

MTT RAPORTTI 28

Lietelannan varastointi maanvaraisissa tiivistetyissä altaissa Suomen olosuhteissa

Maarit Hellstedt ja Teemu Ala-Kleme



**Lietelannan varastointi maanvaraisissa
tiivistetyissä altaissa Suomen olosuhteissa**

Maarit Hellstedt ja Teemu Ala-Kleme

ISBN: 978-952-487-334-5
ISSN 1798-6419
<http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti28.pdf>
Copyright: MTT
Kirjoittajat: Maarit Hellstedt ja Teemu Ala-Kleme
Julkaisija ja kustantaja: MTT Jokioinen
Julkaisuvuosi: 2011
Kannen kuva: Teemu Ala-Kleme

Lietelannan varastointi maanvaraisissa tiivistetyissä altaissa Suomen olosuhteissa

Maarit Hellstedt¹⁾ ja Teemu Ala-Kleme²⁾

¹⁾MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Kampusranta 9C, 60320 Seinäjoki

²⁾MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen

Tiivistelmä

Tilakokojen kasvun myötä myös tiloilla tuotetut lantamäärät kasvavat. Samanaikainen kannattavuuden heikentyminen edellyttää myös lietelannan varastointiin halvempia ratkaisuja. Yksi tällainen on lietelannan varastointi erilaisilla kumeilla ja muovisilla tiivistyskelmuilla tiivistetyissä maanvaraisissa altaissa. Tässä YM:n ja MMM:n rahoittamassa hankkeessa selvitettiin, ovatko tiivistetyt maanvaraiset lietealtaat ympäristöriskien kannalta hyväksyttäviä rakenteita.

Kaikkien lantavarastojen rakentamista meillä ohjeistaa MMM:n RMO-C4 ja YM:n kotieläintalouden ympäristönsuojeluohje. Meillä ennakkohyväksytyt tiivistyskalvomateriaalit täyttävät standardin SFS-EN 13361 vaatimukset. Materiaalitoimittajien tiivistekalvon mukana toimittamat ohjeet ovat rakentamisen työohjeista. Ne ovat selkeitä ja piirroksia ja kuvat yksityiskohdista helpottavat asian ymmärtämistä. Ne eivät kuitenkaan sinällään riitä rakentamisen toteutukseen, sillä lisäksi tarvitaan asemapiirros ja esim. rakenteelliset yksityiskohdat tulee suunnitella sijaintipaikan ja sen maaperän mukaan.

Tutkimuksessa läpikäyty ulkomainen ohjeistus korostaa ammattimaisten toimijoiden, suunnittelijoiden, toteuttajien ja valvojien merkitystä ja tarpeellisuutta. Suunnitelmien lisäksi varastoaltaan rakentajan on selvitettävä, että projekti täyttää sille ympäristönsuojelullisesti asetettavat ehdot. Joissain maissa on käytössä erillinen lomake, jossa rakennushankkeen ympäristönsuojelulliset näkökohdat arvioidaan.

Lannanvarastoaltaita rakentaneet viljelijät pitivät allasratkaisua hyvänä ja edullisena varastointivaihtoehtona. Tarkastetut tiivistetyt varastoaltaat oli rakennus- ja materiaaliteknisesti toteutettu pääosin hyväksyttävällä tavalla. Yhden altaan penkereiden liikkuminen viittasi riittämättömään maakerrosten tiivistämiseen tai niiden liikkumiseen, minkä riski olisi voitu havaita maaperätutkimuksella. Kaksi altaista oli rikkoontunut lietteen sekoittamisen yhteydessä, koska altaan pohjalla ei oltu suojattu riittävästi.

Maanvaraisten tiivistettyjen varastoaltaiden salliminen edellyttää niiden suunnittelun tason nostamista. Erityisesti maaperätutkimuksen tekeminen tulee olla vakiotoimenpide. Kyseisen tutkimuksen tulokset vaikuttavat sijoituspaikan valintaan, altaan korkeussuhteisiin ympäröivään maastoon ja vallitsevaan pohjaveden tasoon nähden sekä työmenetelmien esim. tarvittavien masanvaihtojen, tasauskerrosten ym. valintaan. Työohjeessa tulee painottaa penkereiden tiivistyksen tärkeyttä niiden vakauden varmistamiseksi. Malliratkaisut ja ohjeet huoltotason (sekoitus/tyhjennys) sijoittamisesta, rakenteista ja mahdollisista kiinnityksistä ovat avuksi. Myös mahdollisten ylivuotojen järjestäminen tulee ohjeistaa, koska suunniteltu ylivuodon ohjaus on ympäristön kannalta huomattavasti hallitsematonta parempi. Varastoaltaille tarvitaan myös hoito-ohjeet, jotka nyt täysin puuttuvat. Altain vaurioitumisriskin pienentämiseksi sekä käyttöiän maksimoimiseksi hoidon ja käytön ohjeistus on tarpeen. Lisäksi varastoaltaan purku, kun sen käyttöikä päättyy tai se jostain muusta syystä poistetaan käytöstä, tulee ohjeistaa.

Avainsanat:

Lanta, liete, lannan varastointi, maanvaraiset tiivistetyt varastoaltaat

Alkusanat

Kotieläintilojen yksikkökoot ovat kasvaneet huomattavasti viimeisten kuluneiden kymmenen vuoden aikana. Samalla ovat kasvaneet tilojen tuottamat lantamäärät. Kun toisaalta tilojen taloudellinen tulos on koko ajan heikentynyt, on kaikissa tuotannon osissa tarvittu kustannussäästöjä. Myös lietelannan varastointiin on etsitty halvempia, perinteisen betonisäiliön korvaavia ratkaisuja. Yksi tällainen on lietelannan varastointi erilaisilla kumeilla ja muovisilla kelmuilla, kuten butyyli-, EPDM -kumi tai PVC -muovi, tiivistetyissä liete- ja virtsa-altaissa.

Parhaan käytettävän tekniikan vertailuasiakirjan mukaan (European Commission 2003) mukaan (kpl 5.2.5 manure storage) kalvolla tiivistetyt laguunit ovat yhtä käyttökelpoisia lietelannan varastointiin kuin lietesäiliöt, kun ne varustetaan vuotojen tarkkailujärjestelmällä. Monissa tilaisuuksissa on kuitenkin tuotu esille laguuneihin liittyviä ongelmia ja jopa halu kieltää kyseisen menetelmän käyttö lietelannanvarastoinnissa.

Tämän hankkeen tavoitteena on ollut selvittää, miksi laguunityyppiset maanvaraiset tiivistetyt lannan varastoaltaat ovat meillä hajonneet jopa vain parin vuoden käytön jälkeen, kun ne monessa muussa Euroopan maassa ovat olleet jo pitkään menestyksellisesti käytössä. Hankkeen tarkoituksena on ollut myös selvittää maanvaraisten tiivistettyjen lannan varastoaltaiden rakentaminen ohjeistamisen tarkentamistarpeet, jotta jatkossa vältetään rakenteiden sortumisilta ja niiden aiheuttamilta ympäristöriskeiltä.

Tutkijat haluavat kiittää hanketta rahoittaneita Maa- ja metsätalousministeriötä/Maatilatalouden kehittämisrahastoa ja Ympäristöministeriötä, jotka ovat mahdollistaneet tämän selvityksen tekemisen.

Sisällysluettelo

1 Katsaus ulkomaiden tilanteeseen.....	6
1.1 Yleinen suhtautuminen laguunityyppiseen lannan varastointiin sekä mahdolliset todetut ongelmat ..	6
1.1.1 Italia	6
1.1.2 Kreikka.....	6
1.1.3 Ruotsi.....	6
1.1.4 Tanska.....	6
1.1.5 Kanada	7
1.1.6 USA	7
1.2 Rakentamisen ohjeistus.....	8
1.2.1 Italia	8
1.2.2 Ruotsi.....	8
1.2.3 Tanska.....	8
1.2.4 Kanada	9
1.2.5 USA	9
1.3 Maanvaraisten varastoaltaiden hajuhaitan ehkäisy ja kattaminen.....	11
1.4 Tutkimuksia maanvaraisista lannan varastoaltaista ja niiden toiminnasta	12
1.5 Yhteenveto ulkomaisesta aineistosta.....	14
2 Maanvaraisten tiivistettyjen altain ohjeistus ja materiaalitoimittajat Suomessa.....	15
2.1 Virallinen ohjeistus	15
2.2 Suomalaisten materiaalitoimittajat ja heidän toimittamansa ohjeistus.....	15
2.3 Arvio valmistajien/maahantuojien materiaaleista ja ohjeistuksesta	17
3 Maanvaraisten varastoaltaiden ongelmien yleisyys sekä tarkastuskäynnit maatiloilla	18
3.1 Maanvaraisten varastoaltaiden ongelmien yleisyys	18
3.2 Maatilakäynnit	19
3.2.1 Tila 1	19
3.2.2 Tila 2	20
3.2.3 Tila 3	21
3.2.4 Tila 4.....	22
3.2.5 Yhteenveto tilakäynneistä	23
4 Johtopäätökset ja suositukset.....	25
5 Lähteet.....	26

1 Katsaus ulkomaiden tilanteeseen

Tietoa siitä, onko muissa maissa käytössä laguunityyppisiä altaita ja, jos on, niin miten niiden rakentaminen on ohjeistettu, hankittiin Euroopan osalta sähköpostikyselyillä. Kysely lähetettiin kahdeksan maan edustajalle (Italia, Belgia, Saksa, Ruotsi, Portugali, Espanja, Kreikka, Irlanti). Vastauksia saatiin kolmesta maasta. Tämän lisäksi etsittiin lannan varastoaltaita koskevaa tietoa netistä Tanskan, Kanadan ja USA:n osalta.

