

LISA 10. Katted

Traditsionaalsete katete puhul põhineb selle ehitus tavaliselt sisseimbumise vähendamisel, katte küllastunud tõkkekomponendi veejuhtivuse vähendamise teel. Neid kattedeid nimetatakse sageli tõkenditeks. Kui esmase materjalina kasutatakse tihendatud savi, nõuab küllastunud hüdraulilise juhtivuse vähendamine tavaliselt savi tihendamist veesisaldusel, mis annab tulemuseks küllastumisastme ~ 90 %. Paljudel juhtudel põhjustab savipinnase kuivatamine, eriti kuivas keskkonnas, savi pragunemist, mis võib viia katte kahjustumiseni.

Sademetrikkal ajal savi pealispind aga leondub ning tema omadused ei vasta esitatavatele nõuetele. Seetõttu tuleb valminud savi kiht võimalikult kiiresti kaitsta ilmastiku mõju eest, mis omakorda eeldab operatiivset kvaliteedi kontrolli ning tõkendi heakskiitmise protseduuri.

Alternatiivsed kattesüsteemid

Alternatiivseks valikuks võib olla kapillaartõkete, mida kasutatakse prügila lõppkatetena ja reostatud platside tervendamisel. Kapillaartõke tekib, kui küllastumata vool läbib suhteliselt jämedateralisel kihil lasuvat suhteliselt peeneteralist kihti - savi liival, möll kruusal ja liiv kruusal. Kapillaartõkkes jõuab allpool asuvasse jämedateralisemasse kihti ainult väike osa voolust, mis on seotud peeneteralist kihti läbiva veefrondiga. Kapillaartõkke efekt esineb, kui:

1. jämedateralisema kihi küllastunud veejuhtivus langeb madalamale väärtusele, kui peeneteralist kihi küllastumata hüdrauliline juhtivus, kui sissetõmme suureneb;
2. jääksissetõmme peeneteralistes kihis pärast veefrondi esimest läbimist on suurem, kui gravitatsioonijõud veefrondile.

Üldiselt suureneb kapillaartõkke mõju koos peeneteralist ja jämedateralisema kihi pinnaseomaduste erinevuse suurenemisega ning jääksissetõmme peenemateralises kihis jõuab maksimumini. Sellele vastupidiselt hävitab kihi täielik küllastumine algveeldumisfrondi liikumisel kogu jääksissetõmbe ja kapillaartõke ei toimi. Kapillaartõkkeid soovitatakse lõppkatetena kasutada üldjuhul suhteliselt väheste sademetega piirkondades - kuivas ja poolkuivas kliimas.

LISA 11. Lühiülevaade märgadest ehk bioreaktor-prügilatest

Ülevaade on antud järgmise allika põhjal:

The Solid Waste Manager's Guide to the Bioreactor Landfill. SWANA 2002.

Senini seadustatud, s.h. Eesti nn. prügilamääruse kohane, prügiladest sulgemise eesmärgiks on tagada, et jäätmed oleksid võimalikult "kuivad", nii et nõrgvett ja prügilagaasi tekiks võimalikult vähe. Sellised prügilad vajavad ligikaudu 30-aasta pikkust järelhooldeperioodi, s.t. selle aja jooksul tekib nõrgvett ja prügilagaasi olulistest kogustes.

Samas ei lagune selle aja jooksul prügilasse ladestatud orgaaniline aine täielikult, mistõttu jääb risk, et tänu kunstliku alusbarjääri materjalide võimalikule lagunemisele tekib keskkonna saastumine. Seetõttu on järjest enam hakatud otsima võimalusi, kuidas kiirendada orgaanilise aine lagunemist prügila tingimustes.

Lagunemise kiirendamiseks tuleb jäätmemassi niiskusesisaldust suurendada:

- a) rakendada nõrgvee tagasijuhtimist ladestusse;
- b) bioreaktor-prügila, kus ladestusse juhitakse lisaks nõrgveele ka sadevesi, lisatakse mitmesuguseid vedelaid jäätmeid, s.h. reoveeset - eesmärgiks saavutada jäätmete niiskusesisaldus 45...65 %
(tavaprügilasse ladestatavate jäätmete niiskusesisaldus on 10...30 %)

Bioreaktor-prügila uuringute eestvedajad on USA, Kanada ja Austraalia, kus sellealaseid uuringuid on tehtud juba 30 aastat. USAs on käivitatud üle 20 täismahus näidisprojekti.

Bioreaktor-prügila võimalikest alternatiividest on Pääsküla tingimustele kõige lähedasemad anaeroobsed biostabilisatsiooni protsessid, s.h. ringleva nõrgvee puhastusega nitrifikatsiooni teel (ammoniaakaalne lämmastik muudetakse nitraadiks ja seejärel bakterite poolt lämmastikuks).

