2004, nr 120; RTL 2004, 128, 1984);
- Välisõhku eralduva süsinikdioksiidi määramismeetod (16.07.2004 nr 94; RTL 2004, 101, 1625).

Gaasimootorist eralduvate saasteainete heitkoguste määramiseks on kasutatud Šoti Keskkonnaagentuuri (*SEPA – Scottish Environment Protection Agency*) juhendis "*Guidance for monitoring landfill gas engine emissions, SEPA, Bristol, 2004*" ja Taani Gaasi Tehnoloogia Keskuse (*DGTC – Danish Gas Technology Centre*) ning Taani Riikliku Keskkonnauuringute Instituudi (*NERI – National Environmental Research Intitute*) aruandes "*Emission factors for gas fired CHP units <25MW, IGRC, November 2004*" esitatud metoodikat, mis on kooskõlastatud Keskkonnaministeeriumi kirjaga 14.12.2010 nr 12-3/8939-2.

Prügilagaasi koostise ja põletamisel tekkivate saasteainete leidmisel tugineti Keskkonnaministeeriumi heakskiidetud AP-42 metoodikale EPA/600/R-08-116 „*Background Information Document for Updating AP42 Section 2.4 for Estimating Emissions from Municipal Solid Waste Landfills. September 2008*”

Hajumisarvutused on teostatud vastavalt keskkonnaministri 22.09.2004 määrusele nr 120, kasutades selleks tabelarvutusprogrammi EXCEL.

2. SAASTEALLIKATE ASUKOHA ISELOOMUSTUS

2.1. SAASTEALLIKATE ASUKOHA GEOGRAAFILINE ISELOOMUSTUS

Uikala prügila (katastrinumber 32002:001:0371) asub Kukruse külas, Kohtla vald, Ida-Viru maakond. Prügilast 1,4 km kaugusel kirde suunas on Uikala küla, ca 2 km kaugusele lääne suunas Kohtla-Järve linna Kukruse asum, ca 2,3 km kaugusele edela suunas jääb Kukruse küla keskus ning samal suunal ca 2,8 km kaugusele Tallinn-Narva maantee, ca 4 km kaugusel lõuna suunas Jõhvi linn. Prügilat ühendab Tallinn-Narva maanteega Jõhvi-Valaste teelt lähtuv prügila jaoks rajatud ca 1 km pikkune juurdesõidutee.

Kaardil 1 on näidatud ümbritsevate kruntide piirid ja maakasutus. Kaardil 2 on näidatud koordinaatsüsteemiga seotud saasteallika asukohad. Maksimaalne kõrguste vahe ümbruskonnas on ca 3 m, prügila territooriumil ca 15 m (ladesala planeeritud sulgemiskõrgus). Prügila on ümbritsetud Kohtla metskond 32 kinnistuga (katastrinumber 32002:001:0176, maatulundusmaa 100%). Prügila vahetus läheduses kirde-ida suunal on Kohtla metskond 87 kinnistu (katastrinumber 32002:001:0198). Lähimad elamud jäävad saasteallikast ca 2 km kaugusele läände ja kirdesse.

Keskkonnaministeeriumi Info- ja tehnokeskuse infosüsteem EELIS andmetel Uikala prügila lähiümbruses kaitstavaid taimede ja loomaliike ei elutse ning kaitsealuseid kooslusi ei paikne. Lähim looduskaitsealase väärtusega objekt on ajutise kaitse alla võetud Natura 2000 ala – Edise loodusala, mis asub prügilast ca 1,7 km kaugusel lõunas. Ligikaudu 2 km kaugusel kirde suunas asub Ontika maastikukaitseala ning 2,3 km edelas paikneb kaitsealune Kukruse mõisapark. Prügilast 4 km kaugusel põhja suunas asub Saka-Ontika-Toila maastikukaitseala.

Lähimad välisõhu saasteloa kohuslusega põletusseadmed asuvad eeldatavalt enam kui 4 km kaugusel Jõhvis ja Kohtla-Järvel.

Lähimaks veekoguks on ca 1,1 km lääne-edela suunas paiknev Pühajõgi.

Saasteainete hajumistingimusi takistavad objektid piirkonnas puuduvad. Saasteallikate mõjupiirkonnaks on arvestatud ringid diameetritega 510 ja 250 m (50 allika kõrgust ehk 10,2 ja 5 m), mis jäävad valdavalt ettevõtte territooriumi piiridesse, mille sihtotstarve on jäätmeohutuse maa. Ligikaudu 30% moodustab mõjupiirkonnast metsamaa.



Kaart 1 Uikala prügila asendiplaan (Maa-Ameti GIS portaal, M 1 : 19 647). Saasteallikateks on prügilagaasi konteinertüüpi koostootmisjaama sise põlemismootorite suitsugaaside väljajamisavad (tähistatud SA-1, koondallikas) ja tõrvikpõleti (tähistatud SA-2).



Kaart 2 Uikala prügila plaan (M 1 : 3 128, Maa-Ameti GIS portaal).

Saasteallikateks on prügilagaasi koostootmisjaama sise põlemismootorite suitsugaaside kaks lähestikku paiknevat väljamisava (koondallikas tähistatud SA-1; koordinaadid X=6589720, Y=692767) ja tõrvikpõleti (tähistatud SA-2; koordinaadid X=6589931, Y=692671).

2.2. SAASTEALLIKATE ASUKOHA KLIMAATILINE ISELOOMUSTUS

Lähim meteoroloogiajaam asub Jõhvi linnas umbes 5 km kaugusel prügilast.

Olulisemad temperatuurid:

■	Paljuaastane keskmine temperatuur	+ 4.1 °C
■	Kõige soojema kuu (juuli) keskmine temperatuur	+ 17.0 °C
■	Kõige külmema kuu (veebruari) keskmine temperatuur	- 6.7 °C
■	Kõige soojema kuu keskmine temperatuur kella 13 ajal	+ 20.1 °C
■	Temperatuuri absoluutne maksimum	+ 33 °C
■	Temperatuuri absoluutne miinimum	- 42 °C

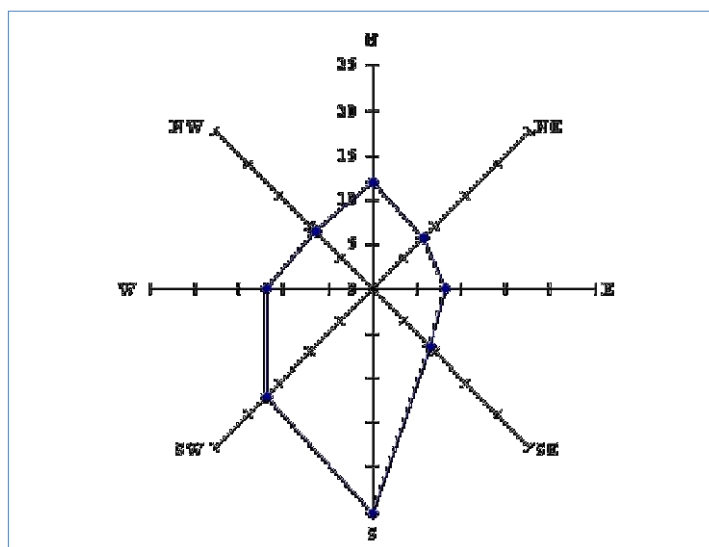
Tuule kiirused:

■	Kõige väiksem kuu keskmine (august)	3.2 m/s
■	Kõige suurem kuu keskmine (detsember)	4.6 m/s
■	Keskmine aastane kiirus	4.1 m/s

Tuule suuna ja tuulevaikuse sagedus (%):

Graafiliselt on tuulteroos esitatud joonisel 1.

N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	tuulevaikus
12	8	8	9	25	17	12	9	3



Joonis 1 Ida-Viru maakonna tuulteroos.

Sademed:

■	Aasta keskmine sademete hulk	700-750 mm
---	------------------------------	------------

3. TEGEVUSALADE ISELOOMUSTUS

ÜLEVAADE TEGEVUSEST, MILLE JAKS LUBA TAOTLETAKSE JA PEAMISTEST TOOTMISETAPPIDEST

AS Uikala Prügila põhitegevusalaks on tava- ja olmejäätmete ladestamine prügilasse (kuni 70 000 t/a). Muudeks tegevusaladeks on jäätmete sorteerimine jäätmekütuse tootmiseks, ohtlike jäätmete vastuvõtt, puidu töötlemine, inertsete jäätmete töötlemine, kompostimine ning nõrgvee puhastamine. Ettevõttes on kasutusel kvaliteedijuhtimissüsteem ISO 9001:2008 ja keskkonnajuhtimissüsteem ISO 14001:2004.

Uikala prügilasse hakati ladestama segaolmejäätmeid 2002 aastal. Prügila on kogupindalaga ca 20,53 ha, millele on kavandatud 4 ladestusala arvestusliku mahutavusega kuni 1 500 000 tonni. Valmis on ehitatud kaks ladestusala kogupindalaga 8,8 ha ja biolagunevate jäätmete kompostimisväljak pindalaga ca 1,6 ha. 2006. aastal rajati biogaasi põletamise süsteem. Praeguseks on täidetud III ladestusala ning alustatud II ladestusala täitmisega (vt kaart 2).

Prügiladestule on paigaldatud prügilagaasi kogumissüsteem. Ladestusse paigaldatud perforatsiooniga plastiktorudega kogutud gaas suunatakse reguleer-kompressorjaama, millest edasi liigub gaas põletamiseks tõrvikpõletisse või rajatava konteinertüüpi koostootmisjaama sisepõlemismootoritesse elektrienergia tootmiseks (seadmetest eraldub töö käigus ka soojust, mida on võimalik ära kasutada hoonete kütmiseks. Soojusenergia kasutamiseks rajatakse Uikala prügilas soojustrass kontorihooneni, olmehooneni, garaaži ja jäätmete sorteerimise angaarini).

ÜLESSEATUD TOOTMISVÕIMSUSED, AASTATOODANGU MAHT

Ladestusalale kogutud prügi orgaanilise aine lagunemisprotsesside tulemusena tekib prügilagaas, mille põhikomponentideks on süsihappegaas (CO₂) ja metaan (CH₄), kusjuures metaani sisaldus jääb suurusjärku 50...55 %. Samuti sisaldavad gaasid vähemal määral väävelvesinikku ja jälgedena, 10...100 mg/m³, mitmesuguseid (üle 100 nimetuse) lenduvaid orgaanilisi ühendeid.

