



Baltic Sea Region
Programme 2007-2013

Part-financed by the European Union
(European Regional Development Fund
and European Neighbourhood and
Partnership Instrument)



Baltic Biogas Bus

Aardlapalu prügilas aastatel 2010-2050 tekkiva prügilagaasi (sh eraldi metaani) koguste prognoosimine

Töö tellija: Tartu Linnavalitsus

Töö teostaja: OÜ Ecotech

Vastutav täitja: Jaan Habicht

Tartu 2010

Sisukord

Seletuskiri	3
Sissejuhatus	10
Võrdlusobjekti kirjeldus	11
Prügilagaasi tekke prognoos Aardlapalu prügilas	13
Kasutatud allikad	17
Lisad	18

Seletuskiri

Käesoleva seletuskirja koostamisel on kasutatud Aardlapalu prügila sulgemise keskkonna mõjude hinnangu aruandes (edaspidi aruanne) ja projektdokumentides toodud andmeid. Vajadusel mindi tagasi viidatud algallikate juurde, ja mitmes küsimuses, kui nende käsitlus tundus liialt vastuoluline või mitte sisuline, on ääremärkusena toodud ka töö autori arvamused.

Aardlapalu prügila võeti kasutusele 1971. aastal tavajäätmete prügilana. Prügila asub linnapiirist u.5 km lõunas, haldusüksustest Ülenurme ja Haaslava valdade vahel jaotuva Aardla poldri territooriumil. Prügila territooriumi suurus on 28,9 ha, millest jäätmelade võtab enda alla **14 ha**. Prügimäe kõrgus on **8 m**, ladestusala mõõtmed põhja-lõuna suunas u. **350m** ja ida-lääne suunas u **500 m**.

Prügilat ümbritseb lõunast reformimata riigimaale jääv metsamaa ning ülejäänud osas haritav maa ning looduslik rohumaa. Lähimad elamud (Mäeotsa ja Langemäe) on u 500 m kaugusel ida suunas. Ida suunas (u 650 m) asub Haaslava – Vana-Kuuste kõrvalmaantee ja läänes Tallinna–Tartu–Võru–Luhamaa põhimaantee (1,4 km) ning Põlva–Reola tugimaantee (1,1 km). Prügilast möödub põhja-lõuna suunaliselt ka Tartu–Põlva raudtee. Aardla poldri kaitsetammi pikkus on 5,5 km ja poldri pindala 800 ha. Poldrile on rajatud kuivenduskraavide võrk, kraavidevahelised alad on kuivendatud dreneažiga.

Jäätmed on prügilas ladestatud kahte lamedasse valli. Vallide vahel asub teenindustee. Prügila lääneosas asus varem fekaalitiik, mis on likvideeritud prügiga täitmise teel. Prügi ladestamisel kasutati viimasel viiel aastal jäätmete laiali ajamiseks ja tihendamiseks kompaktorit. Prügimäe nõlvad on enam-vähem tasased ja ühtlase nõlvusega 1:4...1:5. Erinevate tehniliste lahenduste kasutamise tõttu on ladestu erinevad kihid tänaseni erineva tihedusega. Prügila projektdokumentatsiooni eri aegadest pärinevates lisadokumentides on jäätmete keskmine tiheduse erinevus kuni 1,5 korda.

Aardlapalu prügilas puudub prügiladet pinnasest eraldav vettpidav alus. Põhjavesi on piirkonnas survealine ja survealisi põhjaveekihte eraldab prügilademest viirsavi või viirsavi segune liivakiht, mistõttu sügavamad põhjaveekihid on reostuse eest paremini kaitstud. Surveline põhjavesi tungib prügilademesse ja suurendab nõrgvee kogust. Valgvee ja nõrgvee kogumissüsteemid on prügilasse rajatud hiljuti, nõrgveepuhasti puudub. Valg- ja nõrgvesi puhastuvad valgvee puhastamiseks rajatud biotiigis ning suunatakse seejärel Aardla poldri kraavisüsteemi.

Prügilagaasi kogumissüsteemi prügilas ei ole.

Aardlapalu prügilasse ladestatud prügi kogused alates 1991. a on esitatud Tartu Linnavalitsuse statistilistele andmetele tuginedes (tabel 1). Prügilasse on ladestatud nii tava- kui ohtlikke jäätmeid. Täpsed andmed prügilasse ladestatud jäätmeliikide ja koguste kohta enne 1998. aastat puuduvad.

Tabel 1. Aardlapalu prügilasse ladestatud jäätmekogused.

Aasta	Prügi kogus tonnides	Segaolmejäätmed
1991	62 700	
1992	44 176	
1993	35 596	
1994	36 696	
1995	40 096	
1996	39 739	
1997	36 280	
1998	44 184	
1999	45 027	
2000	43 765	40 467
2001	45 982	38 356
2002	53 698	52 954
2003	58 312	51 757
2004	64 323	51 876
2005	66 419	47 009
2006	68 736	50 460
2007	66 815	49 040
2008	53 935	40 538
2009	22 896	*17 000

Segaolmejäätmete kogused on saadud Keskkonnaministeeriumi info- ja tehnokeskuse jäätmetestatistikast (koondtabel lisatud) ja neile on lisatud ka teised jäätmed, mis sisaldavad arvestataval hulgal anaeroobsel lagunemisel metanogeneesi võimaldavat orgaanilist ainet.

*2009. a andmed segaolmejäätmete täpsete koguste kohta puuduvad ja on saadud arvutuslikult

2008. aasta lõpuks oli Aardlapalu prügilasse ladestatud hinnanguliselt ca **1 000 000 m³** jäätmeid. Ladestatud jäätmete keskmine tihedus on 2002.–2007. aasta seire andmetel 1,2 t/m³.