1.1 Yleinen suhtautuminen laguunityypiseen lannan varastointiin sekä mahdolliset todetut ongelmat

1.1.1 Italia

Maanvaraiset lannan varastoaltaat eivät ole vallitseva varastointimenetelmä Italiassa, mutta ne sallitaan, ja niitä on rakennettu. Maanvaraiset varastoaltaat ovat sallittuja Pohjois-Italiassa Po-joen laaksossa, jossa on eniten kotieläintuotantoa, johtuen alueelle kertyneistä paksuista savikerroksista. Pelkästään maahan kaiveutut altaat olisivat teoriassa mahdollisia, mutta tavallisesti altaihin rakennetaan kerros vedenpitävästä materiaalista. Maanvaraisten altaiden vuototapauksia ei ole selvitetty, mutta pääsääntöisesti vuototapauksissa säiliöön on lisättävä uusi vedenpitävä kalvo. Määräykset riippuvat alueellisista laeista ja säännöistä. V.2006 on hyväksytty hallituksen (Ministry of Agriculture) antama lakiesitys, joka yhtenäistää alueellisia lakeja sekä sopeuttaa tilanteen EU:n nitraatti direktiiviä. (Zappavigna 2010)

1.1.2 Kreikka

Kreikassa kaikki maatilojen nestemäiset jätteet varastoidaan avoimissa anaerobisissa laguuneissa, menetelmä kopioitu USA:sta. Kaikki laguunit on rakennettu ilman tiivistyskalvoa ja ovat laillisia. Kreikassa ei siten ole minkäänlaista kokemusta kalvoilla tiivistetyistä maanvaraisista lannan varastoaltaista, joskin kyseisen tyyppisiä altaita käytetään kasteluveden varastointiin. Muovikalvolla tiivistetyt laguunit tullevat jatkossa käyttöön myös Kreikassa, joten tällaisen tutkimuksen tulokset ovat arvokkaita. (Georgakakis 2010)

1.1.3 Ruotsi

Erityyppisiä tiivistettyjä maanvaraisia lanta-altaita on käytetty Ruotsissa noin vuodesta 1980 alkaen. Kyseisen tyyppisiä altaita käytetään nykyään ja käytettiin silloinkin, koska ne ovat suhteellisen edullisia verrattuna perinteisiin betonirakenteisiin. Mitään systemaattista arviointia näiden säiliöiden toiminnasta ei ole tehty, mutta epäilemättä joitakin vaurioitumisia ja vuotoja on esiintynyt joissakin paikoissa. (Nilsso-nin 2010)

Ainoa tyyppi hyväksytty maanvarainen allastyyppe on tiivistekalvolla varustettu. Maanvaraiset varastoaltaat voivat olla pyöreitä tai suorakulmaisia. Käytetty tiivistekalvo (butylikumi) toimitetaan tehtaalta valmiiksi määrämittäisiin hitsattuna ja levitetään tasapohjaiseen maakuoppaan, jonka pinnassa on luon-nonsoraa. (Lantbruksstyrelsen 1982)

1.1.4 Tanska

Tanskassa on rakennettu allastyyppejä lietelantavarastoja 1970-luvulta lähtien. Vuosina 1975-1985 rakennettiin Tanskaan noin 200 maanvaraista allasta. Niiden varastointitilavuus oli suhteellisen pieni. (Hviid & Høy 2004)

1.1.5 Kanada

Pohjois-Amerikassa lantalaaguunit ovat vallitseva lannan varastointitapa. Kanadassa ohjeet ovat osavaltiokohtaisia. Esimerkiksi Manitobassa koosta riippumatta lantasaäiliön rakentaminen, muutos tai laajentaminen vaatii luvan. Kaikki tutkimukset, suunnitelamat ja rakennusaikainen neuvonta sekä lopputarkastus (final certification) pitää olla ammattimaisen insinöörin, joka on rekisteröity Manitobassa, suorittamia. Kaksialtaista maanvaraisista varastointijärjestelmää käytetään enenevässä määrin suurissa säiliötilavuukissa. Ensimmäisessä pienemmässä altaassa, jonka tilavuus on 25-30% koko tilavuudesta, kiintoaine laskeutuu ja jälkimmäisessä altaassa on pääosin nestettä. Yleensä vain ensimmäistä allasta pitää sekoittaa, joten sekoitus aika muodostuu lyhyemmäksi ja siten sekoituksesta aiheutuva hajuhaitta jää pienemmäksi. Joillakin alueilla jopa kalvolla tiivistetyt altaat eivät ole mahdollisia, jolloin betoniset tai teräksiset säiliöt ovat vaihtoehtoina. (Government of Manitoba 2007)

Manitobassa käytetään sekä maahan kaivettuja lantavarastoja että laguuneja, jotka siis eivät ole yksi ja sama asia. Laguuneja käytetään jätevesien käsittelyyn ja ne ovat huomattavasti suurempia, koska niissä tapahtuu biologinen puhdistusprosessi. Laguuneissa käsitelty vesi voidaan johtaa ojaan tai muualle pintavesiin, mutta lantaa ei voida koskaan johtaa pintavesiin. Maahan kaivetut lantavarasto voidaan edullisesti rakentaa jopa 400- 500 päivän varastointitarpeelle. Molemmat menetelmät ovat ympäristönsuojelullisesti hyväksyttäviä vaihtoehtoja, kun maaperäolosuhteet ovat sopivat. (Government of Manitoba 2005)

1.1.6 USA

USA:ssa (Pfoest et.al. 2007) laguunit määritellään allasmaisiksi maahan kaivetuiksi säiliöiksi, jotka mitoitetaan siten, että ne mahdollistavat eläinten jätteiden biologisen käsittelyn ja pitkäaikaisen varastoinnin. Laguunien bakteerikanta voi olla kolmenlainen –anaerobinen, aerobinen tai valinnainen (hapellinen tai hapeton elinolosuhde). Anaerobiset laguunit ovat huomattavasti pienempiä kuin aerobiset, jotka on suunniteltu pidemmälle etenevään käsittelyyn vähemmällä hajunmuodostuksella. Koska aerobiset laguunit tarvitsevat lannan käsittelyyn valtavasti pinta-alaa, lähes kaikki eläintuotannossa käytettävät laguunit ovat anaerobisia. Anaerobinen laguuni on käyttökelpoisen kokoinen ja hintainen kompromissi varastosäiliöiden ja aerobisten laguunien välillä.

Em. julkaisun mukaan anaerobisella laguunilla on seuraavia etuja ja haittoja.

Anaerobisen laguunin etuja:

- lanta voidaan käsitellä hydraulisesti
- korkea stabilointiaste vähentää hajuja levityksen aikana
- korkea typen hävikki vähentää levitysalaa (Tähän suhtauduttaneen Suomessa erilailla)
- pitkäaikainen varastointi mahdollista kohtuullisin kustannuksin

Anaerobisen laguunin haittoja:

- yleinen käsitys voi olla, että laguuni on avoin lantasaäiliö
- epämiellyttävää hajua saattaa muodostua vuodenaikojen vaihtuessa ja keväällä biologisen toiminnan käynnistyessä talven jälkeen.
- ravinteiden käyttökelpoisuus on rajallinen (N:n denitrifikaatio ja P:n saostuminen pohjalle)
- Mahdolliset kustannukset, kun pohjalle saostunutta kiintoainetta poistetaan, jos sitä ei ole sekoitettu tyhjennysten yhteydessä riittävästi.

Missourissa suositellut etäisyydet naapureihin perustuvat eläinyksikköihin. Edullisen laguunin rakentaminen edellyttää, että rakennuspaikka on sopivaa savimaata, jollainen sisältää vähintään 30 % hienoaainesta. Jos pohjamaa ei ole sopivaa, on sitä parannettava lisäämällä siihen esim. bentoniittia tai lipeätuhkaa (soda ash).

1.2 Rakentamisen ohjeistus

1.2.1 Italia

Italiassa edellytetään joitakin etukäteistoimia ennen lannan varastoaltaiden rakentamista:

- 1) maaperätutkimus, joka osoittaa että savikerroksen paksuus ja sen vedenläpäisykerroin takaavat turvalliset rakentamisolosuhteet;
- 2) kuivatusoja edellytetään kaivettavan säiliön ympäri sekä joitakin kaivoja, joista voidaan ottaa ja analysoida mahdollisia vuotovesinäytteitä.

Maanvaraisten varastoaltaiden pohjamaan vedenläpäisystä on Italiassa voimassa seuraavat rakenteelliset vaatimukset:

- Vedenläpäisykerroin $K < 1 \cdot 10^{-7}$ cm/s, pohjamaa on tiivistettävä 50 cm paksuisena kerroksena.
- Vedenläpäisykerroin $K < 1 \cdot 10^{-6}$ cm/s, pohjamaa tiivistetään kuten edellä ja tiiviys on tarkastettava joka 10. vuosi.
- Vedenläpäisykerroin $K > 1 \cdot 10^{-4}$ cm/s tiivistetään allas geomembraanilla, jonka läpäisykerroin on korkeintaan $1 \cdot 10^{-6}$ cm/s ja sen alle tulee tehdä 30 cm tiivistetty maakerros

1.2.2 Ruotsi

Ruotsissa The Swedish Board of Agriculture, SJV on laatinut tyyppipiirustuksia ja teknisiä selityksiä 1980-luvulla, joihin sisältyi myös rakentamiselta edellytettäviä vaatimuksia. Ohjeiden (Landbrugsstyrelsen 1974) mukaan pohjaveden pinnan tulee olla 1,0 m altaan pohjan alapuolella. Ilman kalvoa rakennettavan altaan pohjamaan vedenläpäisy saa olla maksimissaan 3×10^{-7} m/sek. Lisäksi alle 0,075 mm hienomateriaalin osuuden on oltava vähintään 15% alle 5,6 mm materiaalin kokonaisuudesta. Jos pohjamaan tiiveys ei riitä:

- voidaan säiliön pohja ja maavallit peittää tiivistysmaakerroksella, jonka paksuus on 0,4 m ja joka on hyvin tiivistetty.
- voidaan säiliön pohja ja maavallit peittää kumikalvolla, jonka paksuus on 1,5mm
- jos pohjamaa on kitkamaata, voidaan sen tiivistämiseksi siihen sekoittaa bentoniittityyppistä savea.

Nykyään pelkästään maantiiviyyteen perustuvia ratkaisuja ei hyväksytä.

1.2.3 Tanska

Tanskassa edellytetään lannan varastoaltaita rakennettaessa seuraavat asiakirjat (Hviid & Høy 2004):

- asemapiirros, josta ilmenee varastoaltaan koko (mittakaava), veden virtaussuunnat, vesien johtaminen ym.
- varastoaltaan pohjapiirros ja leikkaukset
- rakentamisen ohjauskaavake (Landbrukets byggeblad 103.0430) täytettynä
- selvitys siitä, että projekti täyttää ehdot, jotka on esitetty em. rakentamisen ohjauskaavakkeessa
- geotekniikkaan erikoistuneen tutkimuslaitoksen/yrityksen tekemä pohjatutkimus
- alueen hydrogeologinen selvitys
- käyttäjän ohjeet
- seurantasuunnitelma

Edellämainittu Landbrukets byggeblad 103.04-30 (Dansk Landbrugsrådgivning 2003) rakentamisen ohjauskaavake maanvaraisille polymeerimembraanilla tiivistetyille lannan varastoaltaille sisältää seuraavat täydennettävät kohdat:

- luiskakaltevuudet, täyttörajat ym. mitat
- materiaalivaatimukset membraanille sekä alusrakenteelle
- ohjeet täyttö- ja sekoitusputken rakenteesta ja mitoista
- kuivatus- ja näytteenottojärjestelmän kuvaukset
- hydrologinen selvitys lannan varastoaltaan sijoituspaikasta (mallikaavake)
- purkuohjeet (sitten kun altaan käyttö päättyy)

1.2.4 Kanada

Manitobassa laguunimaisen lannan varastoaltaan sijoittaminen perustuu eläinyksiköihin kuten USA:n Missourissa. Lisäksi huomioidaan lähistöllä olevan asutuksen määrä, liite 1. Kaikissa tapauksissa vaaditaan pohjatutkimusta geologisen ja hydrologisen tilanteen arvioimiseksi lantavaraston rakennuspaikalla. Maanvaraiset lantalat voi olla tarpeen tai ne on välttämätöntä tiivistää savella tai synteettisellä materiaalilla ja varustaa tarkkailukaivoilla, sijoituspaikoissa, joissa pohjaveden pinta on korkealla (an aquifer is shallow). Näissä tapauksissa voidaan edellyttää myös säiliöiden läpäisevyyden (seepage) tarkkailua. Kun lantavaraston pohjan etäisyys pohjaveden pintaan tai rikkonaiseen kallioon on alle 5 m, tulee pohjamaa vedenläpäisevyyden olla 10^{-7} cm/s tai vähemmän.