2012. a koostatud kalkulatsioonide kohaselt saavutab Uikala prügila maksimaalse gaasi tootlikkuse aastaks 2023¹, kui prügilagaasi kogutakse praegu kasutuses olevalt II ja III ladestusalalt. 2014 ja 2015 aastal arvutuslik prügilagaasi teke on vastavalt 157 Nm³/h ja 160 Nm³/h, maksimaalne teoreetiline prügilagaasi teke oleks ca 174 Nm³/h ehk ca 1 520 tuhat Nm³/a, millest õnnestub koguda ja põletamisele suunata ligikaudu 75 % ehk 130 Nm³/h (ca 1 139 tuhat Nm³/aastas). Käesolevas

¹ Van Der Wiel „Landfill Gas Quantity Calculation“ Uikala Prügila, oktoober 2012

LHK projektis on välisõhu saastekoormuste arvutamisel võetud aluseks maksimaalsed prügilagaasi tekke ja põletamisele suunatavad kogused

Kogutud prügilagaasi peamiseks põletusseadmeteks on planeeritud kaks *2G Energietechnik GmbH* poolt valmistatud **Filius® 206 elektri- ja soojusenergia konteinertüüpi koostootmisjaama**². *2G Energietechnik GmbH* poolt valmistatud á 150 kW elektrilise võimsusega generaator on koos vajamineva varustusega, sh seadmete automaatika, õlitusseadmed, mootori jahutusseadmed jms, koondatud tootja poolt ühte konteinerisse. Prügilasse paigaldatakse kaks identset koostootmisjaama konteinerit. Mõlemad konteinerid on tootja poolt varustatud eraldiseisvate standardsete heitgaaside korstnaga. Koostootmisjaama tööd juhib arvuti ja seadmete seiskumise korral edastatakse arvuti poolt automaatselt vastavasisuline informatsioon üle interneti ka tootja hoolduskeskusesse Saksamaal. Kuna mõlemad sisepõlemismootorid, nendega seotud seadmestik ja heitgaaside korstnad on identsed ning seadmed paigutatakse kõrvuti, vaadeldakse käesolevas töös edaspidi neid kui ühte tervikseadet ning kahte eraldi installeeritud heitgaaside korstent kui koondallikat.

Koostootmisjaama summaarne elektrienergia tootmisvõimsus küündib 300 kW (2*150 kW) ning võimalik summaarne soojuslik võimsus on kuni 358 kW (2*179 kW). Koostootmisjaama töötundideks aastas on arvestuslikult kuni 8000 tundi.

Tootja andmetel on sisepõlemismootorite heitgaasides tagatud lämmastikoksiidide (NO_x) kontsentratsioon < 500 mg/Nm³ ning süsinikoksiidi (CO) kontsentratsioon < 1 000 mg/Nm³.

Suitsugaaside täiendavat puhastamist ega jahutamist ei toimu. Suitsugaasides sisalduvate heitgaaside optimaalne tase tagatakse mootorite tööd juhtiva automaatikaga. Sisepõlemismootoritest tekkinud suitsugaasid juhatakse välisõhku läbi kahe vertikaalse suitsutoru ava läbimõõduga á 0,125 m (koondallika arvutuslik suudmediameeter 0,18 m) ja kõrgusega maapinnast 10,2 m (tähistatud koondallikas SA-1). Elektrijaama töö on automatiseeritud ja see ei vaja pidevat järelvalvet. Elektrijaamas mõõdetakse prügilagaasi kulu ja väljastatavat elektri kogust. Sisepõlemismootori elektriline efektiivsus kuni 38,2 % ja soojuslik efektiivsus kuni 45,6 % (summaarselt kuni 83,8 %).

Lisaks koostootmisjaamale on prügilagaasi võimalik suunata ka põletamisele tõrvikpõletisse, mille maksimaalne soojusvõimsus on sisseantava kütuse järgi 0,725 MW. Tegemist on peamiselt varuvariandiga, kui koostootmisjaama sisepõlemismootorid ei tööta (nt koostootmisjaama hooldustööd või avariid). Kui kogutava prügilagaasi maht peaks osutuma mõnevõrra suuremaks kui 130 Nm³/h, tuleb sisepõlemismootoritest üle jääv prügilagaas suunata tõrvikpõletisse (st teoreetiliselt võib esineda olukordi kui mootorid ja tõrvikpõleti võivad sel juhul töötada üheaegselt). Kui lähiaastatel näitavad mõõtmisandmed prognoositust

² Filius® 206 elektri- ja koostootmisjaama tehniline kirjeldus:
<http://www.eko-star.eu/doc/2G-filius206.pdf>

olulisemalt suuremat gaasiteket, tuleb elektrijaama lisada täiendav gaasimootor ja hinnata ka tõrvikpõleti võimsuse suurendamise vajadust. Mõlemal juhul tuleb täiendada LHK projekti ja teha kompleksloasse muudatused.

TAVAPÄRANE TÖÖAEG

Koostootmisjaama aastaseks tööajaks on planeeritud kuni 8000 tundi. Üldjuhul, kui vähemalt üks sisepõlemismootor on välja lülitatud, töötab tõrvikpõleti. Nii tõrvikpõleti kui ka sisepõlemismootori lülitab sisse-välja kontrollautomaatika.

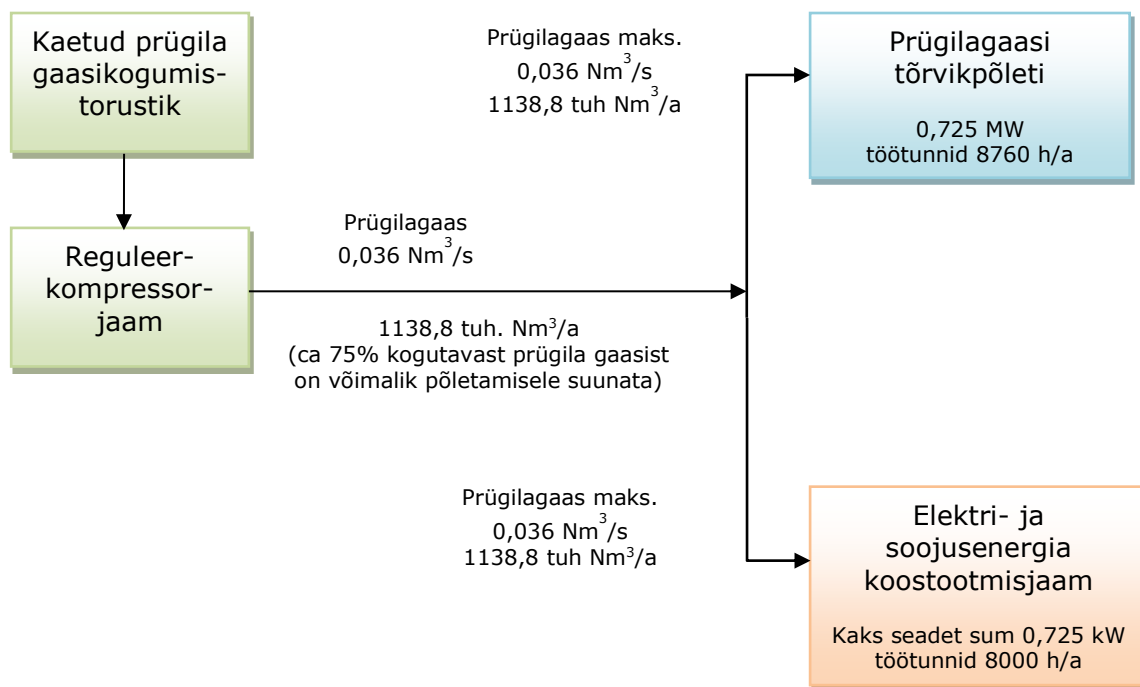
Mõlemad seadmed võivad töötada ööpäevaringses režiimis. LHK projektis on tõrvikpõleti arvestuslikuks tööajaks võetud 8760 tundi aastas. Põleti tegelik kasutus sõltub koostootmisjaama tööajast, samuti prügilagaasi tekke intensiivsusest. Normaalolukorras ja elektrijaama piisava võimsuse olemasolul ei tööta tõrvikpõleti ega koostootmisjaam samaaegselt. Samas ei ole välistatud teoreetiline olukord, kus mõlemad saasteallikad töötavad üheaegselt (nt ajutine prügilagaasi tekke kasv). Saasteallikate koosmõju on kirjeldatud LHK projekti ptk 10.

TEHNOLOOGIAPROTSESSIDE KIRJELDUS, ULATUS JA KESTUS

Prügilagaasi kogumiseks on Uikala prügilas väljaehitatud prügila ladestusalades II ja III tekkiva biogaasi kogumissüsteem. Biogaasi kogumise süsteem koosneb gaasikogumis- ning ühendustorudest. Rajatud gaasikogumistorustik on dimensioneeritud ca 40 000 m³ prügilagaasi kogumiseks³. Kompressor tekitab kogumistorudesse alarõhu ja imeb jaama kogumisossa prügiladestusse paigaldatud perforeeritud torudest prügilagaasi. Edasi juhitakse gaas läbi reguleersõlme, millega reguleeritakse gaasi kogust ja CH₄ kontsentratsiooni. Kompressorjaamas mahutitest tulev gaas puhastatakse ja eemaldatakse kondensaat ning seejärel suunatakse koostootmisjaama või tõrvikpõletisse.

³ AS Uikala prügila toodetavast prügilagaasist energia tootmise olustik, ICP Solutions OÜ, 2012

TEHNOLOOGIAPROTSESSI PLOKK-SKEEMID KOOS AINEVOOGUDE JA MUU ASJAKOHASE INFORMATSIOONIGA



Joonis 2 Tehnoloogiaprotsessi plokk-skeem.

4. SAASTEALLIKAD JA SAASTEAINETE AASTA JA HETKELISED HEITKOGUSED TEGEVUSALADE KAUPA

Uikala prügila välisõhu saasteallikateks on koostootmisjaama sisepõlemismootori heitgaaside väljalaskeava ja tõrvikpõleti. Samas tuleb arvestada, et mitte kõike tekkivat prügilagaasi (ca 1 520 tuhat Nm³/a) ei õnnestu koguda ja suunata põletamisele. Arvestuslikult õnnestub koguda ja põletamisele suunata ligikaudu 75 % kogu prügilas tekkinud gaasi kogusest, ülejäänud eraldub välisõhku hajusheitega.

Prügilagaasist ca 55 mahu% moodustab metaan. AP-42 andmetel on lisaks metaanile ja süsihappegaasile prügilagaasi koostises hapnikku (kuni 4 mahu%), lämmastikku (kuni 5 mahu%), muid lenduvaid orgaanilisi ühendeid (keskmiselt 0,4 mahu%). Väävelvesiniku sisalduse vaikeväärtus prügilagaasis on AP-42 meetodika järgi 32 ppm ehk ca 50 mg/m³, gaasimootori SO₂ heitele vastava väävelvesiniku sisaldus oleks arvestades SO₂ eriheite ja gaasimootoris põletamiseks suunatava prügilagaasi kogust ca 200 mg/m³ ehk ca 0,013 mahu%. Väävelvesiniku ja ühtlasi ka tõrvikpõletist SO₂ heitkoguste arvutamisel kasutatakse edaspidi kõrgemat H₂S sisalduse väärtust 200 mg/m³.