Aastatel 2000–2009 ladestati Aardlapalu prügilasse kokku keskkonnaministeeriumi jäätmestatistika andmetel ca **562 000 tonni jäätmeid**, millest **olmejäätm** moodustasid **440 000 tonni**, koos teiste metanogeneesis arvestatavate jäätmetega 445 000 tonni (veidi alla 80%). Need andmed ja suhted erinevad märkimisväärselt aruandes ja projektdokumentatsioonis toodutest, mis seab aga paraku kahtluse alla ka töös kasutatud käitlejate poolt esitatud andmed kui oodatult kõige usaldusväärsemad.

Prügilasse ladestatud ohtlike jäätmete liigid ja kogused ei ole teada. Teadaolevalt on prügilasse varasemal ajal ladestatud õlijäätm

Prügila töötamise viimastel aastatel ladestati prügi jäätmelademe lääneossa.

Aardlapalu prügimägi asub Aardla poldril, mis paikneb Konsu-Reola ürgoru lammil. Poldri keskel asub Aardla järv, kust varem voolas läbi Konsu jõgi. Seoses poldri ehitusega suunati jõgi uude sängi. Looduslikud maapinna absoluutsed kõrgused prügimäe territooriumil on 31–34 m. Reljeef tõuseb ida suunas.

Maa-ameti kaardirakenduse kohaselt levivad planeeringualal Holotseeni soosetted, mis on kujunenud mattunud oru piirkonda. Pinnakatte paksus ulatub antud alal 30–80 m. Aluspõhja moodustab Aruküla kihistu, Devoni liivakivi aleuroliit, mida iseloomustavad savi ja domeriidi vahekihid ning Narva kihistu Kernave kihistik, Devoni liivakivi domeriidi, aleuroliidi ja savi vahekihtidega.

Maa-ala geoloogilises läbilõikes moodustavad kõige pealmise kihi soosetted, turvas paksusega 1.5-2.7 m. Turvale järgneb erineva terajämedusega liivade kompleks paksusega 3.0-7.0 m, valdavalt on tegu peen- ja tolmliidiga, esineb ka jämedama teralise liiva, kruusa vahekihte koos savi, saviliiva ja liivsavi kihtidega. Tegemist on järve- ja jääjärvesetetega. Prügimäe lääneosas järgneb liivakihtile jääjärveline viirsavi paksusega 3.2–5.5+ m. Viirsavile järgneb liivakiht. Kui prügimäe lääneserval on tegemist ühtlase jääjärvelise viirsavikihtiga, siis prügimäe idaserval on tegemist viirsavi ja liiva vahelduva kompleksiga, millele järgneb punakaspruun liiv (D₂ar). Kindlaks on tegemata piir viirsavi ja viirsavi-liiva kihtide kompleksi vahel. Kesk-Devoni Aruküla lademe (D₂ar) liivadeni jõuti ka prügimäest idapool 9.0 m sügavusel. Prügimäest 400-500 m idapool asub Devoni liivakivi paljand.

Esimene, maapinna lähedane Kvaternaari põhjaveekompleks levib Aardlapalu prügila maa-alal Kvaternaarisetetes. Teine põhjaveekiht – Kesk-Devoni põhjaveekiht levib Kesk-Devoni Aruküla lademes. Vesi Kesk-Devoni põhjaveekihtis on survealine. Kesk-Devoni põhjaveekihti alla jääb Narva veepide. Narva veepideme all, ca 110 m sügavusel, levib Kesk-Devoni Pärnu lademes kolmas põhjaveekiht – survealine Kesk-Alam-Devoni-Siluri põhjaveekiht, mis on peamiseks Tartu piirkonna joogivee allikaks.

Piirkond on kõrge põhjaveetasemega, looduslike eeldusi põhjavee alandamiseks ei ole. Konsu-Reola ürgorg on põhjavee väljavoolu ala. Maa-ameti andmetel on puurkaevude erideebit antud piirkonnas 0,5–1,0 l/s*m. Pinnakatte prügila ümber moodustavad jõelised ja jõejäälsed

liivad ning turvas. Turbakihi paksus vahetult prügila ümber on 0,8–3,9 m. Järgnevad liivad jämedateralise liiva-kruusa, savi, liivsavi ja saviliiva vahekihtidega. Keskmiselt 6–6,5 m sügavuselt algab ca 4 m paksune viirsavi kiht. Prügila lääneosas on see ühtlane, idaosas on selles liiva vahekihte. Põhjavee alumised horisondid on reostus eest keskmiselt kuni hästi kaitstud, filtratsioonimoodul on alla 0,05 m/ööpäevas. Pinnasevesi on ülemises horisondis (turbas) horisontaalsuunas väheliikuv. Üldise põhjaveekaitsuste kaardi alusel on põhjavesi planeeringualal suhteliselt kaitstud kuni kaitstud.

Tartu maakonda iseloomustavad meteoroloogilised näitajad on saadud Tartu-Tõravere Meteoroloogiajaama pikaajaliste vaatluste (1961–1990. a) alusel ning need on järgmised:

Sademed:

- keskmine aastane sademete hulk	585 mm
- kuu keskmine sademete hulk:	
minimaalne (veebr.)	23 mm
maksimaalne (august)	86 mm

Õhutemperatuur:

- aastane keskmine õhutemperatuur	4,9 °C
- kõige soojema kuu (juuli) ööpäeva keskmine temperatuur	16,6 °C
- kõige külmem kuu (jaanuar, veebruar) keskmine temperatuur	-7,1 °C

Prügilas on nõrgvee kogumiseks rajatud ringdrenaažisüsteem ja pumpla. Nõrgveepuhasti hetkel puudub, mistõttu pumpla ei tööta. Drenaaži kogunenud nõrgvesi suubub pumpla ülevoolutoru kaudu pumpla kõrval asuvasse valgveekraavi. Prügilas on pidevat nõrgvee seiret teostatud alates 1999. aastast.

