

Petri Kapuinen Jorma Karhunen

**EPS-rakeet ja EPS-rouhe sikalan lietesäiliön
katteena**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
Agricultural Research Centre of Finland

VAKOLA

Maatalousteknologian tutkimuslaitos

Osoite
Vakolantie 55
03400 VIHTI

Puhelin
(09) 224 251
Telekopio
(09) 224 6210

Institute of Agricultural Engineering

Address
Vakolantie 55
FIN-03400 VIHTI
FINLAND

Telephone int.
+358 9 224 251
Telefax int.
+358 9 224 6210

ISSN 0355-1415

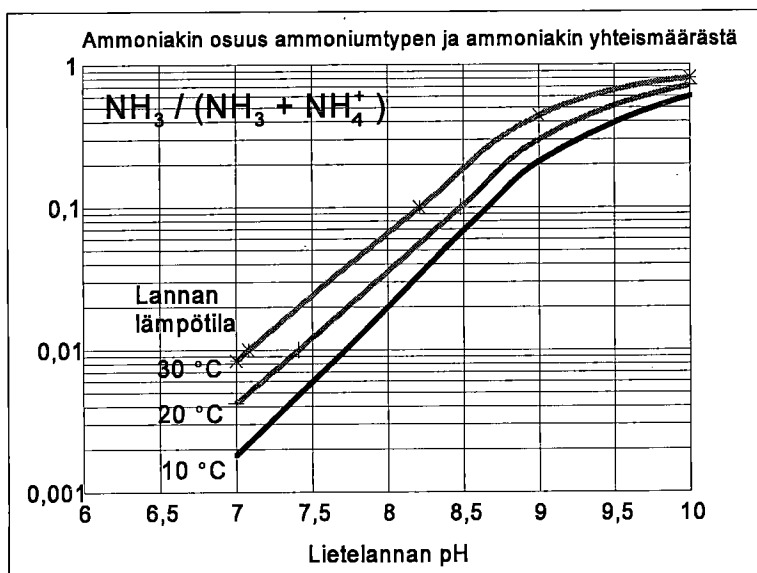
SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	3
2	AINEISTO JA MENETELMÄT	4
3	TULOKSET	6
3.1	Astiakoe	6
3.1.1	Kattamisen vaikutus lietepinnan korkeuden muutokseen	6
3.1.2	Kattamisen vaikutus lannan kuiva-aineen ja tuhkan määrään	7
3.1.3	Typen tappiot	7
3.1.4	Ammoniakkipitoisuus pinnan lähellä	8
3.1.5	Typen tappioiden ja ammoniakkipitoisuuksien riippuvuus toisistaan	12
3.1.6	Muut käyttöominaisuudet	12
3.2	Lietesäiliökoe	13
3.2.1	Katekerroksen muodostuminen	13
3.2.2	Lietteen päällä vallinneet ammoniakkipitoisuudet	13
4	TULOSTEN TARKASTELUA	14
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	15
6	LÄHDELUETTELO	17

LIITE 1

1 JOHDANTO

Lietelannan orgaaninen typpi hajoaa pieneliötoiminnan tuloksena liukoiseksi typeksi. Tärkein pieneliöiden orgaanista typpiä hajottava entsyymi on ureaasientsyymi. Liukoiseen typeen kuuluvaa nitraattia ei lietelannassa yleensä ole. Lietelannan liukoinen typpi on liuenneena lannan nesteosaan ammonium-ionina tai ammoniakkina. Näiden välinen määräsuhde riippuu lietelannan happamuudesta ja lämpötilasta (kuvio 1) (Miner Ref. HARTUNG ja PHILLIPS 1993). Ammonium-muodossa oleva liukoinen typpi ei voi haihtua lietelannasta ilmaan. Liete-



Kuvio 1. Ammoniakin osuus ammoniumtyypen ja ammoniakin yhteismäärästä lietelannan happamuudesta ja lämpötilasta riippuen.

tää kattamalla lantasaaliö. Kiinteän katteen sijasta voidaan käyttää myös lannan pinnalla kelluvaa katetta. Kelluva, kaasujenvaihtoa ehkäisevä kuorikerros voi olla esimerkiksi kevytsoraa, polystyreenirakeita, turvetta, silputtua olkea tai haketta. Lannan typen varastoinnin aikaiset tappiot pienenevät kattamattoman lannan typen tappioihin verrattuna taulukon 1 mukaan.

GRÖNROOSin esittämät luvut ovat kirjallisuustietoja, ja muiden lähteiden (KARLSSON 1996, SOMMER 1991, de BODE 1990, ANON. 1988, ANON. 1989, MANNI ja KAPUINEN 1990) luvut on mitattu astia- tai muissa kokeista. Näistä KARLSSONin (1996) kokeessa lanta varastoitiin 2 - 4 kuukautta ulkona astioissa, joiden läpimitta oli 1,9 m ja korkeus 1 m. Ammoniakkihäviö mitattiin astioiden reunoilla oleviin mastoihin sijoitetuilla keräimillä. SOMMERin (1991) arvot perustuvat pienimittakaavaisten säiliöiden tuulitunnelikokeisiin, joissa ilman nopeus oli 1 m/s ja lämpötila oli keskimäärin 7,3 °C talvella ja 16,9 °C kesällä. de BODEN (1990) kokeessa lantaa varastoitiin noin viisi kuukautta ulkona astioissa, joiden läpimitta oli 2 m ja korkeus 1,9 m. Mittausjärjestelyssä ilman virtaus vastasi tuulen nopeutta 1 m/s katteen pinnalla. Astiakokeissa (ANON. 1988, ANON. 1989) ilman nopeus oli 2,5 m/s, lämpötila 14 °C ja suhteellinen kosteus 66 %.

lannan nesteosaan liuenut ammoniakki haihtuu ilmaan, jos sen osapaine nesteosassa on suurempi kuin lietelannan päällä olevassa ilmassa. Ammoniakin muodossa olevan liukoisen typen osuus kymmenkertaistuu, jos esimerkiksi lannan pH nousee 7:stä 8:aan, ja kaksinkertaistuu, jos lannan lämpötila nousee 10 °C:sta 20 °C:een.