Varastoaltaan sisäluiskien kaltevuuden tulisi olla 1:3 tai 1:4 ja ulkoluiskien kaltevuuden 1:5, jotta luiska voidaan nurmettaa, ja jotta hoito- ja tyhjennyskalustolla päästään liikkumaan. Traktoreja ja pumppuja varten maavallin päällyksen tulee olla vähintään 2,4 m leveä. Betoniset rampit ja sekoittimen laskualustat estävät pumppukaluston aiheuttamat vauriot ja sekoittamisesta ja tuloputken virtauksesta aiheutuvan materiaalin irtoamisen. Sekoituslaitteita pitää siirtää 30 m välein säiliön kehällä, jotta liete ja laskeutunut kiintoainesekoittuvat ja altaan pohja tyhjenee. Jokaisessa sekoituspaikassa pitää olla betoninen ramppi ja sekoitusalue. (Government of Manitoba 2007)

Lantavarastoksi luetaan säiliö tms., jossa lantaa on varastoitu pidempään kuin 30 päivää. Maanvaraisen lantavaraston käytöstä poistamiseksi on tehtävä suunnitelma, joka hyväksytetään viranomaisilla. Jos nämä hyväksyvät suunnitelman, siitä annetaan päätös, joka voi sisältää ohjeita ja ehtoja.

Lantavaraston käytöstä poistamissuunnitelman sisältö on tarkkaan määritetty. Erityisesti alueen maisemointi on ohjeistettu. Erikseen annetaan ohjeet vielä maanvaraisen lantäsäiliön purkamisesta ja mahdollisen käytetyn tiivistekalvon käsittelystä. Lisäksi tarkastuskaivot edellytetään pidettävän kunnossa jälkitarkkailua varten. (Government of Manitoba 2010)

Albertassa on annettu seuraavanlaisia lannan varastoaltaan sijoitus- ja suunnitteluperusteita (Government of Alberta 2001):

- Lietelanta-altaan pohjan on oltava vähintään 1m korkeimman tiedossa olevan korkeimman vedenpinnantason (seasonal high water table) yläpuolella
- maavallien kaltevuus ei saa olla jyrkempi kuin 1,5:1.
- valumavesien pääsy säiliöön on estettävä.
- vähintään 10 metrin kerros yhtenäistä luonnonmateriaalia, jonka vedenläpäisevyys ei ole suurempi kuin 1×10^{-6} cm/sek, pitää olla säiliön pohjan ja ylimmän havaitun pohjaveden lähteenä olevan pohjaveden välillä. Tai vaihtoehtoisesti tulee käyttää materiaalia, joka tuottaa samantasoisien tai paremman suojaustason ja jonka suunnittelun ja toteutuksen on hyväksynyt ammattitaitoinen insinööri.
- vuotojen seurantaa voidaan edellyttää.

1.2.5 USA

Lanta-altaihin sovelletaan soveltuvin osin standardia ASAE EP393.3 DEC 1998 (R2009) (ASABE 2009b). Sen mukaan ennen varastoaltaan (holding pond) rakentamista on tehtävä perusteellinen maaston ja maaperän tutkimus, jossa selvitetään fysikaaliset ominaisuudet ja maaperän soveltuvuus sekä varastoal-

taan perustamistapa. Maaperän läpäisevyydelle ei anneta läpäisevyyden raja-arvoa, kuten ei ANSI/ASEA EP403.3:ssäkään (ASABE 2009a).

Standardissa mainitaan myös vaillinaisen tyhjentämisen mahdollisuudesta seuraavaa: Jos laitokselta ei edellytetä altaan täydellistä tyhjentämistä, altaan pohjalle pitäisi sallia jättää 0.60 m kerros, johon altaan sakkaa kerääntyy ja joka huomioidaan altaan mitoituksessa. Jotta tätä sakkaa ei kerääntyisi liikaa, tulisi harkita lietteen separointia ennen altaaseen siirtoa.

Altaan pohjan korkeudesta todetaan, että pohjan tulisi olla pohjaveden pinnan yläpuolella tai varustettu salaojituksella. Lisäksi pohjan tulee olla 0.9 m peruskallion yläpuolella. Lisäksi sekoittamisesta ja tyhjentämisestä todetaan, että allas tulee varustaa pumppaustasanteella, seinällä tai kaltevaan luiskaan perustuvalla pääsyllä sekoitusta ja tyhjennystä varten. Maanvaraisissa varastoaltaissa tulee käyttää betonisia rampeja.

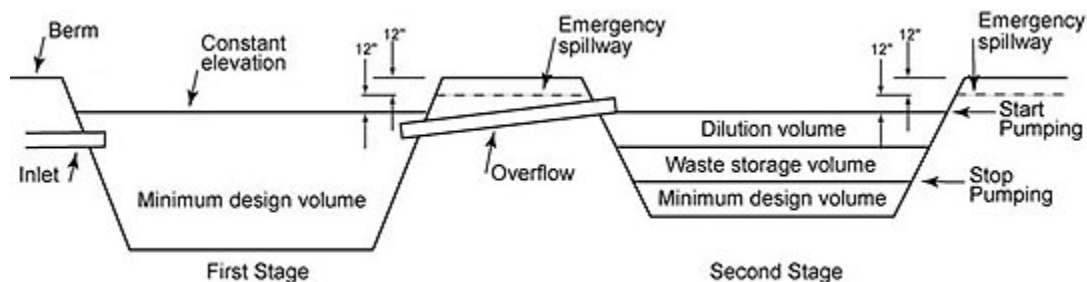
Esimerkiksi Missourissa (Pfoest et.al. 2007) annetaan ohjeet tarvittavan varastointitilavuuden laskemiseksi tilavuusosioittain, liite 2. Myös eri kotieläinryhmille 365 päivän varastointiin tarvittavat laguunikoot on taulukoitu esimerkinomaisesti. Tarkemmin laguunin mitoitus/suunnittelun yksityiskohdat on esitetty standardissa ASEA EP403.3. (ASABE 2009a)

Laguunin muotona ympyrä tai nelikulmio helpottaa sekoitusta ja on yleensä edullisin rakentaa. Myös suorakulmion muotoisia laguuneja käytetään, mutta pituus-leveys suhteen pitäisi olla enintään 3:1. Vähimmäissyvyyden pitäisi olla 8 jalkaa (noin 2,4 m), joskin 8-20 jalan (2,4-6 m) syvyiset altaat ovat tyyppillisiä eläinmäärästä, valumavesimäärästä, luiskakaltevuudesta ja pohjamaan geologiasta riippuen. Syvät laguunit antavat seuraavia etuja:

- pienempi pinta-ala vaatii vähemmän rakennusalaa
- pohjalta nousevat ilmakuplat sekoittavat paremmin laguunia
- vähemmän hajua
- vähemmän ammoniakkihäviöitä ilmakehään
- tehokas mekaanisen ilmastuksen hyödynnys

Mitä syvempi laguuni on, sitä paksumpi tiivistyskerros vaaditaan. Tyypillinen vaadittava vedenläpäisykerroin on 1×10^{-7} cm/sek.

Laguunien vesifraktiota voidaan hyödyntää huuhtelulannanpoistojärjestelmissä. Kierrätyspumppujen syöttökorkeus on yleensä noin 60 cm yläpinnan alapuolella, jotta pinnalle muodostuvaa kuorta ei rikota. Syöttöpaikka sijoitetaan mahdollisimman etäälle altaan täyttöpaikasta. Jotkut laitetoimittajat ottavat kierrätysveden jälkimmäisestä altaasta (kuva 1), jotta hajun ja patogeenien siirtyminen tuotantorakennukseen olisi mahdollisimman pientä. Lisäksi järjestelyllä pienennetään kiintoaineen kertymistä kierrätysputkistoon. Kaksiosainen laguunijärjestelmä voidaan ottaa käyttöön myös silloin, kun tarvitaan lisävarastointitilaa karjakoona kasvaessa.



Kuva 1. Kaksiosaisen anaerobisen laguunin periaatepiirros

Anaerobisen laguunin standardissa ANSI/ASEA EP403.3:ssa (ASABE 2009a) esitetyt suunnittelukriteerit, joita osin voidaan soveltaa myös Suomen olosuhteisiin, ovat seuraavanlaisia:

- 1) Hyvin toimivan laguunin lopullisen suunnitelman muoto vaihtelee laajasti, koska ilmastolliset sijoituspaikan olosuhteet ovat erilaisia
- 2) Sijoittaminen: huomioitava hajun muodostuksen ja pohja veden saastuttamispotentiaalit sekä käytön edellyttämät vaatimukset.
 - a. mahdollisen hajuhaitan takia laguuni tulisi sijoittaa vähintään 400m etäisyydelle asunnoista ja muista kohteista, joissa oleskellaan (kyseisen tilan ulkopuolisia)
 - b. vallitseviin tuuliin nähden laguuni pitäisi sijoittaa siten, että tuuli levittäisi ja kuljettaisi hajut pois päin asutuksesta. Siten paikallisia matalia paikkoja (laaksoja) tulisi välttää. Hyödynnettään puita ja luonnollisia esteitä, joiden läheisyydessä ilmavirtaukset yleensä nousevat ja sekoittuvat.
 - c. laguuni tulee sijoittaa vähintään 90 m etäisyydelle kaivoista ja muista pohjavesilähteistä. Tarvitaan perusteellinen maasto- ja maaperätutkimus. Maaperän läpäisevyydelle ei anneta yhtä raja-arvoa, jonka ylittävissä tapauksissa tulee käyttää tiivistekalvoa tai esim. bentoniittimattoja.