Prügilademe servades asunud järsakud on likvideeritud ja kujundatud sobiv nõlvus, jäätmeid paigutati prügilasse nii, et anda jäätmelademele sulgemisprojektis ette nähtud kuju. Juba ladestatud jäätmetest tuleb jäätmelademe sobiva kuju saamiseks ca 19 200 m³ teisaldada. Samuti tuleb vajadusel teisaldada jäätmeid reoveepuhasti mudatahendusväljaku alla jäävalt alalt. Ohtlikud jäätmed, mis prügi teisaldamisel võivad ilmned, tuleb olmejätmetest eraldada ja käidelda vastavalt ohtlike jäätmete käitlemise korrale.

Prügila katmine on soovitatav teostada mitmes etapis, et korrigeerida koormamisest ja mittehomoogenses materjalist tulenevad ebaühtlased vajumid. Prügila katmisel ei tohi kattekihis kasutada pinnast, mis on voolavplastne või voolav. Arvestada tuleb lihkumise riskiga ja vajadusel paigaldada lihkumist välistavaid tõkendeid. Prügimäe katmisel jäävad vanad valgveekraavid kattekihtide alla, mistõttu on vajalik uute kraavide rajamine prügimäe jalamile.

Nõrgveepuhasti rajatakse KMH-s toodud andmetel prügila sissesõiduteest paremale, prügilast kirdesse. Osalt paikneb puhasti prügila territooriumil, osalt prügilaga piirneval

poldrialal. Reoveepuhasti kogupind on ca 31 000 m². Reoveepuhasti koosneb selitus/aeratsioonitiigist, vabaveelisest märgalast, voolu ühtlustustiigist, vertikaalvoolulisest taimestik-pinnasfiltrist ja kahest horisontaalvoolulisest taimestik-pinnasfiltrist. Puhasti jõudluseks on projekteeritud 600 m³/d.

Prügilakehas on nõrgveekaev, milles on mõõdetud veehorisondi kõrgust prügiladestus.

Prügila algne sulgemisprojekt näeb ette Aardlapalu prügilasse vertikaalse ehitusega passiivse gaasikogumissüsteemi rajamist, kus gaas väljub prügikeha sees tekkiva rõhu mõjul: prügikehasse moodustatakse ladestamise käigus vanadest autokummidest „torud“, mis täidetakse killusikuga. Autokummid paigaldatakse kuni gaasikogumiskihini. Gaasiväljumiskohtade tuleb teha gaasikogumiskohtade (autokummide) peale. Gaasiväljumiskohtades paigaldatakse gaasi kogumiskihiks 10 m läbimõõduga killustikuringid, mille peale, ringi keskele, asetatakse betoonist kaevurõngad, mis täidetakse samuti killustikuga. Kokku rajatakse kuus gaasiväljumiskohta.

Töö tegija teab ühe gaasikogumise koha olemasolust, mis on rajatud juba ammu. Millises seisundis on see praegu ja millises ulatuses ehitati ladestamise viimas(t)el aasta(te)l välja planeeritud gaasikogumise süsteem, ei õnnestunud töö tegijal täpsustada.

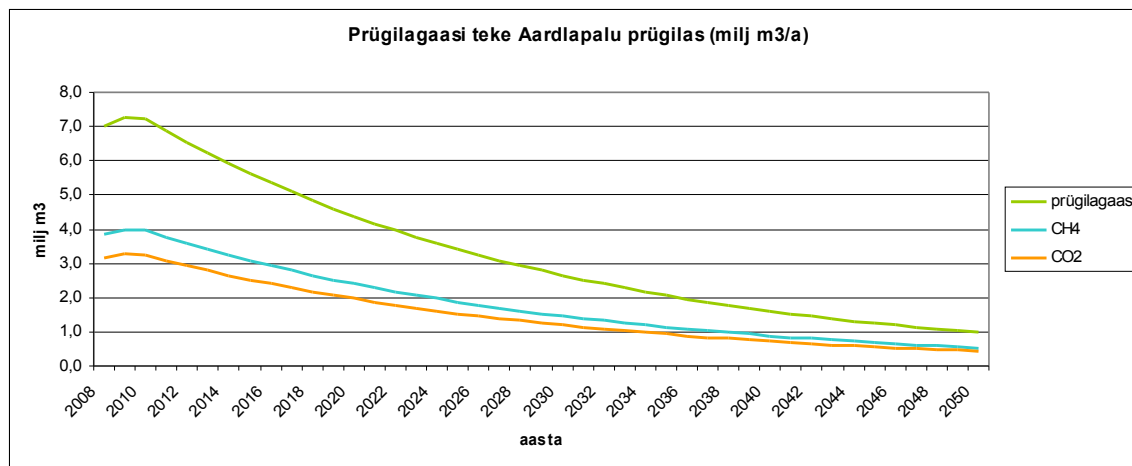
Kuna prügilasse ladestatakse jäätmeid pika aja jooksul, siis on jäätmelademes erinevas lagunemisfaasis olevad jäätmed. Anaeroobsete lagunemisprotsesside gaasilise lõppproduktina moodustub prügilagaas, mille põhikomponentideks on süsihappegaas (CO₂) ja metaan (CH₄), metaani sisaldus on keskmiselt 50 mahuprotsendi ümbruses. Lisaks sisaldab prügilagaas väikeses koguses väevliühendeid, aromaatsid ja halogeenitud süsivesinikke ning teisi lenduvaid orgaanilisi ühendeid.