Prügilagaasi koguse mõõtmiseks on igale kogumistorule paigaldatud rotameeter. Gaasi koostist mõõdetakse üldiselt kord nädalas kõikides kogumistorudes. Prügilagaasi koostise mõõtmiseks kasutatakse analüsaatorit SR2-DOP, millega registreeritakse prügilagaasis metaani (CH₄), süsinikdioksiidi (CO₂) ja hapniku (O₂) sisaldust. 2013 aastal läbiviidud koostise mõõtmised näitasid, et prügilagaasi korrigeeritud keskmine (arvestatud, et prügilagaasi koostise mõõtmisel võib toimuda teatud määral lahjenemine välisõhuga) metaanisaldus oli 50,38 % (mõõtmise üksikväärtused olid vahemikus 48,5-52,5 %) ja CO₂ sisaldus 42,13 % (üksikväärtuste vahemik 40,5-44 %) ja hapniku sisaldus 2,2 % (seiretulemuste järgi vahemikus 1-3,5 mahu%).

Andmed saasteallikate ja saasteainete aasta ja hetkeliste heitkoguste, saasteallikate prognoositava tööajalise dünaamika ning saasteallikate prognoositava tööaja kohta on esitatud LHK projekti lisas LHK projekti koostamise aluseks oleva määruse lisas antud vormide kohaselt.

Soojusenergeetika põhialustest⁴ on teada, et gaaskütuse kütteväärtus sõltub selle põlevate komponentide sisaldusest ja põlemissoojusest. Nii maagaasil kui ka prügilagaasil on peamiseks põlevaks komponendiks metaan, teiste põlevainete, sh jälgedena esinevate väävliühendite sisaldus ei mõjuta kütteväärtust oluliselt⁵.

⁴Näiteks <http://www.vk.edu.ee/uliopilastele/Materials/RDPR/RDPR61/Soojusgeneraatorid/Loeng%201%20Kutus.pdf>

⁵<http://texasiof.ceer.utexas.edu/PDF/Reports/FINAL%208%2019%20Landfill%20Gas%20Feasibility%20Analysis.pdf>

Eesti Gaasi andmetel⁶ oli 2014. a. novembris CH₄ sisaldus 96,614 mahu%, muid süsivesinikke 2,516 mahu%, mittepõlevaid komponente oli 0,87 mahu% (N₂ ja CO₂), gaasi alumine kütteväärtus oli 34,04 MJ/m³. Eeldades, et prügilagaasi kütteväärtuse määrab ära metaanisaldus (metaani sisaldus jääb suurusjärku 50...55 %), on prügilagaasi kütteväärtus leitav maagaasi kütteväärtuse põhjal:

$$Q_{\text{prügilagaas}} = \frac{Q_{\text{maagaas}} \times CH_4\%_{\text{prügilagaas}}}{100\%} = \frac{34,04 \times 55}{100} = 18,72 \text{ MJ/m}^3$$

Prügilagaasi kütteväärtuse leidmisel MJ/Nm³ kasutame järgmist valemit:

$$Q_{\text{prügilagaas}} [\text{MJ/Nm}^3] = 18,72 \text{ MJ/m}^3 \times \frac{293 \text{ K}}{273 \text{ K}} = 20,09 \text{ MJ/Nm}^3$$

Kuna saasteainete aastased heitkogused sõltuvad otseselt kompressorjaama tööajast, on maksimaalsete aastaste heitkoguste leidmisel aluseks võetud kogutava prügilagaasi kogus 130 Nm³/h ning leitud vastavalt tõrvikpõleti ja sisepõlemismootori töötundide järgi maksimaalne aastane kütusekulu saasteallika kohta.

4.1. TÕRVIKPÕLETI SAASTEAINETE HEITKOGUSED

Tõrvikpõletis prügilagaasi põletamisel tekkivate saasteainete heitkogused on leitud vastavalt keskkonnaministri 02.08.04 määrusele nr 99 "Põletusseadmetest välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste määramise kord ja määramismeetodid" (RTL 2004, 108, 1724), kasutades maagaasi heitetegureid. Samuti leiti saasteainete heitkogused kütusekogusele, mis jääb tõrvikpõletis põletamata.

Tõrvikpõletis prügilagaasi põletamisel välisõhku sattuvate saasteainete eriheide ruumalaühiku kohta on leitud alljärgnevalt. Kütuse kuivaine stöhhiomeetrilisel põlemisel eraldub 0,25 Nm³/MJ kuivi suitsugaase, mille korrutamisel põleti soojusvõimsusega on võimalik leida suitsugaaside mahtkiirus Nm³/s:

$$Vk_1 = 0,25 \text{ Nm}^3/\text{MJ} \times 0,725 \text{ MWth} = 0,181 \text{ Nm}^3/\text{s}$$

⁶ <http://www.egvorguteenus.ee/wp-content/uploads/2014/12/Maagaasi-kvaliteeditunnistus-november-2014.pdf>; kvaliteedi-sertifikaadil on maagaasi koostis ja parameetrid antud temperatuuril 20°C ja absoluutsel rõhul 101,325 kPa

Saasteainete sisaldus suitsugaaside mahuühiku kohta normeeritakse põletusseadmetel 3 % hapnikusisaldusele, millele vastab liigõhutegur 1,17:

$$Vk_2 = 0,181 \text{ Nm}^3/\text{s} \times 1,17 = 0,212 \text{ Nm}^3/\text{s}$$

Seega on saasteainete eriheitmed mg/Nm^3 on leitava järgneva valemiga:

$$c_i[\text{mg}/\text{Nm}^3] = \frac{M_{pi} [\text{g}/\text{s}]}{0,212 \text{ Nm}^3/\text{s}} \times 1000,$$

kus M_{pi} tähistab konkreetse saasteaine hetkelist heitkogust g/s .

Keskkonnamõjude hinnangu aruande⁷ andmetel on tõrvikpõleti korstna suudme läbimõõt 0,4 m ja väljuvate suitsugaaside temperatuur tõrvikpõletis 500°C, millele vastab suitsugaaside mahtkiirus:

$$V_1 = \frac{0,212 \text{ Nm}^3/\text{s} \times (273 \text{ K} + 500^\circ\text{C})}{273 \text{ K}} = 0,60 \text{ m}^3/\text{s}$$

ja joonkiirus:

$$w_0 = \frac{0,60 \text{ m}^3/\text{s} \times 4}{\pi \times 0,4^2 \text{ m}} = 4,77 \text{ m}/\text{s}$$

Tõrvikpõletisse aastas põletamisele suunatava prügilagaasi kogus on leitav tõrvikpõleti töötundide ja prügilagaasi maksimaalse tunni koguse järgi:

$$B_0 = 130 \text{ Nm}^3/\text{h} \times 8760 \text{ h} = 1138,8 \text{ tuh Nm}^3/\text{a}$$

Tõrvikpõleti efektiivsus on vähemalt 90 %, st kuni 10 % prügilagaasist jääb tõrvikpõletis põlemata:

$$B_{\text{heide tõrvik}} = 1138,8 \text{ tuh Nm}^3/\text{a} \times 0,1 = 113,88 \text{ tuh Nm}^3/\text{a}$$

Seega satub põlemata jääva gaasiga tõrvikpõleti kaudu atmosfääri ka metaani, muid lenduvaid orgaanilisi ühendeid (NMVOC) ja väävelvesinikku. Järgnevalt on leitud nende ainete heide iga aine või ainerühma jaoks (võetakse selle eeldatavalt maksimaalne sisaldus arvestamata, millised olid eeldused teiste saasteainete puhul).

⁷ Uikala prügila keskkonnamõju hindamine. Aruanne. OÜ Alkranel. 2007 Tartu

A) PÕLETAMATA JÄÄVA PRÜGILAGAASI HEITKOGUSED TÕRVIKPÕLETIST

Saasteainete mass leitakse gaasi molaarruumala põhjal – normaal-tingimustel on 1 mooli gaasi maht 22,4 liitrit (1 kmol maht 22,4 m³). Prügilagaasi põlemata komponentide hetkeline heitkogus on leitud põleti maksimaalse võimaliku tööaja järgi.

Metaani heide tõrvikpõletist

Metaan moodustab põletamata prügilagaasist ligikaudu 55 mahu%, molaarmass on 16 kg/kmol:

$$V_{CH_4 \text{ tõrvik}} = 113,88 \text{ tuh Nm}^3/a \times 0,55 = 62634 \text{ Nm}^3/a$$

$$M_{CH_4 \text{ tõrvik}} = \frac{62634 \text{ Nm}^3/a}{22,4 \text{ Nm}^3/\text{kmol}} = 2796,161 \text{ kmol/a} \times 16 \text{ kg/kmol} = 44738,576 \text{ kg/a} \\ \approx 44,739 \text{ t/a}$$

Metaani hetkheide

$$M_{pCH_4 \text{ tõrvik}} = \frac{44,739 \text{ t/a}}{8760 \text{ h} \times 3600 \text{ s}} \times 10^6 = 1,419 \text{ g/s}$$

Metaani eriheide

$$c_{CH_4 \text{ tõrvik}} = \frac{1,419 \text{ g/s}}{0,212 \text{ Nm}^3/s} \times 1000 = 6693,396 \text{ mg/Nm}^3$$

Väävelvesiniku heide

H₂S moodustab kuni 0,013 mahu% ehk ca 200 mg/m³, molaarmass on 34 kg/kmol:

$$V_{H_2S \text{ tõrvik}} = 113,88 \text{ tuh Nm}^3/a \times 0,00013 = 14,804 \text{ Nm}^3/a$$

$$M_{H_2S \text{ tõrvik}} = \frac{14,804 \text{ Nm}^3/a}{22,4 \text{ Nm}^3/\text{kmol}} = 0,661 \text{ kmol/a} \times 34 \text{ kg/kmol} = 22,474 \text{ kg/a} \approx 0,022 \text{ t/a}$$

Väävelvesiniku hetkheide:

$$M_{pH_2S \text{ tõrvik}} = \frac{0,022 \text{ t/a}}{8760 \text{ h} \times 3600 \text{ s}} \times 10^6 = 0,001 \text{ g/s}$$

Väävelvesiniku eriheide

$$c_{H_2S \text{ tõrvik}} = \frac{0,001 \text{ g/s}}{0,212 \text{ Nm}^3/\text{s}} \times 1000 = 4,717 \text{ mg/Nm}^3$$

Muude lenduvate orgaaniliste ühendite (NMVOC) heide

AP-42 mudeli *LandGEM* järgi on prügilagaasis NMVOC summaarne sisaldus keskmiselt 0,4 mahu% (programmi vaikeväärtus):

$$V_{NMVOC \text{ tõrvik}} = 113,88 \text{ tuh Nm}^3/\text{a} \times 0,004 = 455,520 \text{ Nm}^3/\text{a}$$