Lietelantalasta varastoinnin aikana leviävää hajua ja typen haihtumista ammoniakkina voidaan vähentää

Taulukko 1. Erilaisten kateaineiden vaikutus ammoniakkin haihtumisen ja typen tappioiden pienemiseen.

Suure	Ammoniakki, %						Kokonaistyyppi, %	
	GRÖNROOS 1993	KARLSSON 1996		SOMMER 1991	de BODE 1990		ANON. 1988, 1989	MANNI ja KAPUINEN 1990
Lannan alkuperä	Sika	Nauta, virtsa	Sika ¹⁾	Nauta	Sika	Nauta	Sika	Sika
Vuodenaika	-	Kevät	Kesä	Talvi	Kesä/talvi	Kesä/talvi	-	Syksy
KATE								
Puu	-	-	-	87	-	-	-	-
Telttakangas	90	90	-	-	94/84	84/71	-	-
Altovevy	-	-	-	-	84/54	50/46	-	-
Kelluva kalvo	-	90	85	71	94/73	86/82	-	-
Kelluva levy	79	-	-	-	85/89	81/78	-	-
Turve 8-9 cm	92	-	85	82	-	-	-	-
Kevytsora								
9-10 cm	79	90	47	81	-	-	75	41
5 cm	-	-	-	-	-	-	79	34
2 cm	-	-	-	-	-	-	72	17
Rapsiöljy	92	80	-	72	-	-	-	-
Olkisilppu	71	60	43	53	-	71/64	-	-
Luontainen kuorettuma	-	-	-	-	-	0-35/-	-	-

¹⁾ Kattamattomassa vertailuastiassa oli 5 cm:n paksuinen vetinen kuorettuma.

MANNIn ja KAPUISEN (1990) koeastiat olivat ulkona heinä-lokakuun ajan, ja niihin vaikuttivat ainoastaan luonnolliset ilmanvirtaukset.

Tässä tutkimuksessa selvitetään yhteistyössä ISORA Oy:n kanssa EPS-rakeiden ja -rouheen käyttökelpoisuus lietesäiliön katteena verrattuna kevytsoran ja turpeen käyttökelpoisuuteen. Kokeissa mitattiin ammoniakkin ja veden haihtuminen sianlietteestä, kun katteena käytettiin eri rakeita eri paksuisina kerroksina. Lisäksi arvioitiin rakeitten käytön helpoutta ja katteen pysyvyyttä. Tutkimus koostuu astiakokeesta ja käytännön kokeesta.

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

Sekoitettua ja tasalaatuista sian lietelantaa kaadettiin 65 litran muovisaaveihin 32 litraa kuhunkin. Lannan pitoisuudet olivat tämän kokeen alussa taulukon 2 mukaiset.

Vaikka kokeessa käytetty lanta oli KEMPPAISEN (1984) sekä KAPUISEN ja KARHUSEN (1990) tiloilla mittaamien lantojen

Taulukko 2. Kokeessa käytetyn sian liotelannan pitoisuudet kokeen alussa verrattuna Suomessa mitattuihin vastaaviin pitoisuuksiin käytännön tiloilla (KEMPPAINEN ¹⁾ 1984, KAPUINEN ja KARHUNEN ²⁾ 1990).

	Tämän kokeen alussa	Käytännön tiloilla	
		1)	2)
Kokonaistyyppi	4,17 ± 0,1	5,4 ± 1,9	6,5 ± 1,4
Liukoinen tyyppi	2,37 ± 0,12	3,6 ± 1,1	4,7 ± 1,1
Kuiva-aine	63,5 ± 0,9	92 ± 51	76 ± 36
Tuhka	12 ± 0,9	-	-

Keskiarvo, ± keskihajonta, g/kg tuorepainosta

Taulukko 3. Koejäsenet ja niiden sijoitusta vastaava numero liitteessä 1.

Kateaine	Katteen paksuus, cm			
	0	2,5	5	10
EPS-rae 510 (iso)	-	x (1)	x (2)	-
EPS-rae 910 (pieni)	-	x (3)	x (4)	-
EPS-rouhe	-	-	x (5)	-
Kevytsora	-	-	-	x (6)
Turve	-	-	-	x (7)
Kattamaton	x (8)	-	-	-

Taulukko 4. Tietoja koejäsenistä.

Koejäsen	Rakeiden läpimitta mm	Tilavuuspaino kg/m ³	Vesipitoisuus %
EPS-rae 510 (iso)	3 ... 4,5	19	(≤ 10%)
EPS-rae 910 (pieni)	1,5 ... 2	16	"
EPS-rouhe	2 ... 8 ja 5... 9 x 9... 15	9,2	"
Kevytsora	4 ... 10	315	"
Turve	-	215	52

Turvesaavit olivat rinnakkain yksi kussakin rivissä. Muiden koejäsenten osalta koe oli täysin satunnaistettu.