Aardlapalu prügila prügilagaasi tekkekoguseid on hinnatud **Tartu Aardlapalu prügila sulgemisprojekti keskkonnamõju hindamise aruandes** kasudes Ameerika Ühendriikide Keskkonnakaitse Agentuuri poolt koostatud mudelit Landfill Gas Emission Model (LandGEM) v-3.02. (OÜ Alkranel, 2008-2009). Sisendina kasutati järgmisi andmeid:

- ladestatud jäätmekogused 1971–1990 27 000 t/a, 1991–2007 vastavalt jäätmetatistikale, 2008. a 66 000 t ja 2009. aastal 33 000 t. Prügilasse ladestatud jäätmetest on segaolmejäätmeid ja muid olulises koguses orgaanilist ainet sisaldavaid jäätmeid 60%;
- prügila gaas sisaldab metaani mahuliselt 55%;
- protsessi kiirust iseloomustav konstant $k = 0.05$;
- metaani tekkepotsiaal on 170 m³ tonni prügi kohta

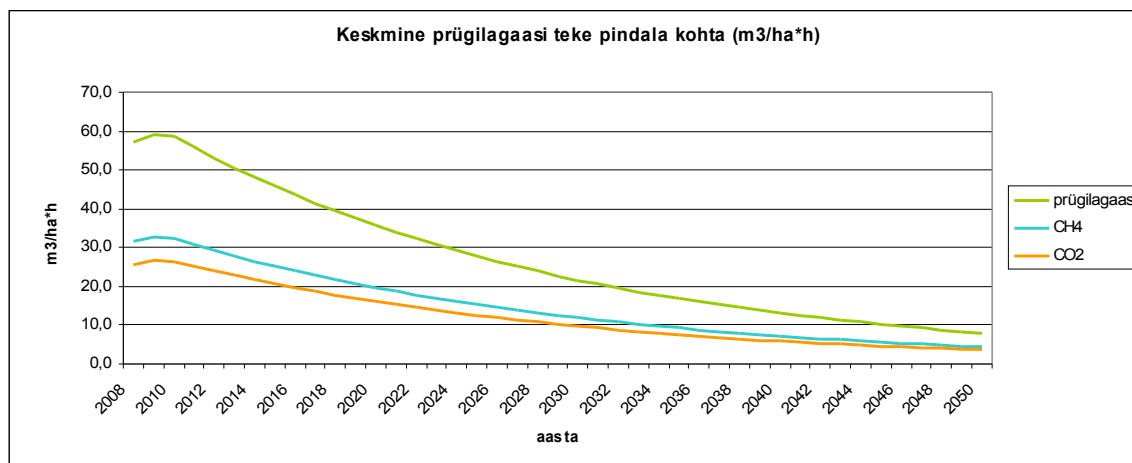
Prügilagaasi koguste hinnang on aruande koostaja arvates ligikaudne, kuna suure osa kohta prügila käigusoleku ajast puuduvad usaldusväärsed andmed ladestatud prügi koguste ja koostise kohta. Prügilagaasi teket aastate lõikes ja pindalaühiku kohta iseloomustavad vastavalt joonised 1 ja 2. **Suurim on tekkiv gaasikogus vahetult prügila sulgemise järel 2009. ja 2010. aastal, kui metaani eraldub ca 4 milj m³/a (2 600 t/a). Edaspidi hakkab Aardlapalu prügilast**

eralduva gaasi kogus vähenema. 20 aasta pärast on gaasiemissioon vähenenud ca 60% võrra, selle aja jooksul tekib kokku ca 440 milj m³ metaani.



Joonis 1. Prügilagaasi teke Aardlapalu prügilas aastate lõikes.

Keskmine metaani teke ulatub Aardlapalu prügilas järgnevatel aastatel üle 30 m³/ha*h (joonis 2). Alates 2003. aastast, kui on teostatud prügila jäätmelademe seiret, on prügi ladestatud prügikeha läänepoolsesse ossa. Kuna rohkem prügilagaasi tekib värskest ladestatud jäätmetest, siis on prügila lääneosas gaasi teke keskmisest suurem ja idaosas väiksem. Hinnanguliselt ulatub keskmine metaani teke lääneosas lähiaastatel ligi 50 ja idaosas ligi 20 m³/ha*h. 20 aasta pärast tekib metaani vastavalt ligi 20 m³/ha*h ja 7 m³/ha*h.



Joonis 2. Keskmine prügilagaasi teke aastate lõikes pindalaühiku kohta.

Gaasi kogumissüsteemi rajamine on tekkivaid gaasikoguseid arvestades vajalik, vastasel korral võib prügilast väljuv gaas kergitada rajatavat prügila kattekihti ning takistada taimeistiku arengut prügila pinnal.

Metaani heitkogus on 2009. ja 2010. aastal (arvestades 10% gaasi hajumisega) 74,2 g/s. Prügilasse on kavandatud kuus gaasi väljutusava, ühest väljutusavast väljub metaani seega keskmiselt 12,37 g/s. Mahtkulu on 0,13 m³/s, ühest väljutusavast keskmiselt 0,02 m³/s

Arvutused prügilast lähtuva metaani hinnangulise välisõhu saastetaseme määramiseks on teostatud Keskkonnaministri 22. septembri 2004. a määruse nr 120 „Välisõhu saastatuse taseme määramise kord¹⁴“ (RTL, 27.09.2004, 128, 1984) esitatud meetodika alusel. Antud juhul on tegemist ligikaudse arvutusega, kuivõrd meetodika ei võimalda täpselt kuue väljutusava koosmõjus moodustuvat hajumist hinnata. Kuid moodustuvate kontsentratsioonide suurusjärgu paneb meetodika siiski paika. Vastavalt kasutatud meetodikale on ühest väljutusavast moodustuvaks kontsentratsiooniks välisõhus 1450 µg/m³, mis moodustub hinnanguliselt 100 m kaugusel väljutusavast. Joonisel 4.4 on näidatud punaste ringidena kaugused väljutusavadest, kus maksimaalsed kontsentratsioonid moodustuvad. Metaanil on alifaatse süsivesinikuna kehtestatud saastetaseme piirväärtuseks 5000 µg/m³. Seega ületataks prügila kohal 6 väljutusava peale kokku metaani piirväärtusi. Eelduslikult ei ületataks aga metaani osas piirväärtusi prügila territooriumist väljaspool. Arvutuste kohaselt ei ületata piirväärtusi siis, kui metaani tekib 1450 t/a, sellisele tasemele langeb metaanitoodang prügilas aastaks 2022.

Eelneval kahel leheküljel toodu ja töö tegija paremal teadmisel Ülo Kase poolt koostatud “poole vähem” optimistlikum prognoosi number Eesti prügilate potentsiaalse biogaasi produktsiooni koondtabelis (Aardlapalu prügila 187,5...225 miljonit nm³ 20 aasta jooksul) on ainsaks teadaolevaks võrdlusmaterjaliks käesoleva töö tegijale. Bioloogi ja keskkonnatehnoloogina on aga järgneva töö lähtekohad paljuski teised.