Mahuühikutelt massiühikutelt üleminekuks kasutame KMH aruandes ptk 4.2 toodud modelleerimistulemusel saadud NMVOC maksimaalseid väärtuseid 193,9 t/a ja 50 407 Nm³/a:

$$M_{NMVOC \text{ tõrvik}} = 455,520 \text{ Nm}^3/\text{a} \times \frac{193,9 \text{ t/a}}{50\,407 \text{ Nm}^3/\text{a}} = 1,752 \text{ t/a}$$

NMVOC hetkheide:

$$M_{pNMVOC \text{ tõrvik}} = \frac{1,752 \text{ t/a}}{8760 \text{ h} \times 3600 \text{ s}} \times 10^6 = 0,056 \text{ g/s}$$

NMVOC eriheide:

$$c_{NMVOC \text{ tõrvik}} = \frac{0,056 \text{ g/s}}{0,212 \text{ Nm}^3/\text{s}} \times 1000 = 264,151 \text{ mg/Nm}^3$$

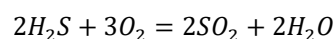
B) PRÜGILAGAASI PÕLETAMISEL TEKKIVAD HEITKOGUSED TÕRVIKPÕLETIST

Tõrvikpõletis põletatava prügilagaasi kogus:

$$B_{\text{tõrvik}} = 1138,8 \text{ tuh Nm}^3/\text{a} \times 0,9 = 1024,92 \text{ tuh Nm}^3/\text{a}$$

Vääveldioksiidi heide

Põhiosa prügilagaasis olevast väävelvesinikust muundub tõrvikpõletis põlemisel vääveldioksiidiks (SO₂ molaarmass on 64 g/mol):



Aastases põletatavas prügilagaasi on H₂S kokku:

$$V_{H_2S \text{ enne tõrvikut}} = 1024,92 \text{ tuh Nm}^3/a \times 0,00013 = 133,24 \text{ Nm}^3/a$$

Väävelvesiniku kogus prügilagaasis enne tõrvikpõletit:

$$M_{H_2S \text{ tõrvikenne tõrvikut}} = \frac{133,24 \text{ Nm}^3/a}{22,4 \text{ Nm}^3/\text{kmol}} = 5,948 \text{ kmol}/a \times 34 \text{ kg}/\text{kmol} = 202,232 \text{ kg}/a \\ \approx 0,202 \text{ t}/a$$

Reaktsioonivõrrandis järgi tekib 1 molekulist väävelvesinikust 1 molekul vääveldioksiidi:

$$M_{SO_2 \text{ tõrvik}} = 5,948 \text{ kmol}/a \times 64 \text{ kg}/\text{kmol} = 380,672 \text{ kg}/a \approx 0,381 \text{ t}/a$$

Vääveldioksiidi hetkheide:

$$M_{pSO_2 \text{ tõrvik}} = \frac{0,381 \text{ t}/a}{8760 \text{ h} \times 3600 \text{ s}} \times 10^6 = 0,012 \text{ g}/s$$

Vääveldioksiidi eriheide

$$c_{SO_2 \text{ tõrvik}} = \frac{0,012 \text{ g}/s}{00,212 \text{ Nm}^3/s} \times 1000 = 36,254 \text{ mg}/\text{Nm}^3$$

Lämmastikoksiidide, süsinikoksiidi ja lenduvate orgaaniliste ühendite heide

Tõrvikpõletis kasutatava prügilagaasi kogus soojusühikutes:

$$B_1 \text{ tõrvik} = 1024,92 \text{ tuh Nm}^3/a \times 20,09 \text{ MJ}/\text{m}^3 = 20590,643 \text{ GJ}/a$$

Tõrvikpõleti võimsus sisseantava kütusekoguse põhjal:

$$P_{\text{tõrviku põleti}} = \frac{130 \text{ Nm}^3/h}{3600 \text{ s}/h} \times 20,09 \text{ MJ}/\text{Nm}^3 = 0,725 \text{ MW}_{th}$$

Tõrvikpõletis prügilagaasi põletamisel tekkivate lämmastikoksiidide, süsinikoksiidi ja lenduvate orgaaniliste ühendite heitkoguste leidmisel on kasutatud keskkonnaministri 02.08.2004 a määruse nr 99 metoodikas esitatud maagaasi saasteainete eriheite väärtused: CO ja NO₂ 60 g/GJ, põlemisel tekkivad lenduvad orgaanilised ühendid (Voc-com) 4 g/GJ.

Lämmastikdioksiidi, süsinikoksiidi ja lenduvate orgaaniliste ühendite heitkogused prügilagaasi põletamisel tõrvikpõletis:

$$M_{NO_2,CO} \text{ tõrvik} = 20590,643 \text{ GJ/a} \times 60 \text{ g/GJ} \times 10^{-6} = 1,235 \text{ t/a}$$

$$M_{NMVOC} \text{ tõrvik gaasi põletamisel} = 20590,643 \text{ GJ/a} \times 4 \text{ g/GJ} \times 10^{-6} = 0,082 \text{ t/a}$$

Saasteainete hetkeline heitkogus prügilagaasi põletamisel tõrvikpõletis:

$$M_p \text{ } NO_2,CO \text{ tõrvik} = 0,725 \text{ MW}_{th} \times 60 \text{ g/GJ} \times 10^{-3} = 0,044 \text{ g/s}$$

$$M_p \text{ } NMVOC \text{ tõrvik gaasi põletamisel} = 0,725 \text{ MW}_{th} \times 4 \text{ g/GJ} \times 10^{-3} = 0,003 \text{ g/s}$$

Lämmastikdioksiidi, süsinikoksiidi ja lenduvate orgaaniliste ühendite eriheited prügilagaasi põletamisel tõrvikpõletis:

$$c_{NO_2,CO} \text{ tõrvik} = \frac{0,044 \text{ g/s}}{0,212 \text{ Nm}^3/\text{s}} \times 1000 = 132,931 \text{ mg/Nm}^3$$

$$c_{NMVOC} \text{ tõrvik gaasi põletamisel} = \frac{0,003 \text{ g/s}}{0,212 \text{ Nm}^3/\text{s}} \times 1000 = 9,063 \text{ mg/Nm}^3$$

Summaarne LOÜ heide koos põletamisega 0,059 g/s (1,834 t/a) ja eriheide 273,214 mg/Nm³.

Süsinikdioksiidi heide

Prügilagaasi põletamisel tõrvikpõletis tekkiva süsinikdioksiidi heitkogused on leitud vastavalt keskkonnaministri 16.07.2004 a määruses nr. 94 esitatud metoodikale. Arvutamisel kasutatakse maagaasi parameetreid: $q_c = 15,3 \text{ tC/TJ}$, $k_c = 0,995$.

$$M_{CO_2} \text{ tõrvik gaasi põletamisel} = 1024,92 \text{ Nm}^3/\text{a} \times 20,09 \text{ MJ/Nm}^3 \times \\ \times 15,3 \text{ tC/TJ} \times 0,995 \times \frac{44}{12 \times 10^6} = 1149,359 \text{ t/a}$$

Tõrvikpõleti kaudu satub atmosfääri ka prügilagaasis sisalduv CO₂ (molaarmass 44 g/mol). Prügila seireandmetel prügilagaasis CO₂ sisaldus kuni 38 %, mis tõrvikpõletisse suunatavast gaasi kogusest 1138,8 tuh Nm³/a moodustab CO₂ heite:

$$M_{CO_2} \text{ tõrvik gaasis sisalduv} = 1138800 \text{ Nm}^3/\text{a} \times 0,38 = \frac{432744 \text{ Nm}^3/\text{a}}{22,4 \text{ Nm}^3/\text{kmol}} = \\ = 19318,929 \text{ kmol/a} \times \frac{44 \text{ g/mol}}{1000} = 850,033 \text{ t/a}$$

Ajas tõenäoliselt väheneb metaani osakaal prügilagaasis ja suureneb CO₂ osakaal. Seega on halvima juhuna eeldatud, et maksimaalne CO₂ heide tekib, kui praeguses prügilagaasi koguses 1051,2 tuh nm³/a on CO₂ osakaal kuni 50 mahu% (arvestatud nn halvimat olukorda, reaalne sisaldus on väiksem):

$$M_{CO_2 \text{ tõrvik gaasis sisalduv}} = 1138800 \text{ Nm}^3/\text{a} \times 0,5 = \frac{569400 \text{ Nm}^3/\text{a}}{22,4 \text{ Nm}^3/\text{kmol}} =$$

$$= 25419,643 \text{ kmol/a} \times \frac{44 \text{ g/mol}}{1000} = 1118,464 \text{ t/a}$$

CO₂ summaarne heide tõrvikust on 1149,359 t/a + 1118,464 t/a = 2267,823 t/a. Süsihappegaasi jaoks hetkelisi heitkoguseid ei arvestata.

4.2. KOOSTOOTMISJAAMA SISEPÕLEMISMOOTORID (2*150 KW)

Elektrijaama gaasimootoris on põlemisprotsessis tekkivate saasteainete heitkoguse määramiseks on kasutatud keskkonnaministeeriumiga kooskõlastatud saasteainete heitkoguste arvutusliku määramise metoodikat (keskkonnaministeeriumi kiri 14.12.2010, nr 12-3/8939-2). Kinnitatud metoodika alusel kasutatakse saasteainete heitkoguste leidmisel tabelis 4.1 esitatud saasteainete eriheitmeid. Heitmete piirväärtused on normeeritud normaaltingimustel, kus kuivade suitsugaaside hapniku sisaldus on 5%. Elektriijaama gaasimootori eeldatav töötundide arv aasta 8000 h/a.

Tabel 4.1 Gaasimootoris prügilagaasi kasutamisel välisõhku eralduvate saasteainete eriheitmed ja saasteaine sisaldus suitsugaasides

Saasteaine	Eriheide (g/GJ)	Saasteaine arvutuslik sisaldus suitsugaasides 5 % O ₂ sisaldusel (mg/Nm ³)
NO _x	167	500
CO	469	1400
VOCsum	-	1000
NM VOC (ilma metaanita)	25	75
SO ₂	19	-
Metaan	-	925

Ettevõttelt saadud informatsiooni põhjal ning rajatava koostootmisjaama tehnilistel andmetel on ühe sise põlemismootori põletusgaaside heitava suudme läbimõõt 0,125 m, ava kõrgus 10,2 m, väljuvate suitsugaaside temperatuur 180°C. Kuna kaks seadet asuvad kõrvuti vaadeldakse mõlema seadme suitsugaaside heitava koondallikana, mille arvutuslik suudme diameeter oleks 0,18 m ja suitsugaaside mahtkiirus 0,17 m³/s ja joonkiirus 9,62 m/s.