Em standardi antaa ohjeet myös maavalleille ja maankaivulle. Sen mukaan maavallin päällystän minimi leveyden tulisi olla 2,5 m. Asettuneiden maavallin yhdistettyjen märkä ja kuivaluiskien kaltevuus ei saisi olla enempää kuin 5:1 ja mikään luiska ei saisi olla 2:1 jyrkempi. Sekoitusta tai muuta altaaseen pääsyä varten rakennettavassa kohdassa kaltevuuden tulee olla 10:1 ja maavallin päällystän leveys tässä kohtaa vähintään 4 m. Sekoituskohdan vahvistaminen betonilla tms. on suositeltavaa. Maavallin korkeutta tulee nostaa vähintään 5% kaivamisen aikana suunnitellusta, jotta maavalli voi asettua. Maavallit tulee suojata eroosiolta sopivalla kasvillisuudella tai geotekstiileillä. Jos käytetään kasvillisuutta, tulee pintaan levittää sopivaa maata.

ANSI/ASEA EP403.3 standardissa (ASABE 2009a) todetaan mm. laguunin tulo- ja purkukohdista sekä hoidosta seuraavaa:

- Tuloputken tulee olla vähintään 150 mm halkaisijaltaan ja gravitaatioputken kallistus välillä 4-15 %, suositeltavin kallistus 7-8 %.
- Ylivuotoa varten tulee rakentaa järjestelmä, kuten maavalliin purkukohta tai putki. Purkujärjestelmä mitoitetaan joka 25. vuosi toistuvalla vuorokauden kestäväälle sateelle.
- Laguunista tyhjennettävä liete levitetään pelloille.
- Laguunin ympärille tulee rakentaa aita.
- Laguunin sovittamisessa maisemaan tulee käyttää kasvillisuutta ja luonnollisia tai rakennettuja esteitä.
- Laguuni tulee tarkastaa vähintään vuosittain rakenteiden osalta.

1.3 Maanvaraisten varastoaltaiden hajuhaitan ehkäisy ja kattaminen

Hajun muodostuminen on ASAE EP379.4:n mukaan (ASABE 2007) yleensä seurausta huonosta siisteydestä koko tuotantolaitoksessa. Siten haluttaessa vähentää hajuhaittaa huomiota tulee kiinnittää koko toimintaan kokonaisuutena. Hajun muodostumiseen voidaan vaikuttaa esim. eläinten dieettiä muuttamalla tai lisäämällä erityisiä hajua vähentäviä komponentteja eläinten dieettiin. Itse lantaan voidaan standardin mukaan lisätä erilaisia lannan hajua ehkäiseviä tuotteita, jotka voidaan ryhmitellä seuraavasti:

- Naamiointi aineet (Masking agents): öljypohjaisia seoksia, joissa on vahvempi, mutta hyväksyttävämpi haju kuin lannassa, ja jotka siis peittävät lannan hajun omallaan.

- Ehkäisyaineet (Counteractants): Lannan ja ehkäisevän aineen reaktion perusteella hajua muodostuu vähemmän kuin käsiteltävästä lannasta yksinään.
- Deodorantit (Deodorants): poistavat tai muuttavat lannan hajukomponentteja siten, että ne eivät pääse haihtumaan.
- Imevät aineet (Absorbents): Aineita, joilla on iso ominaispinta-ala, joka sitoo hajut ennen kuin ne vapautuvat ympäristöön.

Scotfordin ja Williamsin (2001) ovat tutkineet käytössä olevan laguunin kattamista kelluvalla muovikalvolla. Tutkimuksen mukaan asennus vaatii tyynen sään ja on työlästä. Koska kalvomaisen katemateriaalin tulee ylettyä laguunin reunavallien yli ja toisaalta, koska laguunin muodon tasaisuudesta ei voida olla täysin varmoja, voidaan tarvita jopa 5 m lisäys laguunin mittoihin joka suuntaan (15 m x 35 m laguuniin tarvitaan 25m x 45 m muovikalvo). Lisäksi kalvon alle tarvitaan kelluva tukirakenne, jotta kalvon asennus on mahdollinen tehdä jo käytössä olevaan varastoaltaaseen.

Scotfordin ja Williamsin (2001) mukaan laguunin kattaminen kelluvalla muovikalvolla nostaa laguunin kokonaisinvestointikustannuksia noin 50 %, joskin isoissa varastointitilavuuksissa osuus voi olla pienempikin.

Britanniassa tehdyssä tutkimuksessa (MAFF 2002) selvitettiin 36 laguunin kattamisen kustannuksia ja investoinnin kannattavuutta. Mukana olleiden laguunien koot olivat: pinta-ala 360 – 10 000 m² (keskiarvo 2 582 m²), syvyys 1,50 – 7,00 m (keskiarvo 3,09 m) ja tilavuus 652 – 53 708 m³ (keskiarvo 7 024 m³). Toteutuneet investointikustannukset olivat 18,50 €/m² – 72,30 €/m² (£12/m² - £47/m², laskettuna täysinäisen laguunin pinta-alan mukaan) ja keskiarvo 32,20 €/m². Vastaavasti kustannukset varastointitilavuuden mukaan laskettuina olivat 3,10 €/m³ – 32,20 €/m³ (£2/m³ - £21/m³), ja keskiarvo 15,40 €/m³. (Käytetty vaihtokurssi on 30.12.2002 keskiarvo). Selvityksen mukaan vain yhden laguunin kattamiskustannusten takaisinmaksuaika oli lähes katemateriaalin oletetun kestoajan, 20 vuotta, mukainen.

1.4 Tutkimuksia maanvaraisista lannan varastoaltaista ja niiden toiminnasta

Vuosina 1975-1985 Tanskaan rakennetuissa lannan varastoaltaissa todettiin selvityksessä (Hviid & Høy 2004) seuraavia ongelmia:

- sekoitus ja tyhjennys olivat hankalia, yleensä traktoriin kiinnitetyllä laitteella
- tiivistekalvon rikkoontumisriski suuri sekoituksen ja tyhjennyksen yhteydessä, pumppua tai sekoitinta ei ollut suojattu metallikehikolla tai vastaavalla.
- varastoaltaissa oli vain yksinkertainen tiivistekalvo, mikä teki vuotojen kontrolloimisen vaikeaksi. Varastoaltaat oli perustettu hiekkakerrokselle, jonka päällä oli kuitukangas ja itse kalvo oli 0,5 mm paksu. Niihin ei oltu asennettu salaojitusta eikä näytteenottojärjestelmää, joista vuodot olisi ollut mahdollista havaita.
- käytetyllä tiivistekalvolla oli rajallinen kestoikä sen huonon laadun takia. Niille ei ollut selkeitä vaatimuksia ja osin käytettiin homogeenista pvc-kalvoa. Kalvot eivät olleet uv-säteilyn kestäviä.
- useissa tapauksissa tiivistekalvon alle ilmaantui kaasukuplia, joiden syy oli ilmeisesti lantavuoto joko kalvon läpäisyn tai ylivuotojen takia.

Selvityksessä todettiin, että varastoallasta tyhjennettäessä lietteen kuiva-ainepitoisuus kasvaa (noin 2%:sta reiluun 4%:iin, jopa 6%:iin) tyhjennyksen edetessä, mikä tarkoittaa sitä, että lietettä ei saada riittävän hyvin sekaisin.

Toisessa tanskalaisessa tutkimuksessa (Hviid 2007) oli selvitetty viiden lannan varastoaltaan käyttöä. Ne oli rakennettu vuosina 2003 ja 2004 ja niiden koot vaihtelivat 3780 m³ ja 6450 m³ välillä. Kaikkien toimittajien oli ollut Varmodan A/S, joka on Tanskassa ainoa ko. alan toimija. Tutkimuksen mukaan tiivistettyjen maanvaraisten varastoaltaiden odotetaan kestävän käytössä 20-30 vuotta.

Vain yhden varastoaltaan tyhjentymisessä ei omistajan mukaan ollut ollut ongelmia. Tähän varastoaltaaseen oli asennettu viisi sekoitusputkea, kolme putkea oli yhdellä reunalla ja kaksi muuta omalla sivullaan suorassa kulmassa muihin nähden. Säiliön muoto oli neliö. Käyttäjän käsityksen mukaan juuri muoto ja useat sekoitusputket helpottivat tyhjentämistä. Tutkimuksessa ei voitu osoittaa, että maanvaraisen varastoaltaan muoto olisi juuri syynä siihen, että sen tyhjentäminen onnistui hyvin.

Muista neljästä todettiin:

- altaan viimeistä 1,0 – 1,5 metrin paksuista kerrosta ei voitu tyhjentää. Lietteestä tuli aina vain huonommin liikkuvaa, kun tyhjentäminen ei onnistunut ja siten tarvittaisiin uudenlainen sekoitin, jolla liete saadaan tasaiseksi koko laguunissa.
- paras muoto oli suorakulmio. Varastoaltaaseen tarvitaan kolme sekoitusputkea, jotka kaikki ovat altaan samalla sivulla

Albertassa on tehty tutkimus (Government of Alberta 2001) viidestä säiliöstä, joiden koko vaihteli 4000 ja 8000 m³ välillä ja syvyys 2,5 ja 4m välillä. Tutkimuksen tulokset varmentavat lannan vuotomekanismit, kontaminaatioiden liikkumistavat ja maahan kaivetuille lantäsäiliöille asetetut suunnittelu ja ylläpito-vaatimukset. Tutkimuksen johtopäätöksissä todetaan:

- vuotoreittejä muodostavat vaakasuuntaiset hiekkaesiintymät jääkautisessa moreenimaakerroksessa, pysty- ja vaakasuorat säästä johtuvat halkeamat ylimmissä moreenikerroksissa, puiden juurien aiheuttamat kanavat maavallissa ja seinärakenteissa, moreenin ja peruskallion välinen rajapinta, kun säiliö perustettu suoraan kalliolle.
- vuodot näyttivät rajoittuvan näihin vuotokohtiin, koska ympäröivä maamatriisi oli tiivis.
- lannan muodostaman tiivistekerroksen maahan kaivetun lantäsäiliön vuotoja ehkäisevään vaikutukseen ei pidä luottaa Albertan alueelle.
- patogeenisten mikro-organismien liikkuminen maavaraisten lanta-aitaiden vuotovesissä on harvinaista, mutta sitä voi esiintyä karkeissa, tiheästi halkeilleissa tai kerrostuneissa maalajeissa, joissa on karkeiden materiaalien muodostamia linssejä.
- maanvaraisia lanta-aitaita ei pidä sijoittaa hiekkaiseen maaperään eikä muuhun korkean vedenläpäisykertoimen omaavaan maahan
- koska pohjamaan olosuhteita tai epähomogeenisuutta ei pystytä täysin kuvaamaan, savimoreeniin sijoitettavat lanta-aitat tarvitsevat jonkin asteisen tiivistyksen, joka estää vuodot tässä maalajissa yleisesti esiintyviin halkeamiin ja linsseihin.
- nykyaikaiset maaperätutkimusmenetelmät parantavat lanta-aitaiden sijoitussuunnittelua
- NO₃ kontaminaatiota pohjavesiin esiintyy vain, kun varastoallas on sijoitettu karkeille maalajeille.
- NH₄ liikkuu hiekka esiintymissä ja muissa vuotoreiteissä, joita on varastoaltaan seinärakenteissa. NH₄ on sitoutuneena savihiukkasiin lähellä altaan pohja- ja seinärakenteita suurimmassa osassa eri maalajeja ja voi muodostua ongelmaksi, kun se pääsee hajoamaan olosuhteiden maaperässä muuttuessa aerobisiksi.