Ilmselt pole aga Aardlapalu prügila sulgemise keskkonna mõjude hinnangu selle osaga tutvunud ükski asjatundja, sest kui tõesti oleks prügila nii energiatootlik, siis saaks sellega nimetatud aja jooksul ära kütta ja elektrienergiaga varustada terve linnajao – 440 miljonit kuupmeetrit metaani 20 aasta jooksul. Kust selline gaasiproduktsiooni number saadakse, jääb arusaamatuks, sest tippaastatel prognoositakse ju “kõigest” 4 miljoni kuupmeetrist metaani produktsiooni.

Sissejuhatus

Prügilatest emiteeruv metaan moodustab olulise osa antropogeense tekkega metaani emissioonist ja selle põletamine, muidugi eeskätt siis, kui sellest ka mingit tulu tõuseb, on kindlasti loodusele meelepärane tegu. Prügilagaasiks nimetatav gaasisegu tekib prügilates orgaanilise aine lagunemisel anaeroobsetes tingimustes.

Töö teostajal on prügilagaasi koguste sisuliseks prognoosimiseks välja pakkuda 2 erinevat meetodilist lähenemist. Arvestades töö eesmärkide formuleeringut, piirduakse ühega nendest – võrdleva analüüsiga, milleks on kogutud ja analüüsitud kõik kättesaadavad andmed Pääsküla prügila prügilagaasi produktsiooni ja sinna ehitatud gaasi kogumise ning energiakasutuse süsteemi kohta. Ladestatud jäätmekoguseid ja muid olulisi parameetreid võrreldes prognoositakse prügilagaasi teket suletavas Aardlapalu prügilas. Sellele lisaks on töö tegijal rõõm lisada soovitusena mitu olulist nõuannet, mis vormusid käesolevat tööd tehes ja mis kindlasti aitavad minimaalse aja ja rahakuluga saada veel olulist lisainformatsiooni lõplike otsuste tegemiseks gaasikogumissüsteemi ja niisutussüsteemi väljaehitamise ulatuse ja prügila seisukorra hindamiseks. Osa neist on teostatavad ka lisakulutusteta. Kui analüüsida seiretulemusi, mille olemasolu sai töö tegijale teatavaks liiga hilja, ja kui olemasolevast nõrgveekaevust võetavalt proovilt teha lihtne biogaasi produktsiooni potentsiaali test ja analüüsida orgaanilise aine ja olemasolevast gaasikogumiskohast eralduva gaasi koostist, võimaldab see objektiivsemalt hinnata prügila seisundit pool aastat pärast prügila sulgemist.

Töö tulemustest selgub, et kasutatud võrdlusmeetodil saadud prügilagaasi ja metaani koguste prognoosid on oluliselt tagasihoidlikumad teoreetilise mudeliga saadud tulemustest. Siinjuures tuleb paraku kinnitada, et LandGEMi meetod on pigem mõeldud töötavate prügilate gaasitekke prognoosiks ja selle meetodi usaldusväärsed kasutustulemused pärinevad hoopis teisest kliimavööndist ja ”prügikorvist”. Ometi on Aardlapalu prügila sulgemisel gaasikogumissüsteemi rajamisel kogutavad metaanikogused piisavad energia tootmiseks vähemalt oma tarbeks elektri ja sooja koostootmise jaamas. Elekter kasutatakse sel juhul puhastusseadme rakendamiseks, valgustuseks ja olmes, soojus aga olmes ja puhastusseadme efektiivsuse tõstmiseks.

Võrdlusobjekti kirjeldus

Esimesed jäätmed ladestati Pääsküla prügilasse küll aastal 1964, kuid prügila tegevuse alguseks loetakse aastat 1977. Ladestusala suurus on 25 ha. Pääsküla prügila teenindas Tallinna linna kuni uue prügila valmimiseni 2004. a. Prügila suleti aastatel 2004–2006.

Prügilagaasi tootmine algas 10 aastat enne prügila sulgemist – 19.12.1994.

Projekti algfaasis müüs tootja gaasi kahele läheduses asuvale katlamajale. 2001. a. paigaldas tootja 1. koostootmisjaama. Tänapäevaks on elektri ja sooja koostootmise jaamu 2.