Koeastiat olivat ulkoilmassa tuulisella ja aurinkoisella paikalla kaksi kuukautta (8.5. - 9.7.). Runsaiden sateiden vuoksi astiat alkoivat täyttyä tämän jakson lopussa. Kevytsoran pinta oli jo noin sentin päässä saavin yläreunasta, kun saavit siirrettiin kylmään halliin. Siellä ne olivat vajaan kuukauden (9.7. - 29.7.). Ulkojakson aikana ilman keskilämpötila oli 10,8 °C ja sademäärä 179 mm. Hallissa ilman keskilämpötila oli 13,9 °C. Sää oli normaalia viileämpi, sillä nyt vallinnut ja pitkäaikainen kuukausikeskiarvo oli toukokuussa 8,0 ja 9,9 °C, kesäkuussa 12,9 ja 14,9 °C ja heinäkuussa 13,9 ja 16,6 °C vastaavassa järjestyksessä (ANON. 1995).

Astioissa olevassa liotelannassa tapahtuvien muutosten selvittämiseksi ne punnittiin ja niistä otettiin näytteet kokeen alussa ja lopussa. Näytteistä määritettiin kuiva-aineen, tuhkan, liukoisen typen ja kokonaistypen pitoisuudet. Astioista muodostuva hajua määritettiin mittamalla ilman ammoniakkipitoisuus astioiden pinnan läheltä diffuusio- ja kertakäyttöisillä kaasunosoituspumpeilla 27.5., 10.6., 1.7., 10.7., 22.7. ja 26.7. Katekerroksen ohenevan selvittelemiseksi mitattiin katteen paksuus kokeen lopussa verkko- ja levyrakenteisella työntömitalla.

keskiarvoja laimeampaa, sen pitoisuudet olivat vaihtelun alueen sisällä.

Kokeisiin valittiin kolme EPS (= expanded polystyrene) -umppisoluista paisutettua polystyreeniraetyyppiä: EPS-rae 910, EPS-rae 510 ja EPS-rouhe. Raakeita levitettiin astioihin lietteen päälle 2,5 ja 5 cm:n kerrokset, rouhetta vain 5 cm. Muut koejäsenet olivat: kattamaton, 10 cm:n kevytsoralla katettu ja 10 cm:n turvekerroksella katettu, taulukko 3 ja 4. Katteen paksuus määritettiin koeastioihin asetetun katteen tilavuuden ja lietepinnan pinta-alan mukaan. Kaikista koejäsenistä oli kolme kerrannetta. Saavit asetettiin kolmeen, noin pohjois-eteläsuuntaiseen riviin, 8 saavia kuhunkin, 70 cm:n etäisyydelle toisistaan.

Lietesäiliökoe perustettiin samaan lietesäiliöön, josta astiakokeessa käytetty lietelanta otettiin. Sen halkaisija oli 15 metriä, joten sen pinta-ala oli 176,7 m². Lietesäiliön syvyys oli 3,47 m, joten sen tilavuus oli 613 m³. Lietesäiliön syvyys oli noin puoli metriä tavanomaista suurempi. Lietesäiliö sijaitsi kansikuvan mukaisessa paikassa. Sen toinen reuna oli kiinni sikalan seinässä. Sikalan poistoilma-aukot sijaitsivat lietesäiliön kanssa samalla puolella rakennusta, mutta varsin korkealla lietesäiliön reunojen tasoon nähden, koska sikala on kaksikerroksinen.

Lietesäiliön kattamiseen käytettiin EPS-rakeita, joiden läpimitta oli 2...11 mm. Ensimmäinen erä rakeita kaadettiin lietesäiliöön 1. syyskuuta. Kattamispäivä oli tiikusateinen. Kattamiseen käytetty 9,3 m³ rakeita kaadettiin reunan yli kolmesta kohdasta. Määrä vastasi laskennallisesti 5,3 cm:n katekerrosta. Katekerroksen paksuutta lisättiin 20. syyskuuta 9 cm:iin lisäämällä lietesäiliöön noin 6,4 m³ rakeita. Katteen asentaminen oli helppoa, eikä vaatinut mitään välineitä. Tuote oli pakattu 300 litran pakkauksiin, joista yksi henkilö pystyi kaatamaan tuotteen lietteen päälle vaivatta kansikuvassa esitetyllä tavalla, koska yksi pakkaus painaa vain noin 5 kg. Katteen asentaminen kestää alle tunnin.