Kyseinen tutkimuksen perusteella on annettu seuraavat suositukset:

- tarvittavien maaperätutkimusten laajuus pitäisi sopia suunnittelijan ja viranomaisen yhteistyönä käytettävissä olevan kartta ym. aineiston perusteella.
- maaperästä riippumatta kaikissa maanvaraisissa lannan varastoaltaissa tulisi käyttää keinotekoista tiivistystä. Käytettävä tiivistystarve tulisi esittää säiliön teknisissä suunnitelmissa, ja niistä tulisi ilmetä tarpeelliset laskelmat osoittamaan, että suunnitelmilla saavutetaan tarvittava tiiveysaste.
- havainnot siitä, että huonot rakentamiskäytännöt aiheuttavat vuotoja maanvaraisista lanta-aitaista, viittaavat siihen, että tarvitaan parempaa laaduntarkkailua. Suosituksena esitetään, että rakennusvalvonta olisi pakollista.
- riskienhallintamalli, jolla arvioidaan paikallisten suojeltavien pohja- ja pintavesien alttiutta liikaantua maanvaraisten lannan varastoaitaiden vuotojen johdosta, tulisi kehittää. Tätä voitaisiin käyttää arvioitaessa kussakin yksittäisessä rakennuskohteessa tarvittavan suojauksen tasoa.

- havainnot siitä, että puiden juuret aikaansaavat vuotokanavia maavallissa, osoittavat, että alueen hoito on tärkeää. Varastoaltaiden käyttäjien tulisi tarkastaa ja hoitaa rakenteita säännöllisesti.

1.5 Yhteenveto ulkomaisesta aineistosta

Ruotsissa ja Tanskassa vaaditaan tiivistekalvo kaikkiin lietalanta-altaisiin riippumatta pohjamaan vedenläpäisystä. Muissa maissa on mahdollista rakentaa lannan varastoallas riittävän tiiveyden omaavaan pohjamaan ilman tiivistekalvoa.

Ainoa arvio maanvaraisten lanta-altaiden käyttöiästä löytyi tanskalaisilta. Sen mukaan kyseisten altaiden odotetaan kestävän käytössä 20-30 vuotta.

Tanskassa ja Kanadassa on tehty selvityksiä lannan varastoaltaiden toimivuudesta ja niiden mahdollisista ongelmista. Selvänä ongelmana on koettu varastoaltaiden riittävä sekoittaminen ja suurimpana rikkoutumissyynä pidetään juuri sekoittamista, jos sekoittinta ei ole suojattu tai, jos altaan pohjassa ei ole suoja-betonia tms.

Kanadassa ja USA:ssa kaksialtaista maanvaraista varastointijärjestelmää käytetään enenevässä määrin suurta varastointitilavuutta vaativissa kohteissa. Ensimmäisessä pienemmässä altaassa, jonka tilavuus on 25-30% koko järjestelmän tilavuudesta, kiintoaine laskeutuu ja jälkimmäisessä altaassa on pääosin nestettä. Yleensä vain ensimmäistä varastoallasta pitää sekoittaa, joten sekoitusaika muodostuu lyhyemmäksi ja siten sekoituksesta aiheutuva hajuhaitta jää pienemmäksi. Kun kaksiosaisen järjestelmän jälkimmäisestä altaasta otetaan kierrätysnestettä huuhtelulannanpoistoihin, vähennetään haju- ja patogeeniongelmia.

USA:ssa tyypillisin lannan varastoallas on anaerobinen laguuni, jossa lantaa käsitellään biologisella menetelmällä. Myös pelkkiä varastoaltaita käytetään, mutta ne on tarkoitettu lyhyempiaikaiseen varastointiin. Näitä ohjeistuksia lukiessa on pidettävä mielessä terminologia, että ymmärtää, milloin puhutaan pelkästään varastointiin tarkoitettusta altaasta ja milloin myös biologisen käsittelyn sisältävästä järjestelmästä.

Ylivuotojärjestelmä mitoitussateen ylittävissä tilanteissa on ohjeistettu.

Eri maista kootussa aineistossa korostetaan ammattimaisten toimijoiden, suunnittelijoiden, toteuttajien ja valvojien merkitystä ja tarpeellisuutta.

Saadun materiaalin perusteella voidaan todeta, että seuraavat selvitykset tarvitaan, kun rakennetaan maanvaraisia lietealtaita:

- ammattilaisen tekemä maaperätutkimuksen, tarvittavien maaperätutkimusten laajuus pitäisi sopia suunnittelijan ja viranomaisen yhteistyönä käytettävissä olevan kartta ym. aineiston perusteella. Tutkimus sisältää pohjamaan soveltuvuuden, hydrologisen selvityksen ym.
- selvitys siitä, että projekti täyttää sille ympäristönsuojelullisesti asetettavat ehdot
- asemapiirros, josta ilmenee maanvaraisen varastoaltaan koko (mittakaava), veden virtaussuunnat, vesien johtaminen, ylivirtausjärjestelyt ym.
- maanvaraisen varastoaltaan pohjapiirros ja leikkaukset
- rakentamisohje, joka sisältää myös tarvittavat detaljit
- käyttäjän ohjeet siitä, miten ja kuinka usein lannan varastoaltaan käyttäjän tulee hoitaa ja tarkastaa rakenteita
- seurantasuunnitelma mahdollisten vaurioiden ja vuotojen havaitsemiseksi
- selvitys siitä, miten varastoallas puretaan, kun se poistetaan käytöstä

2 Maanvaraisten tiivistettyjen altaiden ohjeistus ja materiaalityöimittajat Suomessa

2.1 Virallinen ohjeistus

Lantavarastojen rakentamista ohjeistetaan virallisesti Maa- ja metsätalousministeriön tuettua maatilarakentamista koskevien ohjeiden ympäristöhoitoa käsittelevässä MMM-RMO C4:ssä (MMM 2009), jossa ne käsitellään lantavarastojen yhteydessä. Myös Ympäristöministeriön ohje Kotieläintalouden ympäristöhoitosta käsittelee maanvaraiset tiivistetyt lantavarastot muiden lantaloiden yhteydessä. Lisäksi Maa- ja metsätalousministeriö antaa ennakkohyväksyntöjä, jolla se ohjaa rakentajia tarkastettujen ratkaisujen käyttöön ja helpottaa rakennussuunnitelmien työvoima- ja elinkeinokeskuksissa sekä kunnissa tapahtuvaa tarkastusta. Tällainen ennakkohyväksyntä on annettu neljälle valmistajalle/maahantuojalle heidän edustamansa tuotteen soveltuvuudesta liete- ja virtsa-altaiden tiivistyskalvojen/-mattojen valmistajiksi (MMM 2010).

2.2 Suomalaisen materiaalityöimittajat ja heidän toimittamansa ohjeistus

Maa- ja metsätalousministeriön ennakkohyväksynnän saaneet yritykset ja heidän tuotteensa on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. MMM:n ennakkohyväksynnän saaneet liete- ja virtsa-altaiden tiivistyskalvojen/-mattojen valmistajat/maahantuoja.

Yritys	Yhteystiedot	Tuotemerkki/-tyyppi
Ogashi Oy	PL 33 00751 HELSINKI puh: 0207 413 880 fax: 09-347 3006 www.ogashi.fi	Liete- ja virtsa-altaan tiivistyskalvo, Firestone-EPDM-kumikalvo
Tarpal Ky	Lönnrotinkatu 2 70500 KUOPIO puh: 017-264 2900 www.tarpal.fi	METRO-MATTO, liete- ja virtsa-allasrakenne, pvc-muovinen tiivistyskalvo
Oy Deltahansa Ab	PL 105 00251 HELSINKI Puh: 09-477 3220	Liete- ja virtsa-altojen "Värnamo" butylikuminen sekä EPDM-kuminen tiivistyskalvo
Trelleborg Building Systems Oy	Peltopolku 2 03400 VIHTI puh. 09-2242 850 www.trelleborg.fi	Liete- ja virtsa-altojen Elastoseal butylikuminen sekä EPDM-kuminen tiivistyskalvo

Valmistajilta/maahantuojilta saatavan ohjemateriaalin selvittämiseksi heihin oltiin yhteydessä toukokuussa 2010. Ogashi Oy:ltä on saatu tietoja heidän tuotteistaan, sekä materiaalia, jonka he toimittavat tilaajalle tiivistyskalvon/-maton kaupan/toimituksen yhteydessä. Tarpal, Deltahansa ja Trelleborg Building

Systems yritysten edustajat eivät lähettäneet materiaalia erikseen, vaan heidän tuotteistaan on tiedot esitetty nettisivuilta. Taulukkoon 2 on listattu eri yrityksiltä saatava rakentamista palveleva aineisto.

Taulukko 2. MMM:n ennakkohyväksynnän saaneilta lietealtaiden tiivistyskalvojen/-mattojen valmistajilta/maahantuojilta saatavissa oleva rakentamista palveleva materiaali.