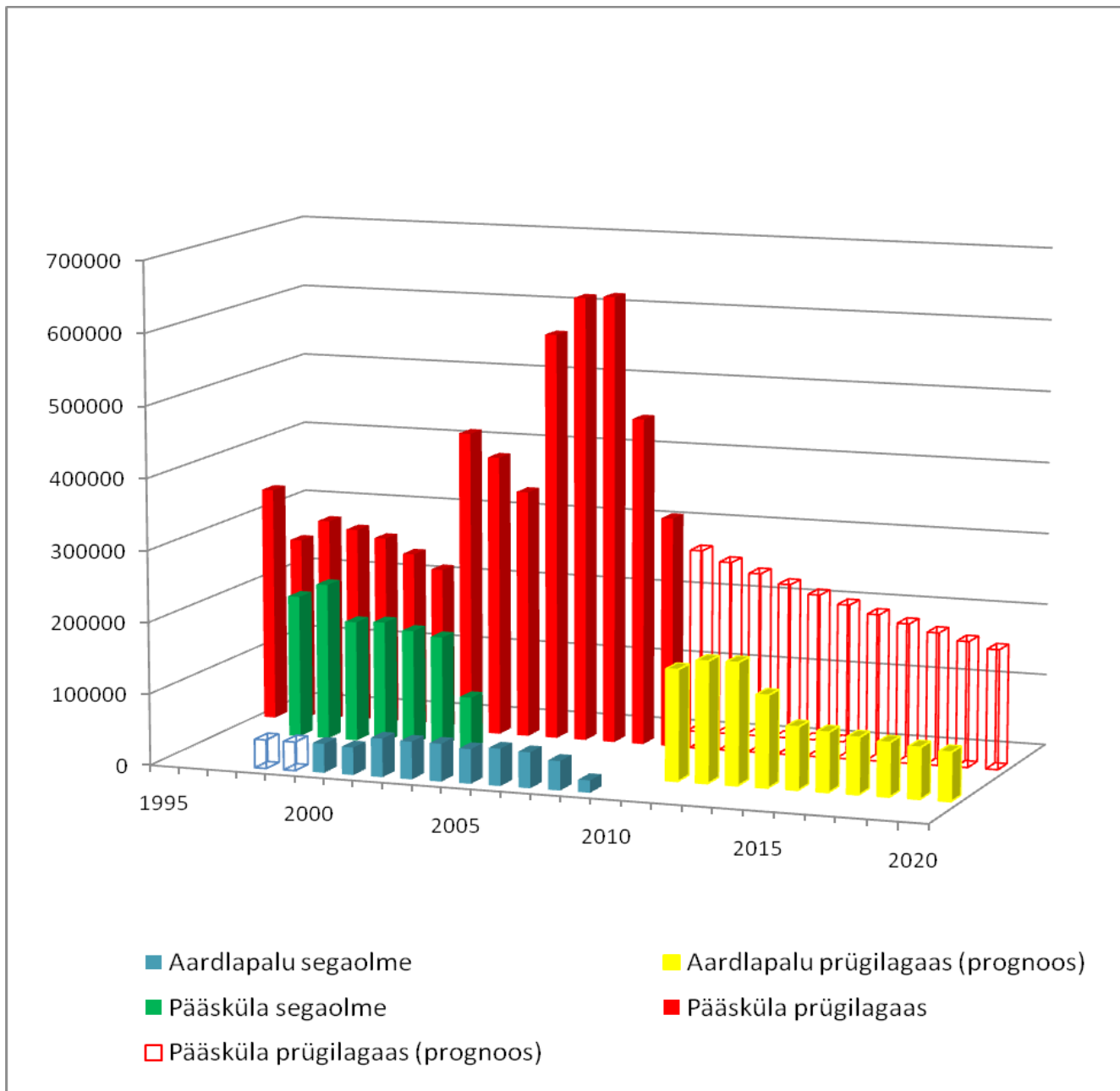
Ajavahemikus 1994–2004 kerkis prügilakeha kõrgus 27-lt meetrilt 45 meetrini. Samal ajaperioodil paigaldati prügilasse horisontaalne gaasikogumissüsteem 6 tasapinnal (aastatel 1994, 1996, 1998, 2001, 2003 ja 2005). Filtortorustiku pikkus on 10 ja transporditorustikul 5 kilomeetrit. Kokku on paigaldatud 5 gaasikogumiskonteinerit. Paigaldatud on ka 9 kiirjat niisutussüsteemi haru kogupikkusega 2200 meetrit. Gaasikogumissüsteemi ulatus on vähemalt 20 ha.

Puhastusseade puudub. Valgvesi suunatakse Pääsküla jõkke. Nõrgvesi taaskasutatakse valdavalt prügilakeha niisutamiseks. Ülevool jõuab üldkanalisatsiooni kaudu AS Tallinna vesi puhastusseadmesse. Nõrgvee analüüsid näitavad selgelt domineerivat metanogeneenset lagunemise faasi.

Kui prügilagaasi keskmiseks kalorluseks loetakse 5 kWh/m³, siis Pääsküla prügilas on see aastaid olnud sellest märkimisväärselt kõrgem, ületades ka piiri 6 kWh/m³. Metaanisisaldus on ulatunud 60 mahuprotsendini.

Viimastel ladestusaastatel ladestatud prügikogustest ja gaasiproduktioonist annab ülevaate joonis 3.

Keskmiseks metaani kontsentratsiooniks võib pikematel ajaperioodidel lugeda 50+ protsenti. Võib öelda, et prügila sulgemise järgselt saavutati soovitud gaasiproduktioon, kuid 4 aastat hiljem on gaasikogused vähenenud 40%, mis on oodatust rohkem. Gaasikoguste oodatust kiirema vähenemise põhjuseid töös ei käsitleta, küll on aga töö tegijal arvamus seda tingivast mitmest põhjuslikust seosest.



Joonis 3. Segaolmejäätmete ladestamine Aardlapalu ja Pääsküla prügilates (tonnides), Pääsküla prügilas kogutud prügilagaasi kogused ($\times 10 \text{ m}^3$) ja prügilate prügilagaasi produktsiooni prognoos 2010–2020 ($\times 10 \text{ m}^3$)

Prügilagaasi ja metaani tekke prognoos Aardlapalu prügilas

Prügilagaasi efektiivse kogumise eelduseks on gaasikogumise süsteemi ja niisutussüsteemi väljaehitamine. Teiseks oluliseks tingimuseks on prügila hermetiseerimine, mis piiraks õhu difusiooni prügilakehasse tingimustes, kus prügila sees on prügilagaasi väljapumpanisel pidevalt nõrk alarõhk.

Eeldatavalt saab juttu olla üksnes horisontaalsest gaasikogumissüsteemist, mis on ühes tasapinnas ja rajatakse prügila sulgemisel tehnilistest võimalustest lähtudes kuni 4 meetri sügavusele prügilakeha sisse. Passiivse gaasikogumise süsteemi võimalikku rakendamist ei hinnata.

Prügilagaasi ja metaani teket prognoositakse töös koos. Ainult lõplikud periodiseeritud numbrilised prognoosid esitatakse eraldi. Ka ei ole olemasoleva alginformatsiooni põhjal võimalik prognoosida olulisi kõrvalekaldeid tavapärasest prügilagaasi metaanisaldusest, mille sisuliseks põhjuseks saavad olla vaid surveveega prügilakeha, mis "peseb välja" kontaktvett ja/või õhu ligipääs prügila sisse.