Suitsugaaside eriheitmed on leitavad sarnaselt tõrvikpõletiga, arvutades esmalt välja suitsugaaside mahtkiiruse Nm^3/s . Tootja andmete järgi on kuivade suitsugaaside maht pärast turbiini 524°C juures $514 \text{ m}^3/\text{h}$ (kahe seadme kohta $1028 \text{ m}^3/\text{h}$ ehk $0,286 \text{ m}^3/\text{s}$). Sellest lähtuvalt on suitsugaaside mahtkiirus:

$$V_{k_2 \text{ sisepõlemismootor}} = \frac{0,286 \text{ m}^3/\text{s} \times 273 \text{ K}}{(273 \text{ K} + 524^\circ\text{C})} = 0,10 \text{ Nm}^3/\text{s}$$

Saasteainete eriheitmed mg/Nm^3 on gaasimootori saasteainetele leitava valemiga:

$$c_i [\text{mg}/\text{Nm}^3] = \frac{M_{pi} [\text{g}/\text{s}]}{0,10 \text{ Nm}^3/\text{s}} \times 1000,$$

kus M_{pi} tähistab konkreetse saasteaine hetkelist heitkogust g/s .

Sisepõlemismootorisse aastas põletamisele suunatava prügilagaasi kogus on leitav gaasimootori töötundide ja prügilagaasi maksimaalse tunni koguse järgi:

$$B_0 = 130 \text{ Nm}^3/\text{h} \times 8000 \text{ h} = 1040 \text{ tuh Nm}^3/\text{a}$$

Sisepõlemismootoris kasutatava prügilagaasi kogus soojusühikutes:

$$B_1 \text{ sisepõlemismootor} = 1040 \text{ tuh Nm}^3/\text{a} \times 20,09 \text{ MJ}/\text{m}^3 = 20893,6 \text{ GJ}/\text{a}$$

Sisepõlemismootori võimsus sisseantava kütusekoguse põhjal:

$$P_{\text{sisepõlemismootor}} = \frac{130 \text{ Nm}^3/\text{h}}{3600 \text{ s}/\text{h}} \times 20,09 \text{ MJ}/\text{Nm}^3 = 0,725 \text{ MW}_{th}$$

Vääveldioksiidi heide

Vääveldioksiidi heitkogused ja eriheide prügilagaasi põletamisel gaasimootoris

$$M_{SO_2 \text{ sisepõlemismootor}} = 20893,6 \text{ GJ}/\text{a} \times 19 \text{ g}/\text{GJ} \times 10^{-6} = 0,397 \text{ t}/\text{a}$$

$$M_{p \text{ SO}_2 \text{ sisepõlemismootor}} = 0,725 \text{ MW}_{th} \times 19 \text{ g}/\text{GJ} \times 10^{-3} = 0,014 \text{ g}/\text{s}$$

$$c_{SO_2 \text{ sisepõlemismootor}} = \frac{0,014 \text{ g}/\text{s}}{0,10 \text{ Nm}^3/\text{s}} \times 1000 = 140 \text{ mg}/\text{Nm}^3$$

Lämmastikoksiidi heide

Lämmastikdioksiidi heitkogused ja eriheidet prügilagaasi põletamisel gaasimootoris

$$M_{NO_2 \text{ sisepõlemismootor}} = 20893,6 \text{ GJ}/\text{a} \times 167 \text{ g}/\text{GJ} \times 10^{-6} = 3,489 \text{ t}/\text{a}$$

$$M_{p \text{ NO}_2 \text{ sisepõlemismootor}} = 0,725 \text{ MW}_{th} \times 167 \text{ g}/\text{GJ} \times 10^{-3} = 0,121 \text{ g}/\text{s}$$

Tootja andmetel on tagatud seadme lämmastikoksiidide kontsentratsioon heitgaaside mitte üle 500 mg/Nm³.

Süsinikoksiidi heide

Süsinikoksiidi heitkogused ja eriheited prügilagaasi põletamisel gaasimootoris

$$M_{CO \text{ sise põlemismootor}} = 20893,6 \text{ GJ/a} \times 469 \text{ g/GJ} \times 10^{-6} = 9,799 \text{ t/a}$$

$$M_{pCO \text{ sise põlemismootor}} = 0,725 \text{ MW}_{th} \times 469 \text{ g/GJ} \times 10^{-3} = 0,340 \text{ g/s}$$

Tootja andmetel on tagatud seadme süsinikoksiidide kontsentratsioon heitgaaside mitte üle 1 000 mg/Nm³.

Lenduvate orgaaniliste ühendite heide (ilma metaanita)

Lenduvate orgaaniliste ühendite (ilma metaanita) heitkogused ja eriheited prügilagaasi põletamisel gaasimootoris

$$M_{NMVOC \text{ sise põlemismootor}} = 20893,6 \text{ GJ/a} \times 25 \text{ g/GJ} \times 10^{-6} = 0,522 \text{ t/a}$$

$$M_{p \text{ NMVOC sise põlemismootor}} = 0,725 \text{ MW}_{th} \times 25 \text{ g/GJ} \times 10^{-3} = 0,018 \text{ g/s}$$

$$C_{NMVOC \text{ sise põlemismootor}} = \frac{0,018 \text{ g/s}}{0,10 \text{ Nm}^3/\text{s}} \times 1000 = 180 \text{ mg/Nm}^3$$

Metaani heide gaasimootori põletist

Metaani hinnanguline heitkogus on leitav suhtarvuna läbi NMVOC eriheite piirväärtuse ja arvutatud eriheite. NMVOC piirväärtus moodustab lenduvate orgaaniliste ühendite piirväärtusest ~7,5%. Metaani eriheide on seega:

$$C_{CH_4 \text{ sise põlemismootor}} = 180 \text{ mg/Nm}^3 \times \frac{92,5 \%}{7,5 \%} = 2220 \text{ mg/Nm}^3$$

Metaani hetkeline heitkogus:

$$M_{p \text{ CH}_4 \text{ sise põlemismootor}} = 2220 \text{ mg/Nm}^3 \times \frac{0,10 \text{ Nm}^3/\text{s}}{1000} = 0,222 \text{ g/s}$$

Gaasimootoris põletamata jäänud metaani aastane heitkogus on leitav gaasimootori töötundide järgi:

$$M_{CH_4 \text{ sise põlemismootor}} = 0,222 \text{ g/s} \times 3600 \text{ s} \times 8000 \text{ h/a} \times 10^{-6} = 6,394 \text{ t/a}$$

Summaarne LOÜ heide (metaan+NMVOC) gaasimootorist on 0,240 g/s (6,916 t/a) ja eriheide 2400 mg/Nm³.

Süsinikdioksiidi heide gaasimootorist

Prügilagaasi põletamisel gaasimootoris tekkiva süsinikdioksiidi heitkogused on leitavad sarnaselt tõrvikpõletile: $q_c = 15,3 \text{ tC/TJ}$, $k_c = 0,995$.

$$M_{CO_2 \text{ sisepõlemispõlemismootoris gaasi põletamisel}} = 1040000 \text{ Nm}^3/\text{a} \times 20,09 \text{ MJ/Nm}^3 \times \\ \times 15,3 \text{ tC/TJ} \times 0,995 \times \frac{44}{12 \times 10^6} = 1166,270 \text{ t/a}$$

Gaasimootori kaudu satub atmosfääri ka prügilagaasis sisalduv CO_2 . Kui prügilagaasi CO_2 sisaldus on 50 %, on heiteks:

$$M_{CO_2 \text{ sisepõlemispõlemismootori gaasis sisalduv}} = 1040000 \text{ Nm}^3/\text{a} \times 0,5 = \frac{520000 \text{ Nm}^3/\text{a}}{22,4 \text{ Nm}^3/\text{kmol}} = \\ = 23214,286 \text{ kmol/a} \times \frac{44 \text{ g/mol}}{1000} = 1021,429 \text{ t/a}$$

CO_2 summaarne heide gaasimootorist on $1166,270 \text{ t/a} + 1021,429 \text{ t/a} = 2187,699 \text{ t/a}$. Süsihappegaasi jaoks hetkelisi heitkoguseid ei arvestata.

4.3. HAJUSHEIDE PRÜGILAS LADESTUSALALT

Hajusa heitena lendub prügilast see osa prügilagaasist, mida ei õnnestu kokku koguda ja põletamisele suunata. Arvestades, et kokku koguda õnnestub eelduslikult 75% prügilagaasist, on moodustab hajusa heitena prügilagaasi:

$$B_{hajus} = 130 \text{ Nm}^3/\text{h} \times 8760 \text{ h} \times \frac{25\%}{75\%} = 379,6 \text{ tuh Nm}^3/\text{a}$$

Metaani hajusheide

$$V_{CH_4 \text{ hajus}} = 379,6 \text{ tuh Nm}^3/\text{a} \times 0,55 = 208780 \text{ Nm}^3/\text{a}$$

$$M_{CH_4 \text{ hajus}} = \frac{208780 \text{ Nm}^3/\text{a}}{22,4 \text{ Nm}^3/\text{kmol}} = 9320,536 \text{ kmol/a} \times 16 \text{ kg/kmol} = 149\,129 \text{ kg/a} \approx 149,129 \text{ t/a}$$

Väävelvesiniku hajusheide

$$V_{H_2S \text{ hajus}} = 379,6 \text{ tuh Nm}^3/\text{a} \times 0,00013 = 49,348 \text{ Nm}^3/\text{a}$$

$$M_{H_2S \text{ hajus}} = \frac{49,348 \text{ Nm}^3/\text{a}}{22,4 \text{ Nm}^3/\text{kmol}} = 2,203 \text{ kmol/a} \times 34 \text{ kg/kmol} = 74,902 \text{ kg/a} \approx 0,075 \text{ t/a}$$

Muude lenduvate orgaaniliste ühendite (NMVOC) heide

$$V_{NMVOC\ hajus} = 379,6 \text{ tuh Nm}^3/a \times 0,004 = 1518 \text{ Nm}^3/a$$

Mahuühikutelt massiühikutelt üleminekuks kasutame sarnaselt tõrvikpõletiga KMH aruandes ptk 4.2 toodud modelleerimistulemusel saadud NMVOC maksimaalseid väärtuseid 193,9 t/a ja 50 407 Nm³/a:

$$M_{NMVOC\ hajus} = 1518 \text{ Nm}^3/a \times \frac{193,9 \text{ t/a}}{50\,407 \text{ Nm}^3/a} = 5,839 \text{ t/a}$$

Süsinikdioksiidi hajusheide

Arvutus on tehtud halvima juhu jaoks, kui prügilagaasis on CO₂ sisaldus kuni 50 %:

$$V_{CO_2\ hajus} = 379,6 \text{ tuh Nm}^3/a \times 0,5 = 189800 \text{ Nm}^3/a$$

$$M_{CO_2\ hajus} = \frac{18900 \text{ Nm}^3/a}{22,4 \text{ Nm}^3/kmol} = 8473,214 \text{ kmol/a} \times 34 \text{ kg/kmol} = 288089 \text{ kg/a} \approx 288,089 \text{ t/a}$$

5. TEHNOLOOGIASEADMED JA SAASTEAINETE PÜÜDESEADMED

Prügila tõrvikpõletil ja koostootmisjaama sisepõlemismootori heitgaaside väljumisaval püüdeeadmed suitsugaaside puhastamiseks puuduvad. LHK projekti koostamise aluseks oleva määruse lisa 2 tabel 2 jäetakse esitamata, sest see ei ole antud käitise suhtes asjakohane.