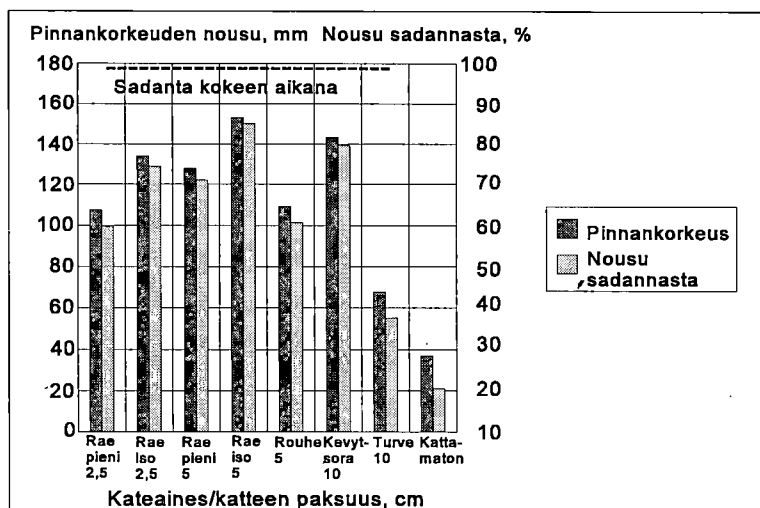
Lietteen päällä vallinneet ammoniakkipitoisuudet mitattiin sekä ennen lietesäiliön kattamista että sen jälkeen. Ammoniakkipitoisuudet mitattiin kolmesta kohdasta lietesäiliön eri puolilta noin 2 cm:n etäisyydeltä lietteen tai katteen pinnasta. Katteiden päältä ammoniakkipitoisuudet mitattiin ensimmäisen kerran vajaan viikon kuluttua katteiden levittämisestä. Ennen kattamista ja ohuemman katekerroksen päällä vallinneet ammoniakkipitoisuudet mitattiin kaksi kertaa. Katekerroksen paksuntamisen jälkeen ammoniakkipitoisuudet mitattiin neljä kertaa.

3 TULOKSET

3.1 Astiakoe

3.1.1 Kattamisen vaikutus lietepinnan korkeuden muutoksiin

Saaveissa oli alunperin 25 cm lietettä. Saavien ollessa ulkona satoi kaiken kaikkiaan 179 mm. Koko koeaikana lietepinta nousi kattamattomissa saaveissa 37 mm ja katetuissa 68...153 mm katteesta riippuen, kuvio 2. Solumuovirakeilla ja kevytsoralla kattaminen lisäsi sadeveden kertymää likimain yhtä paljon. Suurikokoinen



Kuvio 2. Eri tavoin katettujen saavien pinnankorkeuden nousu.

EPS-rae esti haihtumista tehokkaammin kuin pieni. Rouhe esti haihtumista solumuovirakeita vähemmän. Katekerroksen paksuuden kasvattaminen vähensi haihtumista. Sadevedet nostivat saavien nestepinnan tasoa 21...86 % sadannasta. Sadannan pitkäaikainen keskiarvo kesällä noin viiden kuukauden aikana on 305 mm (ANON. 1995).

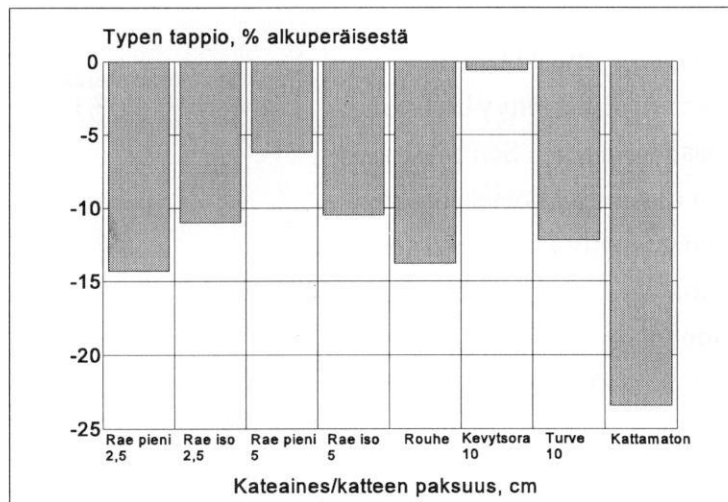
3.1.2 Kattamisen vaikutus lannan kuiva-aineen ja tuhkan määrään

Mittaustarkkuuden puitteissa lannan kuiva-aineen ja tuhkan määrät pysyivät kaikissa koejäsenissä ennallaan. Kuitenkin kevytsorasta saattoi irrota vähän hienoa ainesta lannan joukkoon, sillä lannan tuhkan määrä, 384 g, lisääntyi kevytsoralla katetuissa astioissa keskimäärin 29 g ja pysyi muilla koejäsenillä keskimäärin ennallaan (- 0,05 g). Kuiva-aineen määrä lisääntyi kevytsoralla katetuissa saaveissa 65 g ja pysyi muissa koejäsenissä keskimäärin ennallaan (- 23 g).

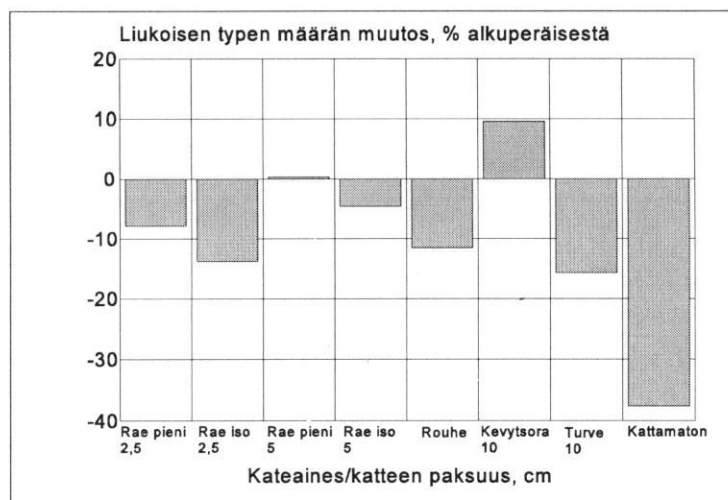
3.1.3 Typen tappiot

Kokonaistypen tappiot astioista on esitetty kuviossa 3. Typpeä haihtui ammoniakkinä kattamattomista saaveista 23,4 % ja katetuista saaveista 0,6...14 % katteesta riippuen.