Prügilagaasi koguseid prognoositakse võrdlusest prügilagaasi kogustega Pääsküla prügilas. Võrdluskoefitsiendiks on prügilatesse viimasel 7 tegevusaastal ladestatud segaolmejäätmete (ja teiste olulist metanogeneesi toetavate jäätmete) kaaluliste koguste suhe. Arvestatud jäätmekogused on toodud tabelis 3.

Tabel 3. Segaolmejäätmete ladestamise kogused Pääsküla ja Aardlapalu prügilates (tonnides) viimasel 7-l kasutusaastal.

199658	52452
219209	52550
168760	47983
170913	51707
161471	49727
155162	40760
72485	17100
1147658	312279

Massikoefitsient on 3,7, see tähendab Aardlapalu prügilasse ladestati perioodil 3,7 korda vähem jäätmeid võrreldes Pääsküla prügilaga.

Arvutati Pääsküla prügilas perioodil kogutud prügilagaasi kogused. Aardlapalu prügilas sulgemisjärgsel perioodil tekkiva prügilagaaside koguse prognoos saadi Pääsküla koguste jagamisel massikoefitsediga. Eraldi kalkuleeriti prügilagaasi teket prügila sulgemisele järgneval perioodil ja pikal stabiilsel metanogeneesi perioodil, kus arvestuslikuks aastaseks orgaanilise aine vähenemise koefitsendiks on 0,05 ehk igal aastal väheneb biogaasi kogus umbes 5%. Summerivad periooditabelid on tabelis 4.

Tabel 4. Aardlapalu prügila prügilagaasi produktsiooni prognoos aastateks 2011-2050. Võrdlusena on toodud Pääsküla prügila prognoos samaks perioodiks.

Aardlapalu prügila (10 x m³)	Pääsküla prügila (10 x m³)
154,700.0	266000.0
169,100.0	252700.0
170,000.0	240065.0
127,800.0	228061.8
87,200.0	216658.7
82,840.0	205825.7
78,698.0	195534.4
74,763.1	185757.7
71,024.9	176469.8
67,473.7	167646.3
64,100.0	159264.0
60,895.0	151300.8
57,850.3	143735.8
54,957.7	136549.0
52,209.9	129721.5
49,599.4	123235.5
47,119.4	117073.7
44,763.4	111220.0
42,525.3	105659.0

40,399.0	100376.1
38,379.0	95357.3
36,460.1	90589.4
34,637.1	86059.9
32,905.2	81756.9
31,260.0	77669.1
29,697.0	73785.6
28,212.1	70096.3
26,801.5	66591.5
25,461.4	63262.0
24,188.4	60098.9
22,979.0	57093.9
21,830.0	54239.2
20,738.5	51527.3
19,701.6	48950.9
18,716.5	46503.3
17,780.7	44178.2
16,891.6	41969.3
16,047.1	39870.8
15,244.7	37877.3
14,482.5	35983.4
2,090,433.0	4916315.3

Kogutava prügilagaasi prognoositud koguseks Aardlapalu prügilas on perioodil 2011-2050 ca 20 miljonit normaalkuupmeetrit, mis teeb keskmiseks oodatavaks metaani koguseks 10 miljonit normaalkuupmeetrit. Vahetult prügila sulgemise järgselt ulatuvad metaani kogused 800000-900000 normaalkuupmeetri aastas, kuid jäävad juba 10 aasta pärast eeldatavalt alla 350 000 normaalkuupmeetri aastas – alla 1000 normaalkuupmeetri päevas.

Kasutatud allikad

OÜAlkranel, Tartu Aardlapalu prügila sulgemisprojekti keskkonnamõju hindamine, aruanne, Tartu, 2008–2009

Pre-Feasibility Study of Landfill Biogas Potential: Pichacay Landfill Cuenca, Ecuador
Prepared for: Empresa Municipal de Aseo de Cuenca (EMAC) Prepared under: U.S.
Environmental Protection Agency, Landfill Methane Outreach Program
Contract: EP-W-06-22 TO 006 By: Eastern Research Group, Inc. and Carbon Trade, Ltd, 2007

FRANKLIN COUNTY SANITARY LANDFILL – LANDFILL GAS (LFG) TO LIQUEFIED
NATURAL GAS (LNG) – PROJECT Prepared for: National Renewable Energy Laboratory 1617
Cole Boulevard Golden, Colorado 80401, 2005

LANDFILL BIOGAS RECOVERY AND UTILIZATION AT THE DELTA A SANITARY
LANDFILL CAMPINAS, BRAZIL, FINAL ASSESSMENT REPORT FINAL ASSESSMENT,
REPORT, Prepared for: Urban Cleaning Department of Campinas Prepared under: U.S.
Environmental Protection Agency Landfill Methane Outreach Program Contract: EP-W-06-22
TO 008 By: Eastern Research Group, Inc. and MGM International Group, LLC, 2007



Part-financed by the European Union
(European Regional Development Fund
and European Neighbourhood and
Partnership Instrument)

Lisa 1 Bioloogilisi selgitusi ja soovitusi.

Pean oluliseks lisada järgnevad kirjallikud allikad:

Joseph C. Akunna, Kazi Hasan, Kenneth Kerr, Methodology for estimating the methane potential of a closed landfill, Proceedings of the 23rd International Conference on Solid Waste Technology and Management, Philadelphia, PA USA , 2008

AS Kobras, Tartu linna prügimäe keskkonnaseisundi uuring, köide I, Tartu, 1996

AS Kobras, Tartu linna Aardlapalu prügila reoveepuhasti ehitusprojekti keskkonnamõju hindamine, aruanne, Tartu, 2003

Aardlapalu prügila oli kasutusel ligi 40 aastat. Selle kasutusaja võib jagada kaheks oluliselt erinevaks perioodiks. 1. Perioodil toimus ladestamine ilma eriliste piiranguteta ladestavatele jäätmetele. Prügimassi ei tihendatud korrapäraselt. 2. perioodil, mis jääb valdavalt sellesse sajandisse toimus prügi oluline tihendamine. 1. perioodil ladestatud jäätmetele oli küllaltki sügavatesse kihtidesse pidevalt hea õhu ligipääs. 90-ndatest mäletavad tartlased prügilapõlenguid. Kirjeldatu võimaldas prügilas kindlasti toimuda aeroobsetel lagunemisprotsessidel.