6. SAASTEALLIKATE PROGNOOSITAVA TÖÖAJA DÜNAAMIKA PÄEVADE JA KUUDE LÕIKES

Tavaolukorras planeeritakse suunata prügilagaas põletamisele elektrijaama sisepõlemismootorisse, mille aastane töötundide arv on maksimaalselt 8000 tundi. Ülejäänud ajast (generaatori hooldus, remont jms) kasutatakse prügilagaasi põletamiseks tõrvikpõletit ehk ca 760 h/a.

Välistatud ei ole ka olukorrad, kui näiteks tehnilistel põhjustel (generaatori avarii, generaatori remondiks või uue generaatori hankimiseks ja paigaldamiseks võib kuluda esialgsest rohkem aega) ei ole pikema perioodi jooksul võimalik prügilagaasi põletamine elektrijaamas. Seega ei ole välistatud, et tõrvikpõletit tuleb prügilagaasi põletamiseks kasutada kogu aasta jooksul. Seetõttu esitatakse tööaja dünaamika määruse tabelis lähtuvalt töötundide maksimaalsest väärtusest 8760 h/a.

Saasteallikate prognoositava maksimaalse tööajalise dünaamika kohta ja saasteallikate prognoositava tööaja kohta päevade kaupa on andmed esitatud vastavalt projekti aluseks oleva määruse lisa 2 tabeli 3 ja tabeli 4 vormikohased andmed käesoleva LHK projekti lisas.

7. KÜTUSTE JA JÄÄTMETE KASUTAMINE ENERGIA TOOTMISEKS LIIKIDE KAUPA

Käitises kasutatakse energia tootmiseks ainult prügila ladestusalalt kogutud prügilagaasi. Teisi kütuseliike, sh jäätmeid energia tootmiseks ei kasutata.

Kütuse kasutamise kohta on andmed esitatud vastavalt projekti aluseks oleva määruse lisa 2 tabeli 5 vormikohased andmed käesoleva LHK projekti lisas.

8. KÜTUSTE PÕLETAMISEL VÄLISÕHKU ERALDUVATE SAASTEAINETE HEITKOGUSED

Prügilagaasi põletamisel eralduvate saasteainete aastased ja hetkelised heitkogused saasteallikate kaupa koos arvutuskäiguga on detailselt esitatud käesoleva LHK projekti ptk 4.

Kütuse põletamisel välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste andmed LHK projekti aluseks oleva määruse lisa 2 tabeli 6 vormikohased andmed on esitatud projekti lisas.

9. VÄLISÕHUS SAASTEAINETE HAJUMISE ARVUTUSTULEMUSED SAASTEALLIKATE KAUPA

Andmed saasteainete hajumisarvutuste tulemuste kohta on esitatud määruse lisa 2 tabeli 12 vormi kohaselt LHK projekti lisas. Hajumisarvutused on tehtud vastavalt keskkonnaministri määrusega 22.09.2004 nr 120 "Välisõhu saastatuse taseme määramise kord" kinnitatud arvutusmetoodikale.

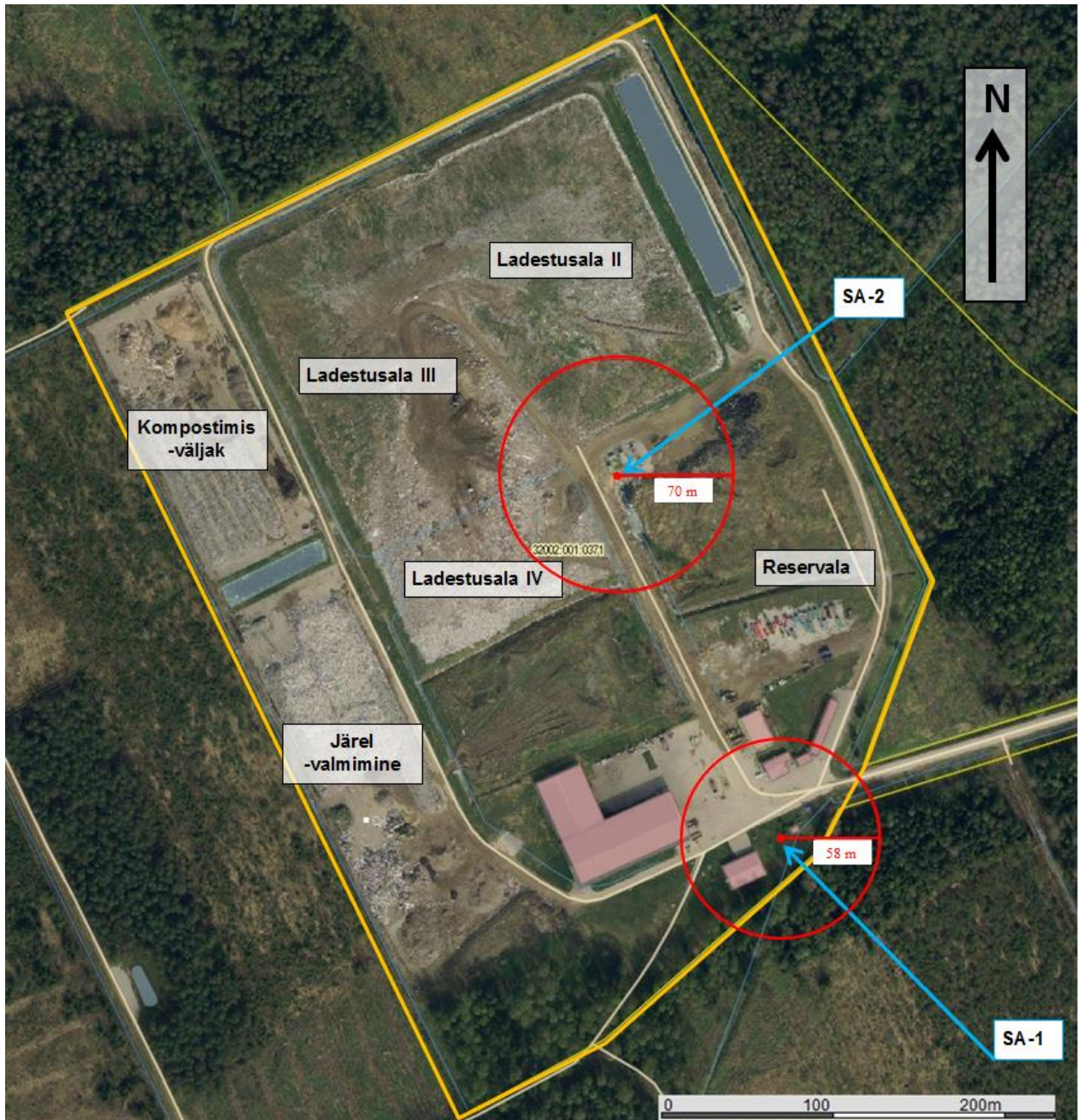
Tõrvikpõleti maksimaalkoormusel, lähtuvalt etteantud kütusekulu järgi, on suitsugaaside mahtkiirus $0,212 \text{ Nm}^3/\text{s}$. Arvestades, et leegi temperatuur on ca 1000°C , on põletist väljuvate suitsugaaside temperatuur vähemalt 500°C . Sellele vastab suitsugaaside mahtkiirus $0,60 \text{ m}^3/\text{s}$ ja joonkiirus $4,77 \text{ m/s}$. Põleti kõrgus maapinnalt on 5 m, suudme läbimõõt on 0,4 m.

Hajumisarvutuste tulemustest järeldub, et kõigi tõrvikpõletist (SA-2) lähtuvate saasteainete hajumismaksimumid tekivad 70 m kaugusel saasteallikast. Kõige suuremad suhtelised saastetasemed on LOÜdel (ilma metaanita) $0,270 \text{ SPV}_1$; metaanil $0,258 \text{ SPV}_1$ ja lämmastikoksiididel $0,20 \text{ SPV}_1$. Väävelvesiniku saastetase on $0,125 \text{ SPV}_1$, vääveldioksiidil $0,031 \text{ SPV}_1$ ja süsinikmonoksiidil $0,004 \text{ SPV}_8$.

Koostootmisjaama sisepõlemismootori suitsugaaside mahtkiirus tootja andmete järgi on pärast turbiini 524°C juures $514 \text{ m}^3/\text{h}$ (kahe seadme kohta $1028 \text{ m}^3/\text{h} = 0,286 \text{ m}^3/\text{s}$). Sellest lähtuvalt on suitsugaaside mahtkiirus saasteainete heitaval temperatuuril 180°C $0,17 \text{ m}^3/\text{s}$ ja joonkiirus $9,62 \text{ m/s}$.

Saasteallika SA-1 puhul on tegemist soojus- ja elektrienergia koostootmisjaamaga, mis koosneb kahest konteinerist. Konteinerid paigutatakse kõrvuti ning mõlemal konteineril on heitava suudme läbimõõduga 0,125 m ja kõrgusega maapinnast 10,2 m. Kuna mõlemad heitavad asuvad kõrvuti, käsitletakse käesolevas LHK projektis heitavasid ühe koondallikana (SA-1), mille arvutuslik suudme diameeter on 0,18 m.

Hajumisarvutuste tulemustest järeldub, et koostootmisjaamast (SA-1) lähtuvate saasteainete hajumismaksimumid tekivad 58 m kaugusel saasteallikast. Teostatud arvutuste alusel on kõige kõrgem saastetase lämmastikoksiididel 0,460 SPV₁ ja lenduvatel orgaanilistel ühenditel (ilma metaanita) 0,070 SPV₁. Vääveldioksiidi saastetase on 0,031SPV₁; metaanil 0,034 SPV₁ ja süsinikmonoksiidil 0,026 SPV₈. Saasteallikate maksimaalsed maalähedase kontsentratsioonide tekkimise asukohad ja maksimumi tekke isojooned on esitatud kaardil 3.



Kaart 3 (Maa-Ameti GIS portaal). Saasteallikate hajumiskaart. Maksimaalsed maalähedased kontsentratsioonid tekivad SA-1st 58 m kaugusel ning SA-2st 70 m kaugusel.

10. ÜHEL TOOTMISTERRITOORIUMIL PAIKNEVATE SAASTEALLIKATE KOOSMÕJU

Üldjuhul olukorda, kus samaaegselt töötavad elektrijaama gaasimootor ja tõrvikpõleti ei esine. Pigem on tegemist väga väikese tõenäosusega toimuva sündmusega. Seetõttu vaadeldakse kahe saasteallika koosmõju allpool pigem kui teoreetilist olukorda ja antakse hinnang, kas nende kahe saasteallika koosmõju võiks olla oluline sündmus, mida tuleks vältida.