Yritys	Materiaalin aihe/nimi	Sisällön kuvaus	Havainnot/arvio
Ogashi Oy	Manuaali LSTGLUK 05-01-04, englanninkielinen, 45 sivua	This manual contains information on lining systems using Firestone EPDM Geomembranes. Apart from general recommendations on the use of the Geomembrane, it also gives information on site preparation and excavation works.	Samoja tietoja kuin ohjeissa asennuksesta, läpivienneistä, saumauksesta ja paikkauksesta. Enemmän tekstiin perustuva.
	Esite	Tekniset tiedot, tuotetiedot, malliratkaisuja	Yleisesite
	Asennusohje, 8 sivua	Vaiheittainen ohje, jossa kaikki päävaiheet kuvattu	Perustuu piirroksiin ja kuviin
	Läpiviennit	Käytettävät materiaalit, työohjeet	Yksityiskohtainen piirroksiin ja kuviin perustuva
	Saumaus	Käytettävät materiaalit ja saumauksen vaiheet	Yksityiskohtainen piirroksiin ja kuviin perustuva
	Paikkaus	Käytettävät materiaalit ja paikkauksen vaiheet	Yksityiskohtainen piirroksiin ja kuviin perustuva
Tarpal Ky	Metro-Matto altaat - nettisivu	Yleistä tietoa altaista, periaatekuva. Todetaan ratkaisun olevan asiakaskohtaisesti räätälöity, ei teknisiä tms. tietoja.	Asennusohjeet tullee materiaalityömituksen yhteydessä.
Oy Deltahan- sa Ab	Allasrakentaminen - nettisivu	Yleistä tietoa. Todetaan, että materiaali toimitetaan tehtaalta määrämittäin	Asennusohjeet tullee materiaalityömituksen yhteydessä. Tuote sama kuin se, josta saatu Ruotsista ennakkohyväksyntäpäättösmalli
	Kumin tekniset tiedot -nettisivu	Tuotteen mittoja (paksuus, leveys, paino) ja tarvike-tietoja	
Trelleborg Building Systems Oy	CE –Elastoseal, EPDM	Tuotteen tekniset tiedot ja testausmetodi	Tiivis taulukko
	EPDM tuoteseloste	Tekniset tiedot	Tiivis taulukko
	EPDM –lietealtaan asennus- ja käyttö- ohje, 11 sivua	Työohje	Tekstiä ja piirroksia yksityiskohdista

Kun yrityksiltä kysyttiin heidän käsitystään altaiden vaurioitukisista, saatiin seuraavat kommentit: Ogashi Oy:n edustajan käsityksen mukaan altaiden vaurioitumisen syitä ovat väärä asennus, kone esim. sekoitin on rikkonut kalvon (sekoitettu väärästä paikasta tai ei pohjavahvistusta lainkaan), ja se, että putkitus altaan alta on jätetty pois. Hänen mukaansa altaan ostajissa on paljon tee-se-itse –rakentajia.

Deltahansa Oy:n edustaja totesi, että tehtaalla tehdyt allasmateriaalien saumat kuten kumin galvanointi tehtaalla, joten kosteus ei pääse läpi saumasta. Materiaali kestää UV-säteilyä ja otsonia. Heidän kokemuksen mukaan muovimateriaaleilla saumauskohdasta saattaa tulla heikko. Muovi ei myöskään kestä UV-säteilyä, vaan se on peitettävä huolellisesti.

2.3 Arvio valmistajien/maahantuojien materiaaleista ja ohjeistuksesta

Esitetyt rakennusmateriaalit täyttävät standardin SFS-EN 13361 (SFS 2006) vaatimukset. Valmistajien esitteissä on osin kerrottu myös materiaalien testausmenetelmät, mikä luo luotettavuutta tietoihin.

Materiaalitoimittajien ohjeet lähtevät työohjeista. Hankkeen suunnitteluun, kuten sijoituspaikan valintaan tai maaperätutkimukseen liittyvää ohjeistusta ei ole. Työohjeet ovat oikeaoppisia ja selkeitä ainakin ammattilaisen ymmärtää. Piirroksot ja kuvat yksityiskohdista helpottavat asian ymmärtämistä. Ohjeissa voisi korostaa enemmän huolellisuutta työn erivaiheissa, etenkin siirrettävien maamassojen (penkereiden) tiivistämisen tärkeyttä.

Varsinaista hoito-ohjetta ei ole lainkaan. Kuitenkin altaiden vaurioitumisriskin pienentämiseksi sekä käyttöä maksimoimiseksi huolellinen käyttö ja esim. ohje kasvillisuuden rajoittamisesta penkereillä on tarpeen.

3 Maanvaraisten varastoaltaiden ongelmien yleisyys sekä tarkastuskäynnit maatiloilla

3.1 Maanvaraisten varastoaltaiden ongelmien yleisyys

Ongelmien yleisyydestä oli käytettävissä Pirkanmaan ELY-keskuksesta Heikki Uotilan (2010) muistio, jonka hän oli toimittanut BAT-päivitystyöryhmälle. Pirkanmaan ELY-keskuksen alueella on ympäristökeskuksen luvittamissa eläinsuojissa ollut käytössä kuusi kumiallasta. Altaista on käytössä vielä viisi. Lisäksi yksi lupapäätös mahdollistaa kumialtaan rakentamisen. Kumialtaiden kokonaismäärästä Pirkanmaan ELY-keskuksen alueella ei ole tietoa. Voidaan kuitenkin sanoa, että kumialtaat ovat alueella harvinaisia yksittäistapauksia. Paineita on kuitenkin ollut erityisesti suurten altaiden rakentamiseen. Kumialtaiden vähäinen määrä huomioon ottaen, altaat ovat olleet huomattavan riskialttiita. Kaksi allasta on rikkoutunut ja yksi allas on pahasti maamassojen painosta pullistunut. Kuva 2 on otettu altaasta, jonka maavalli on sortunut ja liete on valunut maastoon. Kuva 3 on puolestaan altaasta, jonka pohja on noussut ilmeisesti vedenpaineen vaikutuksesta ylös.



Kuva 2. Maanvaraisen lannan varastoaltaan maavalli on sortunut ja lietettä valuu maastoon. Kuva Heikki Uotila.



Kuva 3. Maanvaraisen lietteen varastoaltaan pohja nousee kuprulle ilmeisesti pohjavedenpaineen johdosta. Kuva Heikki Uotila.

3.2 Maatilakäynnit

Tietoja tarkastuskäyntien kohteista pyydettiin kolmelta alueelliselta ympäristökeskukselta (Pirkanmaa, Länsi-Suomi ja Lounais-Suomi). Ympäristökeskuksilta saatujen vastausten mukaan mahdollisia tarkastuskohteita löytyi sekä Pirkanmaalta että Länsi-Suomesta. Hankkeen niukan budjetin takia tarkastuskohdeet keskitettiin Pirkanmaalle, jossa tarkastukset tehtiin neljälle tilalle. Tarkastuskäynnit maataloilla tehtiin syksyn 2010 aikana.

3.2.1 Tila 1

Lanta-allas oli rakennettu vuonna 1998 ja purettu vuonna 2008. Se rakennettiin omalla työllä, kaivinkone kuljettajineen oli ulkopuolista työvoimaa. Tiivistematon asennus tuli myyjän kautta. Allaskumi oli paikallisen kauppiaan myymä, ja valmistaja oli Firestone. Pohjatutkimusta ei ollut tehty. Suunnittelusta ja työmaan valvojanasta oli vastannut ulkopuolinen henkilö.

Allas oli kooltaan 1400 m³ ja kumi mitoiltaan 18×22 metriä. Pohjamaa on ollut kovaa moreenia ja sen päälle on ajettu hienoa täytehiekkaa n. 30 sentin kerros. Penkassa on multaa n. 30 sentin kerros ja tämän päällä on ollut suodatinkangas.

Käytössä ei ollut ongelmia. Omistaja piti tärkeänä, että sekoitinta varten olisi tarpeeksi iso pohjalaatta, heillä itsellään on ollut 3×5 metrin betonilaatta. Allaskumi oli vaan laskettu pengerryksen päälle, ja reunoilta se oli kiinnitetty aidan tolzilla, lyömällä ne kumin lävitse.

Kyseinen lannan varastoallas ei ole enää käytössä, vaan se on poistettu navettalaajennuksen myötä. Allaskumi on vielä olemassa ja sitä voidaan jatkossa käyttää satelliittialtaana.

3.2.2 Tila 2

Lannan varastoallas on rakennettu vuonna 1999 ja on kooltaan 2500 m³. Tilalla ei ole tehty pohjatutkimusta ennen altaan rakentamista. Altaalla on syvyyttä noin neljä metriä. Allas on kaivettu noin kahden metrin syvyyteen ja pengertämällä on saatu altaalle noin kaksi metriä lisää syvyyttä. Allas on perustettu savipatjalle ja penkereet on kaivumaata. Työsuunnittelijana ja työmaan valvojana on ollut ulkopuolinen henkilö, joka on valvonut myös muita tilalla samanaikaisesti tehtyjä rakentamistoimenpiteitä.

Urakkasopimukset ovat olleet suullisia, eikä niissä ole ollut huomautettavaa. Työmaalla on ollut kaivinkoneurakoitsija ja allaskumin myyneeltä liikkeeltä kaksi miestä sitä asentamassa. Kumi on toimitettu kaksiosaisena ja se on saumattu liimaamalla. Sauman liimaus on suoritettu lämpimällä ja kuivalla säällä rakennuspaikalla. Altaassa on alatäyttö, eikä läpiviennin kanssa ole ollut ongelmia. Allasmateriaalin reunat on taitettu ohjeen mukaan maapenkereen alle.

Lannan varastoallas rikkoutui 2009. Siinä on tällä hetkellä kumikalvon päälle valettu betoninen pohjalaatta. Altaan ongelmat syntyivät, kun altaan pintaan syntyi paksu kerros kuiva-ainetta, kuten kuvassa 4. Sekoituksen yhteydessä allaskumi rikkoontui, ja paikkaukset suoritettiin ”huolimattomasti”. Paikkaukset tehtiin kostealla säällä, jonka seurauksena liimasaumoista ei tullut täysin kestäviä. Kuvassa 5 on esitetty onnistunut paikkaus.

Isännän ehdotuksia lannan varastoaltaiden toiminnan parantamiseksi:

- lietteen separointi ennen altaaseen johtamista
- varastoaltaan pohjan betonointi
- altaan reunalle betoninen ajoluiska



Kuva 4. Liettealtaan pintaan on kertynyt kuivaa kuorettumaa riittämättömän sekoituksen takia. Mikäli sekoitusta ei pystytä tehostamaan, joudutaan kuorettuma poistamaan esim. kaivinkoneella, mistä aiheutuu huomattava tiivistekalvon rikkoutumisriski. Kuva Teemu Ala-Kleme



Kuva 5. Oikein paikattu maanvarainen lieteallas on käyttökelpoinen. Kuva Teemu Ala-Kleme.

3.2.3 Tila 3

Tilalla on käytössä, lähinnä vara-altaana, pinta-alaltaan n. 120 m² lannan varastoallas. Pohjatutkimusta ei ole tehty, mutta maa on tyypillistä routivaa hiesua tai silttiä. Tilalla ei ole ollut erillistä rakennus- tai rakennesuunnitelmaa, vaan pohjatyö ja asennustyö on tehty valmistajan (Econorm) detaljikuvien perusteella. Työssä on käytetty kaivinkoneurakoitsijaa, muuten altaan asennus on ollut omana työnä. Työmaan valvojana on toiminut ulkopuolinen henkilö.

Varastoa on pullistunut sisäänpäin, joka on aiheutunut routimisesta ja maamassojen liikehinnästä, kuva 6. Osin maamassojen liikkumisesta ja osin liian pienestä taittovarasta maavallin sisään johtuen, tiivistyskalvo on irronnut kiinnityksestään, kuva 7. Allaskumi on kaikilta osin ehjä, eikä siinä ole ollut vuotoja. Tilan isäntä on arvioinut säiliön tilavuuden pienentyneen n. 50 m³. Allasmateriaalin reunat on käännetty ohjeen mukaisesti maapenkan alle.