Jäätmete ladestamine on toimunud ilma prügila põhja ehituseta. Prügi ladestati otse 2 meetri paksusele turbakihile. Uuringud on näidanud, et juba ammu ei ole võimalik kirjeldada eraldi turbalasundit prügila all. See on täielikult jäätmetega segunenud. Prügiladestu suuremaks suhteliseks kõrguseks on 19 meetrit.

Poldriala veetase on väga kõrge ja see ulatub absoluutkõrguses prügila ümber sageli 32 meetrini, mis on ka arvestuslik prügila 0 tase. Prügila keskosas on veesamba tõus keskmiselt 3 meetrit (absolutselt kõrgusele 35 meetrit). Kahjuks puuduvad siin viimase aasta andmed, sest midagi on juhtunud seirekaevuga VPK-5, mis **tuleb ehituse käigus kindlasti taastada**. Prügila **kehase tuleb ehitada seirekaev, mille põhi on kõrgemal vee tasemest prügilakeha sees**. Suuremat osa isegi seirekaevu(de)st võetud proovide puhul on alust arvata, et nad ei peegelda tegeliku kontaktvee koostist prügila sees (ega tegelikku nõrgvee koostist), sest 100 kordne erinevus mitmete analüütide kontsentratsioonides näitab segunemist ja lahjenemist pinnaveega,

valgveega ja isegi surveelise põhjaveega. Kuid ka siin võib tegeliku reostuskoormuse modelleerimisel lähtuda hoopis keskmisest sarnase olmejäätmete prügila nõrgvee koostisest. Ja sulgemise järgsed nõrgvee mahud on arvatavad juba lähtudes niisutamisel kasutatavatest vee hulkadest, kui veebilansi arvestatavamast osast. Hoopis keerulisem on hinnata surveelise vee läbipesu prügila põhjakihtidest ja sellega kaasnevat reostuskoormust. Töö teostaja arvates tuleb püüda **nõrgvesi kätte saada võimalikult kontsentreeritult**. Siis on võimalik selle efektiivsem puhastamine, mille juures saab sobivate komponentide lisamisega muuta vajalikus suunas isegi ainete bilanssi. Sama lähenemist on võimalik kasutada ka metaani produktsiooni suurendamiseks, aga jäägu see täna veel hea tuleviku ootuseks. Prügilagaasist energiat tootes saab aga soojust kasutada puhastusprotsessi efektiivsuse oluliseks tõstmiseks temperatuuri tõstmiseks. Mul ei ole vabaveelise järelduse vastu midagi. See peabki efektiivsele aktiivpuhastusele ilusaks krooniks olema. Iseasi kas selleks maad juurde vaja osta on (oli).

Prügila sulgemisprojektis on pakutud vertikaalset, keskkonnamõtjude hindamise aruandes horisontaalset gaasikogumissüsteemi. On selge, et mõlemal tehnoloogilisel lähenemisel on oma plussid ja miinused. Samas on selge, et tellija peab hankes soovitud gaasikogumise süsteemi kuidagi piiritlema. Ehituslikult on mõisteta, et vertikaalse gaasikogumise süsteemi rajamine on normaalselt teostatav ainult kasvavas prügilas. Ka mitmekihiline horisontaalne süsteem on mõeldav ainult kasvavas prügilas. Kui rääkida Aardlapalu gaasikogumise süsteemist, on see selle töö teostaja arvates **pigem kald-horisontaalsüsteem**, mis elimineerib horisontaalsüsteemi mitmed puudused (ma loodan, et asjatundjad saavad aru, mida ma mõtlen) ja selle parametreerimine torumeetrites, nende ruumilises planeerimises ja torusid ümbritseva sõreda kihi ulatuses on selgelt ette antavad. Sama puudutab ka niisutussüsteemi.

Töö autoril oli veel 1.märtsil lootus võtta nõrgveeproovid prügila seirekaevust, et hinnata tegelikke vedelfaasis tekkivaid gaasikoguseid gaasi produktsiooni potentsiaali testis. Kahjuks ei võimalda seda seirekaevuga toimunu. Seirekaevu ehitus oleks aga jätnud analüüside tegemisel lahjenduse ikkagi määramatuks.

Prognoosides toodud kogustest oluliselt suurem biogaasi produktsioon on ebatõenäoline. Pigem võib isegi sulgemisjärgne produktsioon jääda prognoositule alla, sest suletakse juba rohkem kui aasta jagu mitte töötavat prügilat ja gaasikogumise süsteemi saab ehitada ainult pinnakihti. Samas on Pääsküla prügila kogemusele toetudes võimalik mitmeid asju paremini teha, mistõttu ka esialgne gaasiproduktsiooni kiirem langus võiks olla väiksem.

Võttes prügilagaasi keskmiseks energiasalduseks tagasihoidlikuma 5 kWh/m^3 (tegelikkuses vahemikus $4 \dots 7 \text{ kWh/m}^3$) ja sulgemisjärgseks keskmiseks tootlikuseks **1 650 000 m³** prügilagaasi aastas, saame selle energiasalduseks **8250 MWh**. Rakendades maksimaalset veidi madalamaid kombijaama konversiooni kasutegureid, elektri puhul 36,5 ja soojusel 40% (Pääsküla praktilise kogemuse alusel; soojaga pole seal sesoonselt midagi teha), saame aastaseks elektritootmiseks ca **3000 MWh** ja soojusel **3300 MWh**.

Perioodilist vähenemist mitte arvestades võib Pääsküla prügila gaasi tootmise näitel öelda, et gaasiproduksioon kuude lõikes võib mõnikord erineda kuni 30%, kuid tavapärased erinevused jäävad 10% sisse.