Hajumisarvutustes järeldub, et saasteallikate maksimaalsete kontsentratsioonide piirid jäävad teineteisest ca 105 meetri kaugusele. Koosmõju hindamisel on hinnanguliseks saasteallikate saastetasemete koosmõju alaks valitud saasteainete saastetasemete teoreetiline kokkupuute ala, mis jääb koostootmisjaama sisepõlemismootorist ca 110,5 m kaugusele põhja-loode suunas ja tõrvikpõletist 120,5 meetri kaugusele lõuna-kagu suunas.

Iga saasteaine hajumiskontsentratsioon q punktis X on leitud keskkonnaministri kinnitatud metoodika algoritmile vastavate põhimõtete alusel [Берлянд М.Е. *Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеоиздат, 1975*] järgmise valemiga:

$$\ln\left(\frac{q}{q_m}\right) = \frac{3}{2}\left(1 - \frac{X_m}{X} + \ln\left(\frac{X_m}{X}\right)\right)$$

kus:

q – on saasteaine saastetase kaugusel X

q_m – on saasteaine maksimaalne saastetase kaugusel X_m

Seega teades maksimaalset hajumiskontsentratsiooni q_m ja sellele vastavat kaugust X_m on võimalik leida hajumiskontsentratsioon kaugusel X .

Uikala prügila saasteallikatest välisõhku eralduvate saasteainete koosmõju saastetaseme arvutuslikul määramisel ei ole käesolevas projektis arvestatud ümbruse fooniandmeid, sest piirkonna kohta pideva seire andmeid LHK projekti koostamise ajal ei olnud leitavad.

Saasteallikate koosmõju andmed on esitatud LHK projekti lisa määruse lisa 2 tabeli 13 vormi kohaselt. Saasteainete koosmõju maksimumväärtused tekivad tootmisterritooriumi sees ning isegi saasteallikate koosmõjul (st samaaegsel tööl) etteantud tingustel ei ületata saasteainetele kehtestatud piirväärtuseid.

11. SAASTEAINETE HEITKOGUSTE JA VÄLISÕHU KVALITEEDI SEIRE

Prügilas viiakse regulaarselt läbi prügilagaasi koostise seiret, mis on aluseks välisõhku suunatud saasteainete aastaste heitkoguste leidmisel ja kvartaalse saastetasu deklareerimisel. Prügilagaasis mõõdetakse metaani, süsinikdioksiidi ja hapniku sisaldust. Arvestades saasteallikatest väljuvate saasteainete hajumiskontsentratsioonide madalaid väärtusi ning asjaolu, et maksimaalsed saastetasemed jäävad valdavalt prügila territooriumi alale ning saasteallikate lähiümbruses ei paikne elamuid ega teisi saasteallikaid, mis võiksid oluliselt mõjutada saasteainete taset kaitse lähiümbruses, ei ole ei ole põhjendatud täiendavate seireprogrammide rakendamine saasteainete heitkoguste ja välisõhku saastetasemete määramiseks ega heitkoguste seire korraldamiseks pidevmõõtmistega tegelike heitkoguste väljaselgitamiseks (sellega seotud kulutused on oluliselt suuremad, kui täiendavalt makstav saastetasu).

Tõrvikpõleti ja koostootmisjaama omaseire toimub hooldustööde käigus põlemisprotsesside optimeerimiseks.

Eespool nimetatud põhjustel ei esitata projektis määruse lisa 2 vormikohaseid tabelleid 14 ja 15.

12. JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD

Välisõhku heidetavate saasteainete arvutuslikult saadud saastatuse taseme maksimaalväärtuste vastavus saasteainete ühe tunni keskmistele piirväärtustele tootmisterritooriumi piiril ja saasteobjekti ümbritsevas piirkonnas olevate elumajade juures:

- Prügila territooriumi piiril moodustab suurima arvutusliku saastetaseme saasteallikatest sisepõlemismootori suitsugaaside väljalasketoru (va metaani osas), mille saasteainete saastetasemed on võrdsed arvutatud maksimaalsete saastetasemetega 58 m kaugusel saasteallikast kirdes ja edelas. Saasteallikate koosmõjul võivad moodustuda saasteainete maksimaalsed saastetasemed territooriumi piiril samades punktides, mis gaasimootori maksimaalväärtustel ehk territooriumi kujutletavast keskpunktist kagus ja lõunas. Nimetatud punktides oleks koosmõjul suurim saastetase lämmastikoksiididel $0,554 \text{ SPV}_1$ ja lenduvatel orgaanilistel ühenditel $0,197 \text{ SPV}_1$. Teiste saasteainete saastetasemed jäävad alla $0,1 \text{ SPV}_1$.

- Lähimate elamute juures, mis asuvad ca 2 km kaugusel prügilast läänes ja kirdes, on saastetasemed alla 0,02 SPV₁.
- Saasteallikad, mille osakaal on välisõhu saastatuse tekitamises suurim: tavaolukorras, kus valdavalt põletatakse prügilagaasi elektrijaamas, on suurimaks saastatuse osakaaluga koondallikas SA-1.
- Samas generaatori remondil või avarii korral suunatakse prügilagaas tõrvikpõletisse ning ei ole välistatud olukord, kus tõrvikpõleti osakaal aastas põletatavast prügilagaasist moodustab sellisel juhul enamiku (SA-2).
- Välisõhu saastamise vähendamiseks vajalike täiendavate meetmete rakendamiskava: täiendavate meetmete rakendamise vajadus puudub.
- Ettepanekud välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste omaseireks: põletite omaseire toimub hooldustööde käigus põlemisprotsesside optimeerimiseks.
- Elektrijaama efektiivse töö tagamiseks ja ka saasteainete heitkoguste vähendamiseks on soovitatav gaasimootori regulaarne tööparameetrite kontroll ja seadistamine. Samuti on soovitatav pidevalt jälgida ja registreerida prügilagaasi kulu ja elektri toodangut.

Ettepanekud saasteloaga kehtestatavate saasteainete heitkoguste kohta:

Koondandmed taotletavate heitkoguste kohta on esitatud Tabelis 12.1.

SO₂, H₂S ja muude LOÜ puhul on tegemist teoreetiliste maksimumkogustega, mis tõenäoliselt on oluliselt väiksemad. Samas, arvestades olulise mõju puudumist, ei ole põhjendatud prügila seireprogrammi täiendamine tegelike koguste väljaselgitamiseks (sellega seotud kulutused on oluliselt suuremad kui täiendavalt makstav saastetasu).

Ettepanekud saasteainete heitkoguste vähendamiseks ebasoodsate ilmastikutingimuste esinemisel: kui kohaliku omavalitsuse organ teatab ebasoodsatest ilmastikutingimustest, siis on võimalik prügilagaasi kogumise kompressor ja põleti välja lülitada, st prügilast toimub ainult hajusheide.

Tabel 12.1 Ettepanek saasteloaga kehtestatavate saasteainete heitkoguste kohta

Saasteallika nr kaardil	Saasteaine		Saasteloaga taotletavad heitkogused	
	CAS/ EINECS/ ELINCS nr	Nimetus	Maksimaalne hetkeline (g/s)	t/a
1	2	3	4	5
SA-1 (Koostootmisjaam)	630-08-0	Süsinikoksiid	0,314	9,045
	10102-44-0	Lämmastikdioksiid	0,112	3,221
	NMVOC	LOÜ	0,017	0,482
	7446-09-5	Vääveldioksiid	0,013	0,366
	74 82 8	Metaan	0,21	6,048
	124-38-9	Süsinikdioksiid	-	2019,414
SA-2 (Tõrvikpõleti)	630-08-0	Süsinikoksiid	0,04	1,14
	10102-44-0	Lämmastikdioksiid	0,04	1,14
	NMVOC	LOÜ	0,054	1,693
	7446-09-5	Vääveldioksiid	0,011	0,351
	7783-06-4	Vesiniksulfiid	0,001	0,021
	74 82 8	Metaan	1,31	41,297
	124-38-9	Süsinikdioksiid	-	2093,376
Hajusallikas (ladestusala)	NMVOC	LOÜ	-	5,393
	7783-06-4	Vesiniksulfiid	-	0,069
	74 82 8	Metaan	-	137,657
	124-38-9	Süsinikdioksiid	-	265,929

13. KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

ÕIGUSAKTID

1. Välisõhu kaitse seadus (vastu võetud 05.05.2004) – RT I, 2004, 43, 298;
2. Keskkonnaministri 12. novembri 2013 a määrus nr 66: Välisõhu saasteloa ja erisaasteloa taotluse ja loa vormid, loataotluse sisule esitatavad nõuded – RTI, 2013, 2;
3. Keskkonnaministri 16. juuli 2004.a. määrus nr. 94: Välisõhku eralduva süsinikdioksiidi heitkoguse määramismeetod – RTL, 2004, 101, 1625;
4. Keskkonnaministri 2. augusti 2004. a määrus nr 99. Põletusseadmetest välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste määramise kord ja määramismeetodid – RTL, 2004, 108, 1724;
5. Keskkonnaministri määrus „Välisõhu saastatuse taseme piir- ja sihtväärtused, saasteaine sisalduse muud piirnormid ning nende saavutamise tähtajad” (08.07.2011 nr 43; RTI, 12.07.2011, 3);
6. Keskkonnaministri 22. septembri 2004.a. määrus nr 120: Välisõhu saastatuse taseme määramise kord – RTL, 2004, 128, 1984;

TAUSTINFO, TUGINETUD METOODIKAD, JMS

7. AS Uikala prügila toodetavast prügilagaasist energia tootmise olustik, ICP Solutions OÜ, 2012;
8. Van Der Wiel „Landfill Gas Quantity Calculation” Uikala Prügila, oktoober 2012
9. Filius® 206 elektri- ja koostootmisjaama tehniline kirjeldus (<http://www.eko-star.eu/doc/2G-filius206.pdf>);
10. Uikala prügila keskkonnamõju hindamine. Aruanne. OÜ Alranel. 2007, Tartu;
11. AS Uikala Prügila elektri- ja koostootmisjaama välisõhu saasteloa taotlemise LHK projekt. OÜ Pentagra. 2010 Võru;
12. Uikala prügila koostootmisjaama ehitusprojekti seletus-eelprojekt. Töö nr 2014-32. Weidenberg OÜ, 2014;
13. *Guidance for monitoring landfill gas engine emissions*, SEPA, Bristol, 2004, SEPA. (http://www.sepa.org.uk/waste/waste_regulation/landfill.aspx);
14. *Emission factors for gas fired CHP units <25MW*, IGRC, November 2004, (http://www.dgc.eu/sites/default/files/filarkiv/documents/C0402_emissions_factors.pdf);
15. *Background Information Document for Updating AP42 Section 2.4 for Estimating Emissions from Municipal Solid Waste Landfills*. September 2008, (<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch02/draft/db02s04.pdf>);
16. Soojusgeneraatorid. Õppematerjal. Aadu Paist, Arvi Poobus. Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn 2008. Osa 1 Kütus (<http://data.vk.edu.ee/RDPR/RDPR61/Soojusgeneraatorid/Loeng%201%20Kutusu.pdf>);

17. *Evaluation of Environmental Emissions for Combustion of Landfill Gas in a Texas Petrochemical Plant. Thomas F. Edgar. Department of Chemical Engineering. University of Texas. Austin, TX 78712*
(<http://texasiof.ceer.utexas.edu/PDF/Reports/FINAL%208%2019%20Landfill%20Gas%20Feasibility%20Analysis.pdf>);
18. Maagaasi kvaliteedi tunnistus, november 2014. Eesti Gaas Võrguteenus
(<http://www.egvorguteenus.ee/wp-content/uploads/2014/12/Maagaasi-kvaliteeditunnistus-november-2014.pdf>).