Allaskumi on vahvuudeltaan n. 1mm. Altaassa ei ole läpivientejä. Altaan pohjalla on 2×2 metriä kokoinen betonilaatta potkurisekoitinta varten.

Isännän mielestä allas on ollut edullinen rakentaa ja se on myös helppo purkaa pois. Sadeveden kertymiselle maanvarainen varastoallasratkaisu on ongelmallinen, koska tilavuuteen nähden pinta-alaa on todella paljon. Ratkaisuna varastoallas on rakennettavia neliömetrejä syövä.



Kuva 6. Maavalli on pettänyt ja vajonnut osin altaaseen. Onneksi tiivistyskalvo ei ole rikkoontunut, altaan tilavuus on pienentynyt. Kuva Teemu Ala-Kleme.

3.2.4 Tila 4

Allas on rakennettu vuonna 2000. lannan varastoallas on ollut kooltaan 1800 m³ ja se on ollut EPDM-kumia.

Pohjatutkimusta varastoaltaalle ei ollut tehty, maa kuitenkin ihan tavallista savimaata. Kuopan pohjalle oli laitettu hieno hiekka ja reuna-alueilla salaojat. Allaskumin toimittajalta on saatu periaatekuvat, joiden mukaan työ on tehty. Työmaalla ollut kaivinkoneurakoitsija, muuten työ on tehty omana työnä. Kuoppa on kaivettu ensimmäisen kerran syksyllä ja keväällä vielä uudestaan tehty parannuksia. Maavallilla tehty korotus on korkeimmillaan kaksi metriä, ja altaan kokonaissyvyys on noin kolmen metriä.

Allaskumi on ollut Firestonen valmistama, ja siinä on ollut alapuolinen läpivienti. Läpiviennin kanssa ei ole ollut ongelmia. Allas on tuhoutunut vuonna 2001. Altaan rikkoutuminen on tapahtunut lietealtaan tyhjennyksen yhteydessä, kun lietettä on letkulla imetty pois. Imuletku oli tarttunut (tai imenyt) kumimattoon mukaansa noin kämmenen kokoiselta alueelta. Reikä oli seinämän puolivälissä, ja siitä pääsi lietettä maton alle. Lieite alkoi maton alla kaasuuntua, jonka seurauksena kumimatto nousi kupruille. Tilalla ei ole enää edes jäänteitä kyseisestä altaasta.

Tilalla on edelleen käytössä (etäsäiliönä) polyester-kankainen PVC:llä pinnoitettu noin 1000 m³ varastoallas. Altaassa ei ollut läpivientejä, ja reunalla on kiviä pitämässä reunoja paikoillaan. Altaan käytössä ei ole esiintynyt ongelmia.



Kuva 7. Maanvaraisen lietealtaan tiivistekalvo on irronnut maavallikiinnityksestä liian pienen ylityksen takia. Kuva Teemu Ala-Kleme.

3.2.5 Yhteenveto tilakäynneistä

Tilakäynneiltä saatu tieto altaan rakennussuunnitelmista, työmaavalvonnasta, työn suorittajista ja mahdollisen vaurioitumisen syistä on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Yhteenveto maavaraisen lietealtaan rakennussuunnitelmista, työmaatoteutuksesta ja rikkoutumisen syistä maatilakäyntien perusteella.

Altaan koko, m ³	Suunnitelma-asiakirjat	Työmaa-valvonta	Maaperä-tutkimus	Massan-vaihdot	Tiivistyskalvon asennus	Rikkoutumisen syy
1400	Kyllä	Palkattu rakennus-insinööri	Ei	Osittain	Kalvon toimittaja	
2500	Kyllä	Palkattu rakennus-insinööri	Ei	Ei	Kalvon toimittaja	Tyhjennyksen yhteydessä, sekoituslaitteella
500	Ei (toteutusohjeet saatu tiivistekalvon toimittajalta)	Palkattu rakennus-insinööri	Ei	Ei	Viljelijä	Roudan vaikutuksesta, maa-massojen liik-kuminen
1800	Ei (toteutusohjeet saatu tiivistekalvon toimittajalta)	Ei	Ei	Ei	Viljelijä	Tyhjennyksen yhteydessä, imuputkella.

Millään tilalla ei lanta-altaan perustamisen yhteydessä ollut tehty pohjatutkimusta, mikä kuitenkin on erittäin tärkeä tekijä maarakennussuunnittelun kannalta. Yhtä tilaa lukuun ottamatta (tila 1) perustamisen yhteydessä ei ollut tehty massanvaihtoja, vaan allas oli perustettu peltoon kaivettuun kuoppaan, johon oli laitettu suodatinkankaan päälle pieni hiekkakerros. Mahdollisesti juuri tästä syystä tilalla 1 ei altaaseen liittyviä ongelmia ollut esiintynytäkään. Kahdella tilalla rakentamissuunnitelman on tehnyt ulkopuolinen henkilö ja kahdella tilalla allas on toteutettu tiivistyskalvon toimittaneen yrityksen työohjeiden, periaatekuvien ja detaljien perusteella. Yhtä tilaa lukuun ottamatta rakennustyötä on valvonut ulkopuolinen henkilö.

Rikkoutumiset ovat pitkälti olleet työteknisistä seikoista johtuvia. Kaksi altaista on rikkoontunut lietteen sekoittamisen yhteydessä, koska altaan pohjalla ei ole ollut betoni- tms. vahviketta. Maan routiminen tai maamassojen paine on aiheuttanut yhden altaan ongelman, jossa allas on painunut kasaan, mutta se ei ole rikkoutunut ja on edelleen käytössä lisäaltaana.

Kaikki isännät pitivät kumiallas ratkaisua hyvänä ja edullisena. Kahdella tilalla altaan sekoittamisessa käytettiin kaivinkonetta. Näiden neljän tilakäynnin yhteenvetona voi todeta että rakennus- ja materiaali-teknisesti kumialtaat on toteutettu hyväksyttävällä tavalla. Mietittäväksi käyntien perusteella jäi, onko altaiden rikkoutuminen kiinni huolellisuudesta, onko tiloilla tarpeeksi panostusta huolellisuuteen, ja onko suurilla koneilla edes mahdollista työskennellä tarpeeksi huolellisesti. Tämän perusteella sekä rakennustyön huolellisuuteen, että käytönaikaisiin työtapoihin tulisi antaa tarkempaa ohjeistusta, jolloin niihin kiinnitettäisiin enemmän huomiota.

4 Johtopäätökset ja suositukset

Meillä laguuni -nimitystä käytetään yleisesti lietteen laguunityyppisestä maahan kaivetusta varastoaltaasta. Mutta esim. USA:ssa nimitys laguuni tarkoittaa etupäässä anaerobista lietteen ja muiden vesien varastoallasta, jossa tarkoituksena on käsitellä ko. vesiä biologisesti, niiden ympäristöriskin pienentämiseksi. Tämä nimiasia aiheuttaa usein sekaannusta ja se on hyvä tunnistaa ja tapauskohtaisesti myös on syytä tarkentaa, minkä tyyppisestä altaasta (pelkästä varastoinnista vai myös käsittelystä) on kysymys kulloinkin.

Ulkomainen ohjeistus ja selvitykset korostavat erityisesti maaperätutkimusten tärkeyttä. Sen tulokset vaikuttavat sijoituspaikan valintaan, altaan korkeussuhteisiin ympäröivään maastoon ja vallitsevaan pohjaveden tasoon nähden sekä työmenetelmien esim. tarvittavien massanvaihtojen, tasauserosten ym. valintaan. Ohjeistuksessa ja selvityksissä korostuu myös varastoaltaan hoito ja seuranta rikkoonumisten ym. vaurioiden osalta. Lisäksi varastoaltaan purku, kun sen käyttöikä päättyy tai se jostain muusta syystä poistetaan käytöstä, on esillä näissä ohjeissa selkeästi.

Tilakäynnit ja materiaalitoimittajien ohjeet ym. materiaali osoittavat, että materiaaliteknisesti lannanvarastoaltaat ovat kunnossa. Ongelmia aiheutuu huolimattomasta työstä, lähinnä penkereiden tiivistämisessä, jolloin niiden vakaus ei muodostu riittäväksi. Suurin ongelma lienee kuitenkin altaiden sekoitus ja tyhjennys, jonka yhteydessä sattuu suurin osa rikkoonumisista. Sen ohjeistamiseen tulisikin kiinnittää erityistä huomiota. Ohjeistus tulisi koskea sekä sekoituskalustoa ja siihen liittyviä suojaustarpeita (sekoituksen suojaus ja tiivistekalvon suojaus) että sekoituspaikkojen sijoitusta ja riittävää määrää altaan reunoilla.

Varsinaisesti MMM-RMO C4:n (MMM 2009) tarkistuksiin eivät tulokset anna aihetta. Havaintojen perusteella tulisi kuitenkin miettiä, onko tarvetta tehdä materiaalitoimittajien asennusohjeita ym. täydentävä/korvaava yleisohje tiivistettyjen maanvaraisten lannan varastoaltaiden rakentamisesta painottaen erityisesti maaperä/pohjatutkimuksen ja penkereiden vakavuuden merkitystä. Malliratkaisut ja ohjeet huoltotason (sekoitus/tyhjennys) rakenteista ja mahdollisista kiinnityksistä olisivat tarpeen. Myös mahdollinen ylivuodon järjestäminen tulisi ohjeistaa, koska meilläkin sääolot tuntuvat äärevöityvän ja siten rankat sateetkin yleistyvät. Tähän ohjeeseen olisi mahdollista sisällyttää myös maanvaraisten varastoaltaiden kattamiseen liittyvää tietoa ja ohjeistusta. Mikäli huuhtelulannanpoisto yleistyy meillä, olisi lisäksi tarvetta esitellä malleja siitä, miten ja millä edellytyksillä lanta-altaista peräisin olevaa nestettä voisi kierrättää huuhtelutarkoituksiin.

Selvityksen perusteella maanvaraisten tiivistettyjen lietteen varastoaltaiden ohjeistusta tulisi täydentää seuraavilla osioilla:

- Maaperä-/pohjatutkimusvaatimus sekä penkereiden vakavuuslaskelmat
- Penkereiden tiivistämisen tarkempi ohjeistus
- Suunnitelma mahdollisten ylivuotojen järjestämiseksi
- Altaiden sekoituksen ja tyhjennyksen tarkempi ohjeistaminen
- Varastoaltaan kattaminen
- Lanta-altaista peräisin olevan nesteen kierrättäminen huuhtelulannanpoistojärjestelmissä
- Varastoaltaan purku

Rakennus- ja ympäristöluvan hakua varten tulisi laatia tanskalaisen rakentamisen ohjauskaavakkeen (Dansk Landbrugsrocgivning 2003) tyyppinen asiakirja, joka helpottaisi ja nopeuttaisi lupaprosessia, koska sillä voitaisiin varmistaa, että luvanhakija huomioi hakemuksessaan kaikki tarpeelliset asiat.