Lietteen typen varastoinnin jälkeistä lannoitusarvoa parhaiten kuvaava liukoisen typen määrä lisääntyi kokeen aikana kevytsoraa ja pienikokoista raetta katteena käytettäessä ja väheni muita katteita käytettäessä (4,6...14 %), kuvio 4. Muutokset johtuvat ammoniakkin haihtumisesta ja lannan orgaanisen typen muuttumisesta ammoniumtypeksi. Liukoisen typen pitoisuus väheni kaikissa koejäsenissä. Pitoisuuden pieneneminen katetuissa saaveissa aiheutui suurimmaksi osaksi sateen aiheuttamasta lietteen laimenemisestä mutta kattamattomissa saaveissa myös ammoniumtypen



Kuvio 3. Kokonaistypen tappio.



Kuvio 4. Liukoisen typen määrän muutos.

haihtumisesta. Liukoisen typen pitoisuudet olivat kokeen lopussa kaikissa koejäsenissä lähes samat. Kuiva-ainepitoisuus sen sijaan oli kattamatomissa saaveissa suurempi kuin katetuissa, taulukko 5.

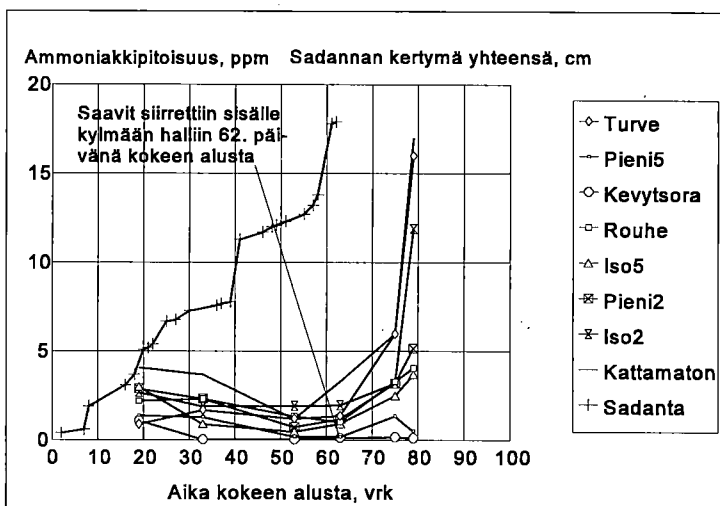
Katteen paksuudella näyttää olevan suurempi vaikutus typpitappioon kuin katteen laadulla, kuvio 17. Kuitenkin EPS-rouhe näyttää olevan huonompi kuin EPS-rakeet.

Taulukko 5. Liukoisen typen ja kuiva-aineen pitoisuudet kokeen lopussa, g/kg.

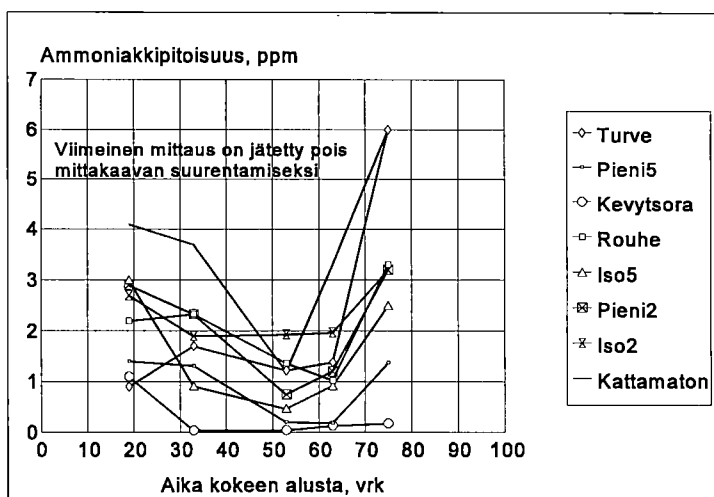
	Liukoinen typpi	Kuiva-aine
EPS-rae 910 (pieni)	1,5	40,8
Kevytsora	1,5	39,5
Turve	1,5	84,6
Rouhe	1,4	42,0
EPS-rae 510 (iso)	1,3	37,9
Kattamaton	1,3	54,6

3.1.4 Ammoniakkipitoisuus pinnan lähellä

Ilman ammoniakkipitoisuus lietepinnan lähellä kuvaa hyvin lannasta erittyvää hajua, koska ammoniakkia erittyy haisevista kaasuista eniten. Sen pitoisuuden muutokset koejakson aikana on esitetty kuvioissa 5 ja 6. Turpeen kyky vähentää ammoniakkipitoisuutta loppui ajan myötä turpeen upotessa lantaan. Katteet pienensivät ammoniakkipitoisuuksia hyvin voimakkaasti. Ensimmäistä mittausta lukuunottamatta pitoisuudet olivat kevytsorakatteen päällä kaikkein pienimmät. Koejakson loppupuolella pitoisuudet olivat toiseksi pienimmät, kun saavit oli katettu 5 cm paksulla kerroksella pieniä rakeita ja kolmanneksi pienimmät, kun saavit oli katettu 5 cm paksulla kerroksella isoja rakeita. Ammoniakkipitoisuudet kasvoivat kaikissa koejäsenissä, kun astiat oli viety sisään. Tähän vaikutti se,