LISA 1 LHK PROJEKTI TABELID

Tabel 1 Saasteallikad ja saasteainete aasta ja hetkelised heitkogused tegevusalade kaupa

Tegevusala, tehnoloogiaprotsess või seade		Saasteallika ja väljuvate gaaside parameetrid								Välisõhku eralduv saasteaine			
SNAPi kood	Nimetused	Nimetus	Nr plaanil või kaardil	L-EST972 koordinaadid (pindallika korral koordinaadipaar – alumine vasak ja ülemine parem nurk)		Avaläbi - mõõt, m	Väljumis-kõrgus maa-pinnast, m	Joonkiirus, m/s	Temperatuur, °C	CAS nr	Nimetus	Heitkogus	
				X	Y							Hetkeline, g/s (täpsus 0,001)	Tonni aastas (täpsus 0,001)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
010105	Elektri tootmine	Sisepõlemis-mootor	SA-1 (koondallikas)	6589720	692767	0,5	10,2	9,62	180	630-08-0	Süsinikoksiid	0,34	9,799
										10102-44-0	Lämmastikdioksiid	0,121	3,489
										NMVOC	LOÜ	0,018	0,522
										7446-09-5	Vääveldioksiid	0,014	0,397
										74 82 8	Metaan	0,222	6,394
										124-38-9	Süsinikdioksiid	-	2187,699
090202	Prügila-gaasi põletamine	Tõrvik-põleti	SA-2	6589931	692671	0,4	5	4,77	500	630-08-0	Süsinikoksiid	0,044	1,235
										10102-44-0	Lämmastikdioksiid	0,044	1,235
										NMVOC	LOÜ	0,059	1,834
										7446-09-5	Vääveldioksiid	0,012	0,381
										7783-06-4	Vesiniksulfiid	0,001	0,022
										74 82 8	Metaan	1,419	44,739
										124-38-9	Süsinikdioksiid	-	2267,823
091006	Prügila-gaasi kogumine	Ladestus-ala	hajusallikas	6589887	692527					NMVOC	LOÜ	-	5,839
				6590152	692655					7783-06-4	Vesiniksulfiid	-	0,075
										74 82 8	Metaan	-	149,129
										124-38-9	Süsinikdioksiid	-	288,089

Tabel 2 Saasteallikate prognoositav tööajaline dünaamika kuude lõikes

Saasteallikas		Tööajaline dünaamika kuude lõikes, %-des hetkelisest heitkogusest											
Nr plaanil või kaardil	Nimetus	Jaanuar	Veebruar	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	August	September	Oktoober	November	Detsember
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
SA-1	Sisepõlemismootor	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SA-2	Tõrvikpõleti	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Märkus: Sisepõlemismootori ja tõrvikpõleti täpset tööaega on raske prognoosida. Välistatud ei ole teoreetiline olukord, kui lühiajaliselt töötavad korraga nii gaasimootor kui ka tõrvikpõleti.

Tabel 3 Saasteallikate prognoositav tööaeg päevade lõikes (andmeid esitatakse selle kuu kohta, mille tööaja dünaamika on %-des suurim)

Saasteallikas		Tööaeg päevade lõikes (kellaeg 00.00–24.00)						
Nr plaanil või kaardil	Nimetus	Esmaspäev	Teisipäev	Kolmapäev	Neljapäev	Reede	Laupäev	Pühapäev
1	2	3	4	5	6	7	8	9
SA-1	Sisepõlemismootor	00.00–24.00	00.00–24.00	00.00–24.00	00.00–24.00	00.00–24.00	00.00–24.00	00.00–24.00
SA-2	Tõrvikpõleti	00.00–24.00	00.00–24.00	00.00–24.00	00.00–24.00	00.00–24.00	00.00–24.00	00.00–24.00

Tabel 4 Kütuste ja jäätmete kasutamine energia tootmiseks liikide kaupa

Kasutatav kütus ja jäätmed						Energia tootmine, MWh/a	
KNi ¹ kood	nimetus	Tegevusala või tootmisprotsess				Elekter	Soojus ja aur
		SNAPi kood	Nimetus	kütuse ja jäätmete kogus aastas			
				tonni	gaas – tuhat Nm ³		
1	2	3	4	5	6	7	8
Tahke kütus							
Vedelkütus							
Gaaskütus							
2709 00 10	prügilagaas	010105	Elektrijaam		1040	2217	2647
Jäätmed							

Tabel 5 Kütuse ning jäätme- või koospõletamisel välisõhku eralduvate saasteainete heitkogused

Jrk nr	Tegevusala või tootmisprotsessi SNAPi kood	Põletusseade				Kasutatav kütus või jäätmed						
		Katlatüüp	Arv	Nimi- soojus- võimsus sisse- antava kütuse- koguse põhjal, MW	Töö- tundide arv aastas	KNi kood	Nimetus	Väävli- sisaldus, %	Tuha- sisaldus, %	Alumine kütte- väärtus, MJ/kg; Gaas – MJ/Nm ³	Kogus aastas	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	090202	Sisepõlemismootor	1	0,725	8000		prügilagaas			20,09		1040
2	090202	Tõrvikpõleti	1	0,725	8760		prügilagaas			20,09		1138,8

Tabel 5 jätk: Kütuse ning jäätme- või koospõletamisel välisõhku eralduvate saasteainete heitkogused

Jrk nr	Välisõhku eralduv saasteaine						Saasteallika nr plaanil või kaardil
	CAS nr	Nimetus	Heide väljuvate gaaside mahuühiku kohta, mg/Nm ³ (täidetakse heite piirväärtuse olemasolu korral)		Heitkogus		
			Heite piirväärtus	Prognoositav hetkeline heide	Hetkeline, g/s (täpsus 0,001)	Tonnides aastas (täpsus 0,001)	
	14	15	16	17	18	19	20
1	630-08-0	Süsinikoksiid	1400	<1000*	0,34	9,799	SA-1 (koondallikas)
	10102-44-0	Lämmastikdioksiid	500	<500*	0,121	3,489	
	NM VOC	LOÜ	-	-	0,018	0,522	
	7446-09-5	Vääveldioksiid	-	-	0,014	0,397	
	74 82 8	Metaan	-	-	0,222	6,394	
	124-38-9	Süsinikdioksiid	-	-	-	2187,699	
2	630-08-0	Süsinikoksiid	-	-	0,044	1,235	SA-2
	10102-44-0	Lämmastikdioksiid	-	-	0,044	1,235	
	NM VOC	LOÜ	-	-	0,059	1,834	
	7446-09-5	Vääveldioksiid	-	-	0,012	0,381	
	7783-06-4	Vesiniksulfiid	-	-	0,001	0,022	
	74 82 8	Metaan	-	-	1,419	44,739	
	124-38-9	Süsinikdioksiid	-	-	-	2267,823	

*Tootja andmetel lubatud heitgaaside parameetrid sisepõlemismootori väljalaskudest

Tabel 6 Välisõhus saasteainete hajumise arvutustulemused iga paikse saasteallika kohta

Saasteallikas		Välisõhu eralduv saasteaine				Välisõhu saastatuse taseme arvutuse tulemused			
Nr plaanil või kaardil	Nimetus	CAS nr	Nimetus	Hetkeline heitkogus M , g/s	Välisõhu saastatuse taseme piirväärtus SPV_1 (SPV_8 , SPV_{24} , SPV_a jm – näidata vajalik), $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Välisõhu maksimaalne arvutuslik saastatuse tase C_m , $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maksimaalse saastatuse taseme tekkimise kaugus saasteallikast X_m , m	Suhe $\frac{C_m}{SPV_1}$ (SPV_8 , SPV_{24} , SPV_a jm – näidata vajalik)	Kaugus saasteallikast, kus saavutatakse saastatuse taseme piirväärtus SPV_1 , m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SA-1	Sisepõlemismootor	630-08-0	Süsinikoksiid	0,34	10000 (SPV_8)	257,00	58	0,0257 (SPV_8)	ei saavutata
		10102-44-0	Lämmastikdioksiid	0,121	200	92,00	58	0,4600	ei saavutata
		NM VOC	LOÜ	0,018	200*	14,00	58	0,0700	ei saavutata
		7446-09-5	Vääveldioksiid	0,014	350	11,00	58	0,0314	ei saavutata
		74 82 8	Metaan	0,222	5000**	168,00	58	0,0336	ei saavutata
SA-2	Tõrvikpõleti	630-08-0	Süsinikoksiid	0,044	10000 (SPV_8)	40,000	70	0,0040 (SPV_8)	ei saavutata
		10102-44-0	Lämmastikdioksiid	0,044	200	40,000	70	0,2000	ei saavutata
		NM VOC	LOÜ	0,059	200*	54,000	70	0,2700	ei saavutata
		7446-09-5	Vääveldioksiid	0,012	350	11,000	70	0,0314	ei saavutata
		7783-06-4	Vesiniksulfiid	0,001	8	1,000	70	0,1250	ei saavutata
		74 82 8	Metaan	1,419	5000**	1289,000	70	0,2578	ei saavutata

* tinglik piirväärtus

** alifaatsed süsivesinikud

Tabel 7 Ühel tootmisterritooriumil paiknevate saasteallikate koosmõju

Saasteaine				Välisõhu maksimaalne Arvutuslik saastatuse tase $\sum C_m$, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Saastesallikate numbrid plaanil või kaardil
CAS nr	Nimetus	Hetkeline heitkogus M , g/s	Välisõhu saastatuse taseme piirväärtus SPV_1 (SPV_8 , SPV_{24} , SPV_a jm – näidata vajalik) $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
1	2	3	4	5	6
630-08-0	Süsinikoksiid	0,384	10000 (SPV_8)	232,523	SA-1, SA-2
10102-44-0	Lämmastikdioksiid	0,165	200	104,558	SA-1, SA-2
NMVOC	LOÜ	0,077	200*	55,688	SA-1, SA-2
7446-09-5	Vääveldioksiid	0,026	350	17,663	SA-1, SA-2
74 82 8	Metaan	1,641	5000	1200,407	SA-1, SA-2