5 Lähteet

ASABE. 2009a. Design of Anaerobic Lagoons for Animal Waste Management. ANSI/ASAE EP403.3 DEC1998, R2009, ASABE STANDARDS. American society of agricultural and biological engineering.

ASABE. 2009b. Manure Storages ASAE EP393.3 DEC 1998 (R2009). ASABE STANDARDS. American society of agricultural and biological engineering.

ASABE. 2007. Management of Manure Odors . ASAE EP379.4 . ASABE STANDARDS. American society of agricultural and biological engineering.

Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret. 2003. Byggeblad om jordbassin/lagune beklædt med polymermembran til opbevaring af gylle Landbrukets byggeblade 103.04-30.
http://www.landbrugsinfo.dk/Byggeri/Byggeblade/Sider/bb_103_04_30_dato031003.pdf?List={f35acb5b-0063-4644-9f05-9857f21aca9e}&download=true.

European Commission 2003. Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs. 383p.
<http://eippcb.jrc.es/reference/irpp.html>

Georgakakis, D. 2010. Henkilökohtainen tiedonanto 17.6.2010.

Government of Alberta. 2001. Earthen Manure Storage Seepage – A Study of Five Typical Sites. Agri-Facts. [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/agdex4370/\\$file/729-1.pdf?OpenElement](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex4370/$file/729-1.pdf?OpenElement). Viitattu 12.8.2010.

Government of Manitoba. 2010. Decommisioning of manure storage Facilities. Technical Reference Document for Manure Storage Structures.
http://www.gov.mb.ca/conservation/envprograms/livestock/pdf/trd_decommisions_ems_04-30-2010.pdf. Viitattu 11.8.2010.

Government of Manitoba. 2007. Farm praticies guidelines for pig production in Manitoba, section 3, Manure Handling and Storage.
<http://www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/pork/pdf/bai02s04.pdf>. Viitattu 11.8.2010.

Government of Manitoba. 2005. Livestock Manure Storages. Fact sheet 12.
<http://www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/publicconcerns/pdf/cwa01s13.pdf>. Viitattu 11.8.2011.

Hviid, J. 2007. FarmTest Teltoverdækninger og gyllelaguner. Videncentret for Landbrugs. Farm test -bygninger nr. 34. http://www.landbrugsinfo.dk/Tvaerfaglige-emner/FarmTest/Sider/FarmTest__Teltoverdaekninger_og_gyllelag.aspx Viitattu 18.8.2010.

Hviid, J.& Høy, J.J. 2004. FarmTest om gyllelaguner -foreløbige resultater. Videncentret for Landbrugs. FarmTest -bygninger nr. 3. http://www.landbrugsinfo.dk/Tvaerfaglige-emner/FarmTest/Sider/FarmTest_om_gyllelaguner__foreloebige_re.aspx Viitattu 18.8.2010.

Lantbruksstyrelsen, Byggnadsenheten. 1982. Gödsel- och urinbehållare. Aktuellt Byggnad 1982:1.

Lantbruksstyrelsen, Byggnadsenheten. 1974. Jorddammar för gödselförvaring – geoteknisk utredning. Aktuellt Byggnad 1974:4.

MAFF. 2002. Covering slurry lagoons under IPPC. Part 1 – Scoping study. CSG 15 Final Project Report AM0117. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Research Policy and International Division, Final Report Unit.

MMM. 2010. Maa- ja metsätalousministeriön voimassa olevat ennakkohyväksynät 1.5.2010. http://www.mmm.fi/attachments/maaseutujarakentaminen/5mhgcvDfN/15.3.2011_ENNHYVA_KSYNTALISTA.pdf. Viitattu 20.5.2010. Linkki päivitetty 25.5.2011.

MMM. 2009. Asetus tuettavaa rakentamista koskevista raeknnusmääräyksistä Jja suosituksista (100/01) - MMM 763/2009. Liite 12: MMM-RMO C4, Kotieläinrakennusten ympäristöhuolto. <http://www.mmm.fi/attachments/maaseutu/rakentaminen/5g7GBLiUF/L12-rmoC4-01.pdf>

Nilsson, C. 2010. Henkilökohtainen tiedonanto 23.6.2010.

Pfost, D.L., Fulhage, C.D. & Rastorfer, D. 2007. Anaerobic Lagoons for Storage/Treatment of Livestock Manure. EQ387, New November 2007. University of Missouri Extension. <http://extension.missouri.edu/explorepdf/envqual/eq0387.pdf> . Viitattu 12.8.2010.

Scotford, I. M., Williams, A. G. 2001. Practicalities, costs and effectiveness of a floating plastic cover to reduce ammonia emissions from a pig slurry lagoon. Journal of Agricultural Engineering Research 80 (3), 273-281

Suomen standardisoimisliitto SFS. 2006. Synteettiset geotekstiilit. Toiminnalliset vaatimukset altaiden ja patojen rakentamisessa. Standardi SFS-EN-13361 + A1.

Uotila, H. 2010. Muistio pvm. 12.2.2010.

Zappavigna, P. 2010. Henkilökohtainen tiedonanto 26.6.2010.

Materiaalitoimittajien materiaali:

Aronen, J. 2010. Henkilökohtainen tiedonanto sekä esitemateriaalia sähköpostilla 24.5.2010. (Tuotetietoja löytyy osoitteesta <http://www.ogashi.fi/firestone.php>)

Tarpal Oy. 2010. Nettisivut osoitteessa <http://www.tarpal.fi/metro-matto/>. Viitattu 24.5.2010.

Trelleborg Building Systems Oy. 2010. Nettisivut osoitteessa <http://www.nordicwaterproofing.com/fi/Mataki/FI/Tuotteet> . Viitattu 24.5.2010. Linkki päivitetty 25.5.2011.

Welin, O. 2010. Henkilökohtainen tiedonanto sekä nettisivut osoitteessa http://www.deltahansa.com/tuotteet/index.php?group=00000016&mag_nr=9. Viitattu 24.5.2010.

Liite 1.

Kanadassa Manitobassa laguunimaisen lannan varastoaltaan sijoittaminen perustuu eläinyksiköihin. Lisäksi huomioidaan lähistöllä olevan asutuksen määrä. (Government of Manitoba, 2007, *Farm practices guidelines for pig production*)

Table 13: Recommended Criteria For Siting Livestock Operations

Animal Units ¹ (A.U.)	Maximum Number of Residences ² Within 1.6 km	Minimum Distance ³ (m)			
		From Single Residence		From Designated ⁴ Residential or Recreational Area	
		To Earthen Storage	To Buildings ⁵	To Earthen Storage	To Buildings
10 - 100	18	200	100	800	530
101 - 200	16	300	150	1200	800
201-300	15	400	200	1600	1070
301 - 400	14	450	225	1800	1200
401 - 800	12	500	250	2000	1330
801 -1600	10	600	300	2400	1600
1601 - 3200	8	700	350	2800	1870
3201 - 6400	6	800	400	3200	2130
6401 - 12800	4	900	450	3600	2400
12801 and greater	2	1000	500	4000	2670

¹ Refer to Table 14 for number of animals.

² Number of residences within 1.6 km (one mile) of the center of the facility applies only to new facilities. Expansions of existing facilities and the proponent's residence are excluded.

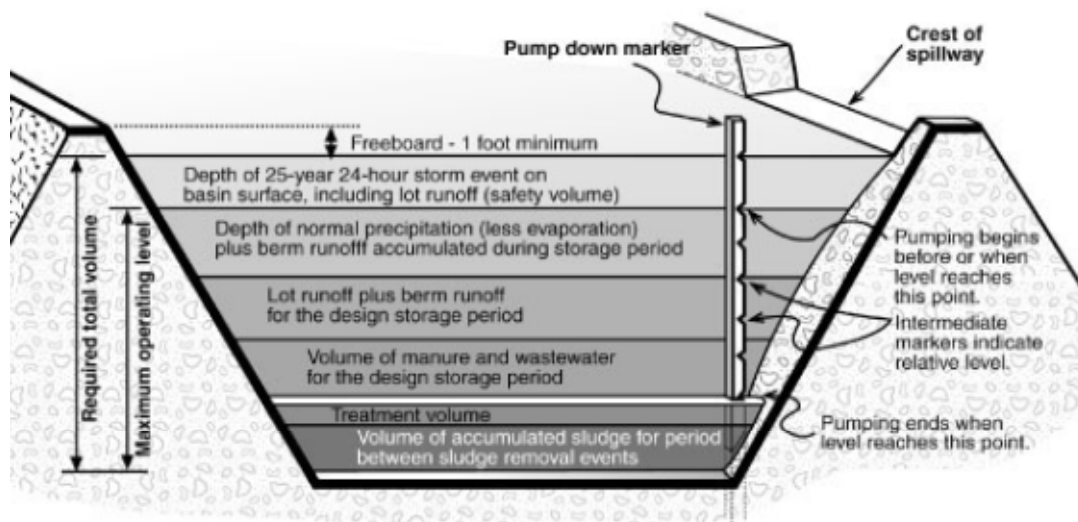
³ These separation distances apply to new and expanding operations; see Appendix C for imperial units.

⁴ Officially designated areas in a development plan or basic planning statement.

⁵ The distance to buildings includes barns and non-earthen manure storages such as above or below grade structures which may be covered or uncovered.

Tarvittavan varastointitilavuuden laskemisessa käytettävät tilavuusosiot:

Pfost et.al. 2007. Anaerobic lagoons for storage/treatment of livestock manure.



Tyypilliset 365 päivän varastointiin tarvittavat laguunikoot on esitetty kyseisessä julkaisussa erillisessä taulukossa.

MTT TEKEE TIETEESTÄ ELINVOIMAA

MTT RAPORTTI 28

www.mtt.fi/julkaisut

MTT Raportti -verkkojulkaisusarjassa julkaistaan maatalous- ja elintarviketutkimusta sekä maatalouden ympäristötutkimusta käsitteleviä tutkimusraportteja. Lukijoille tarjotaan tietoa MTT:n kaikilta tutkimusaloilta eli biologiasta, teknologiasta ja taloudesta.

MTT, 31600 Jokioinen.
Puh. (03) 4188 2327, sähköposti julkaisut@mtt.fi



MTT TEKEE TIETEESTÄ ELINVOIMAA

MTT RAPORTTI 28

www.mtt.fi/julkaisut

MTT Raportti -verkkojulkaisusarjassa julkaistaan maatalous- ja elintarviketutkimusta sekä maatalouden ympäristötutkimusta käsitteleviä tutkimusraportteja. Lukijoille tarjotaan tietoa MTT:n kaikilta tutkimusaloilta eli biologiasta, teknologiasta ja taloudesta.

MTT, 31600 Jokioinen.
Puh. (03) 4188 2327, sähköposti julkaisut@mtt.fi