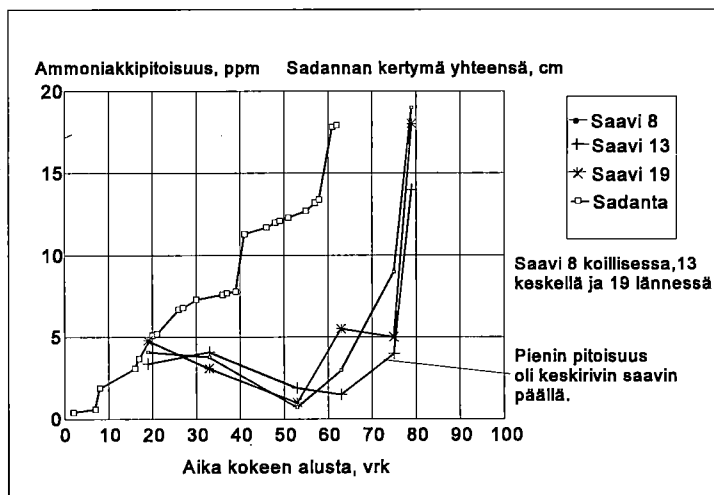
Kuvio 5. Ilman ammoniakkipitoisuus koesaavien pinnan lähellä ja sadanta. Saavit siirrettiin sisälle kylmään halliin 62. päivänä kokeen alusta.



Kuvio 6. Ilman ammoniakkipitoisuus koesaavien pinnan lähellä viimeistä mittausta lukuunottamatta.

että lannan pintakerroksen laimeneminen loppui, koska saaveihin ei enää tullut sadevesiä. Koejäsenittäin mitatut ammoniakkipitoisuudet lietepinnan päällä vaihtelivat seuraavasti:

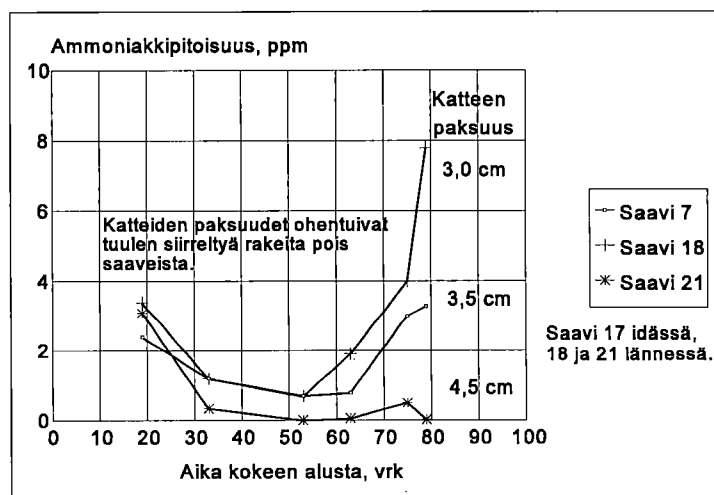
- Kattamattomissa saaveissa (kuvio 7) ammoniakkipitoisuus väheni ensimmäisen mittaukserran 4 ppm:stä aina 53. päivään asti, jolloin se oli 1 ppm. Kun saavit oli siirretty sisälle, pitoisuus alkoi kasvaa voimakkaasti niin, että se oli lopuksi lähes 20 ppm. Selityksenä muutoksiin saattaa olla, että koeajan alkuajoina satoi usein ja lanta laimeni pinnalla. Lisäksi ulkonaoloajan lopulla lietteen pinnalle muodostui ohut



Kuvio 7. Ilman ammoniakkipitoisuus kattamattomien saavien pinnan lähellä.

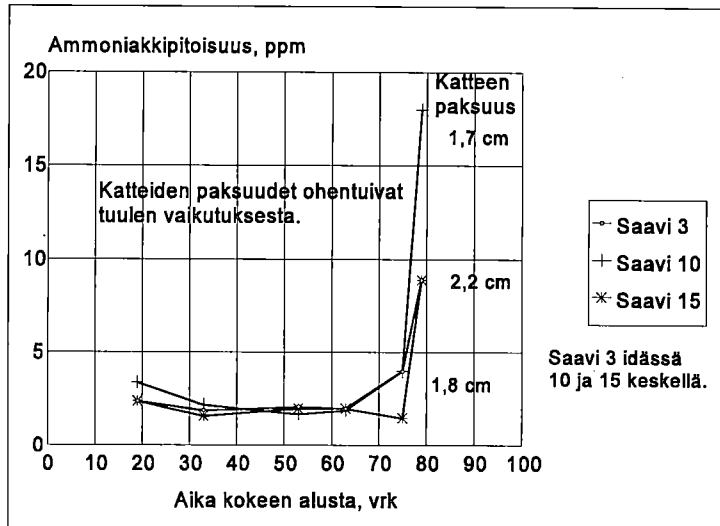
kuorettuma. Se hajosi 60. päivän 40 mm:n sateessa. Tämän jälkeen saavit nostettiin sisälle. Seuraavana päivänä tehdyssä mittauksessa keskimääräinen pitoisuus oli kohonnut. Sisällä saavien kuiva-aine- ja ammoniakkipitoisuudet alkoivat kasvaa haihdunnan takia, mutta kuorettumaa ei syntynyt uudestaan.