Vee lisamiseks on mitmeid võimalusi, suletud prügilate puhul on rakendatavad:

- Vertikaalsed kaevud: vertikaalselt prügimassi paigaldatud perforeeritud torud on täidetud vettjuhtiva materjaliga; tavaliselt kasutatakse nõrgvee jm. lisamiseks sama süsteemi, mis prügilagaasi kogumiseks; suletud prügila puhul võib tekkida probleem, kui sügavale jäätmemassi saab torud paigaldada;
- pinnale rajatud tiigid: suletud prügiladest pinnale kaevatakse tiigid, mille kaudu vesi imbub jäätmemassi;
- pinnakraavid: paigutatakse suletud prügila pinnale 15...50 meetri kaugusel üksteisest, vertikaalselt vahe 6...7 m.

Niisutamisel on omad riskid:

- nõrgvesi võib koguneda prügimassi erinevate vettjuhtivate omaduste tõttu teatud kohtadesse (prügi heterogeense koostise tõttu lagunevad eri tüüpi materjalid erineva kiirusega ning ladestusse tekivad kanalid ja õõnsused; prügila tegutsemise käigus kasutatud päevase koguse kattematerjalid võivad olla olulisel määral vett mitteläbilaskvad ja lisatud vesi ei jõua alumistesse kihtidesse) ja lõpuks toimub vee läbimurre;
- prügila pinnakihtide stabiilsus väheneb ja võivad tekkida lihked (jäätmete mass suureneb, võivad tekkida struktuuraalsed muutused ja sisemise poorirõhu tõus), samas on need välditavad tavapärase geotehniliste võtetega.

Nõlvade lihe on esinenud vähemalt ühes näidisprojektiis.

Probleemide vältimiseks tuleb tagada, et lisatud vesi jaguneks kogu ladestus võimalikult ühtlaselt. Üks võimalikke tehnikaid on gaasi sundkogumine, mis imeb ühtlasi niisutusvett gaasikogumistorude suunas.

Prügilagaasi teke on otseselt seotud jäätmemassi niiskusesisaldusega. Bioreaktor-prügila puhul on gaasiteke kuni 2 korda suurem võrreldes 'kuiva' prügilaga. Seetõttu on vaja ka suuremaid kogumistorude diameetreid, kompressoreid, jne. Hinnanguliselt võib bioreaktorprügila anda kuni 80 % gaasi selle tekkepotentsiaalset, 'kuiva' prügila puhul on see ligikaudu 30 %.

Võimalikuks probleemiks on gaasi kogumistorude ülejutamise (esinenud ühes näidisprojektiis).

Suurem gaasiteke võib mõjutada ladestu nõlvasid ja katet, tekitades ülespoole suunatud surve, probleem süveneb, kui paigaldatakse geomembraan. Lahendus seisneb ajutises tuulutamises või gaasi intensiivses väljaimemises, kui paigaldatakse prügila katendit.

Lisa 12. Prügilagaasi teoreetiline teke

Prügi orgaanilise aine lagunemisprotsesside tulemusena tekib prügilagaas, mille põhikomponentideks on süsihappegaas (CO₂) ja metaan (CH₄), kusjuures metaani sisaldus on suurusjärgus 50...55 % (Tallinna Pääsküla prügila gaas sisaldab kohati kuni 60 % metaani). Samuti sisaldavad gaasid vähemal määral väävelvesinikku ja jälgedena, 10 ... 100 mg/m³, mitmesuguseid (üle 100 nimetuse) lenduvaid orgaanilisi ühendeid.

Emiteeritavat prügilagaasi kogust (m³/t) saab hinnata nt. Rettenbergi empiirilise valemi alusel (töötatud välja gaasile, milles 55 % metaani, 35 % CO₂ ja 10 % õhku):

$$G = 1.868 \times C (0.014d + 0.28) (1 - 10^{kt}),$$

kus:

G - gaasi kogutoodang ajahetkeni t, m³/t

C - orgaanilise aine sisaldus prügis, kg/t

d - temperatuur gaasi eraldumise tsoonis, °C

k - protsessi kiirust iseloomustav koefitsent

t - ladestamise aeg aastates.

Rettenbergi valemi alusel on leitud prügilasse ladestatud jäätmete maksimaalne gaasitekke potentsiaal, eeldades, et prügi sisaldab kuni 24 % orgaanilist ainet (Pääsküla prügila andmed) ja temperatuur kuhjatise sees on 20 ... 30 °C. Sel juhul on jäätmete gaasitekke potentsiaal 251.06 ... 313.82 m³/t, sellest metaanil 138.1 ... 172.6 m³/t, kui gaasis on metaani 55 mahu%.

Pügilast lähtuva prügilagaasi maksimaalse aastase koguse hindamiseks on kasutatud U.S. EPA tellimisel tehtud arvutusprogrammi (Landfill Air Emissions Model V2.1, Radian International LLC). Arvutusprogrammi abil on leitud prügilagaasi tekke ajaline jaotus, eeldades, et:

- 30 kasutusaasta vältel ladustati jäätmeid ühtlaselt 190'000 t/a;
- prügila gaas sisaldab mahuliselt 55 % metaani ja 45 % CO₂;
- protsessi kiirust iseloomustav konstant k = 0.05;
- metaani tekkepotsiaal on 170 m³ tonni prügi kohta.

Kasutatud mudel annab prügilagaasi emissioonimaksimumi ladestamise lõpetamise järgsel aastal, kus tekib 15'760 t/a metaani ja 35'390 t/a süsihappegaasi (mahuliselt vastavalt 23,63 miljonit m³ ja 19,33 miljonit m³). Lenduvaid orgaanilisi ühendeid (v.a. metaan) tekib 615,9 t/a. Arvestades, et Pääsküla prügilasse on küllaltki palju viidud inertset materjali, võivad tegelikult tekkivad prügilagaasi kogused olla oluliselt väiksemad. Tegelikud kogused peaksid selguma prügilagaasi seire käigus, kuid praegune seiresüsteem sisuliselt ei tööta.

LISA "I". Viited KMH aruande ülesehituse vastavuse kohta programmis toodule

Programmis toodud aruande ülesehitusele on lisatud aruande peatükkide viited, kus vastavat teemat kajastatakse.

KMH aruande üldosa:

- Hinnatava tegevuse eesmärgid: **ptk. 1**
- Prügila sulgemise vastavus kehtivatele planeeringutele, arengukavadele, jäätmekavadele ning keskkonnakaitse alaste õigusaktide nõutele: **ptk. 1, ptk. 3.3. Tabel 8, ptk. 4.4**
- Hindamisprotsessi kirjeldus ja protsessis osalejad (**ptk. 5**)
- Hindamiseks kasutatavad meetodikad ja hindamiskriteeriumide valik (**ptk. 5**)

KMH aruande kirjeldav osa:

- Pääsküla prügila üldiseloostus (kliimaatilised, geoloogilised ja hüdrogeoloogilised tingimused, prügiladestu iseloostus, s.h. muudatused lademe kõrguses ja ulatuses võrreldes viimaste uuringutega): **ptk. 3.1; 2.1-2.4.**
- Olemasoleva seiresüsteemi kirjeldus, kontrollkaevude ning puuraukude säilitamise ja nõuetekohase likvideerimise vajadus; **ptk. 2.1-2.4, ptk. 7**
- Seniste prügilat käsitlevate tööde põhitulemused: kirjeldatud vastavate teemade juures 2. ja 3. peatükis, varustatud viidetega

KMH aruande hindav osa:

- Hinnang pinna- ja nõrgvee formeerumisele. (**ptk. 3.1.1**) Sellest tuleneva negatiivse mõju leevendamise meetmed. (**4.2.3 - 4.2.5**)
- Prügilagaasi kogumissüsteemi lahendus (**ptk. 3.1.2.**) ja selle efektiivsus (**ptk. 4.2.6**)
- Prügilast tulenevate häiringute (tolm, hais, närilised, linnud jms) väljaselgitamine (**ptk. 2.4**), hindamine ja leevendavate meetmete väljapakkumine (**ptk. 4.3**).
- Ehitusaegsete mõjude (materjalide transpordi ja vaheladustamise tingimused, müra, haljastus, heakorrastus, jne) väljaselgitamine, hindamine ja leevendavate meetmete - täiendavate nõuete väljapakkumine. (**ptk. 4.1**)
- Suletud prügila edasised maakasutusvõimalused: **ptk. 4.2.9**

- Sulgemisega kaasnevad sotsiaalmajanduslikud mõjud (kinnisvaraturg (ptk. 4.3-9), puhkemajandus, asotsiaalid (ptk. 4.3-6)), s.h. surveleise põhjavee taseme säilitamise vajadusest tingitud piirangud arendustegevusele (ptk. 4.3-1)
- Sulgemise keskkonnaökoonoomiline analüüs – *antud hanke tingimustes ei ole rakendatav (ptk. 4.4)*
- Prügilä muude järelhooldustoimingute väljaselgitamine: ptk. 4.5.
- Olemasolevad ja kavandatavad rajatised ja muud tehnogeensed objektid: ptk. 4.2.9
- Seire sageduse ja ulatuse määramine: ptk. 7
- Visuaalne mõju ja maastikuaspektid – ptk. 4.2.9
- Võimalike alternatiivsete lahenduste väljapakumine, omavaheline võrdlus ja vajadusel vastavate leevendavate meetmete väljapakumine ptk 4.2, 4.1s.h.:
 - prügiladestu kujundamine (nõlvused), kattematerjalid, tehnilised meetmed nõlvade stabiilsuse tagamiseks
 - hinnag pinnasevee horisontaalsete voolutõkete rajamise vajadusele ja võimalikele mõjudele
 - kogutud nõrgvee ja pinnasevee ärajuhtimise tingimused Tallinna linna heitveepuhastile, tinglikult saastumata sadevete alternatiivsed käitlemisvõimalused.