- EPS-rae 510:llä (iso) katettujen saavien paksunnan katteen päällä ammoniakkipitoisuudet olivat aluksi samat, 2...3 ppm, kuin ohuemman katteen päällä, kuvio 8 ja 9. Tuuli ohensi paksumpia katteita koejakson kuluessa, koska pitoisuudet olivat loppuaikana selvästi lopullisen katekerroksen paksuuden mukaisia, kuvio 8. Koejäsenessä, jossa kate oli kokeen lopussa paksuin, 4,5 cm, katteen päällä vallitseva ammoniakkipitoisuus oli parhaimmillaan 10 cm:n kevytsorakatteen pitoisuutta vastaava, likimain 0 ppm. Niiden saavien katteet, jotka alussa olivat 2,5 cm:n paksuiset, ohenivat suhteellisesti vähemmän ja pitoisuudet olivat parhaimmillaan 2 ppm, kuvio 8.

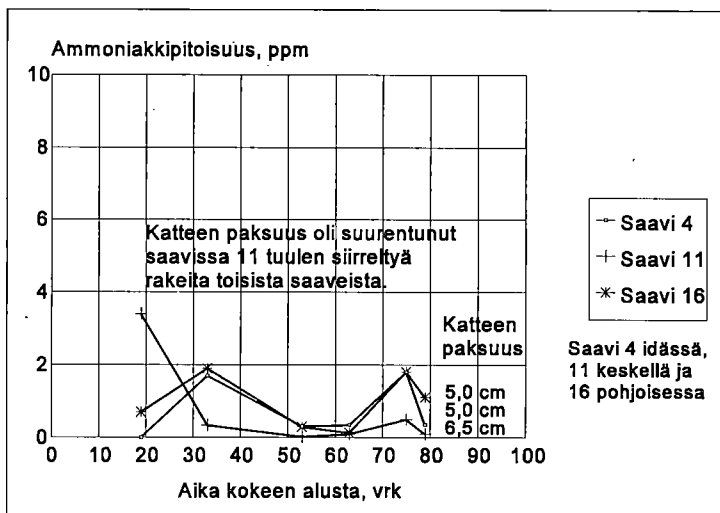


Kuvio 8. Ilman ammoniakkipitoisuus 5 cm:n paksuisella EPS-510-rakeella (iso) katettujen saavien pinnan läheltä.

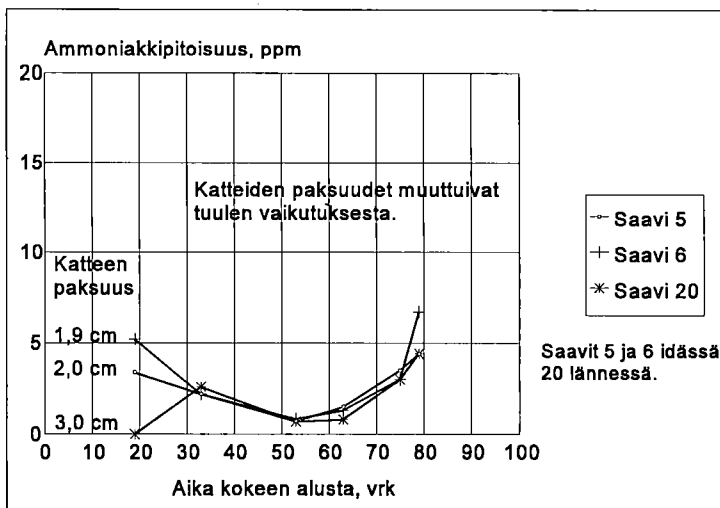
Kuvio 9. Ilman ammoniakkipitoisuus 2,5 cm:n paksuisella EPR-510-rakeella (iso) katettujen saavien pinnan lähellä.



- EPS-rae 910:llä (pieni) katettujen saavien katteen (kuviot 10 ja 11) päällä mitatut pitoisuudet olivat hyvin erilaiset ensimmäisessä mittauksessa kerranteiden välillä: 2,5 cm:n katteella 0...5 ppm ja 5 cm:n katteella 0...3 ppm. 33. päivänä keskimääräiset pitoisuudet olivat pienellä rakeella sekä 2,5 cm että 5 cm paksult katettujen saavien katteen päällä hieman suuremmat, 1,3 ppm ja 2,3 ppm vastaavassa järjestyksessä, kuin isolla rakeella katettujen, 0,9 ja 1,9 ppm vastaavassa järjestyksessä. Kokeen lopulla pitoisuudet kääntyivät taas toisinpäin. Pienellä rakeella katettujen saavien katteen päällä pitoisuudet olivat 2,5 cm:n ja 5 cm:n katteilla enimmillään 5 ppm ja 0,5 ppm sekä isolla rakeella vastaavasti 12 ppm ja 4 ppm.

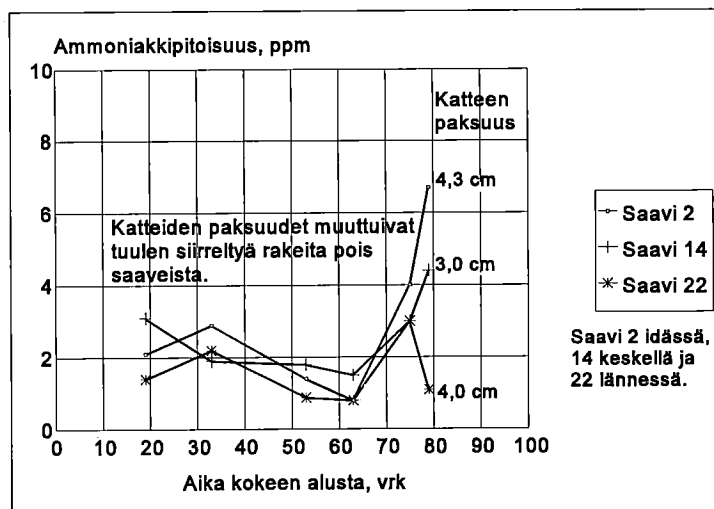


Kuvio 10. Ilman ammoniakkipitoisuus 5 cm:n paksuisella EPR-910-rakeella (pieni) katettujen saavien pinnan lähellä.



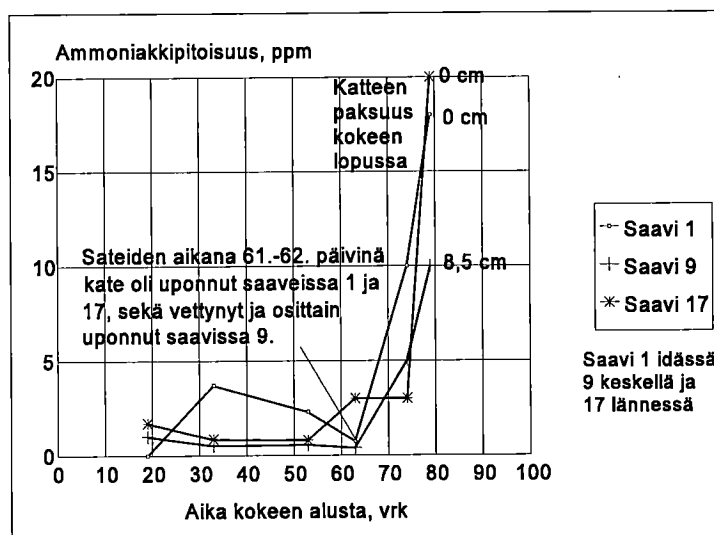
Kuvio 11. Ilman ammoniakkipitoisuus 2,5 cm:n paksuisella EPR-910-rakeella (pieni) katettujen saavien pinnan lähellä.

- EPS-rouhekatteen päällä (kuvio 12) vallitsevat pitoisuudet, 2...3 ppm, olivat 33. päivänä selvästi alunperin vastaavan paksuisen raekatteen pitoisuuksia, 0...1 ppm (iso rae) ja 0,4...2 ppm (pieni rae) suuremmat. Tilanne säilyi kokeen loppuun. Pitoisuudet olivat rouhekatteen päällä keskimäärin 4,1 ppm, kun taas raekatteen päällä vastaavasti 3,7 ja 0,5 ppm.



Kuvio 12. Ilman ammoniakkipitoisuus 5 cm:n paksuisella EPR-rouheella katettujen saavien pinnan lähellä.

- Turvekatteen päällä (kuvio 13) ammoniakkipitoisuus oli pienehkö, keskimäärin vain 1 ppm niin kauan kuin turve pysyi pinnalla ja kuivana. Reunarivien saaveissa 1 ja 17 turvekate kuitenkin vajosi pinnan alle 60. päivän sateen aikana. Vuorokauden sademäärä oli silloin yli 40 mm. Keskirivin saavissakin turvekerros vettyi ja oheni 8,5 cm:iin. Suurin ammoniakkipitoisuus, 18...20 ppm, mitattiin koeajan lopulla saaveista 1 ja 17. Se

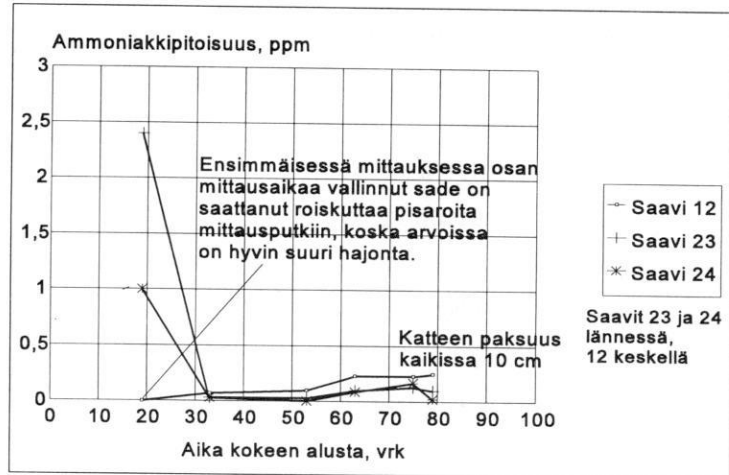


Kuvio 13. Ilman ammoniakkipitoisuus 10 cm:n paksuisella turvekerroksella katettujen saavien pinnan lähellä.

- oli yhtä suuri kuin kattamattomista saaveista 8 ja 19 mitatut pitoisuudet, 18...19 ppm, ja ohentuneen pienirakeisen katteen päällä mitatut pitoisuudet, 18 ppm.

- Kevytsorakatteen päällä (kuvio 14) pitoisuus oli alussa pieni, yleensä lähellä nollaa. Myöhemmin pitoisuudet kohosivat, kuitenkin enintään 0,3 ppm:ään saavien tultua nostetuksi sisälle.

Kuvio 14. Ilman ammoniakkipitoisuus 10 cm:n paksuisella kevytsorakerroksella katettujen saavien pinnan lähellä.



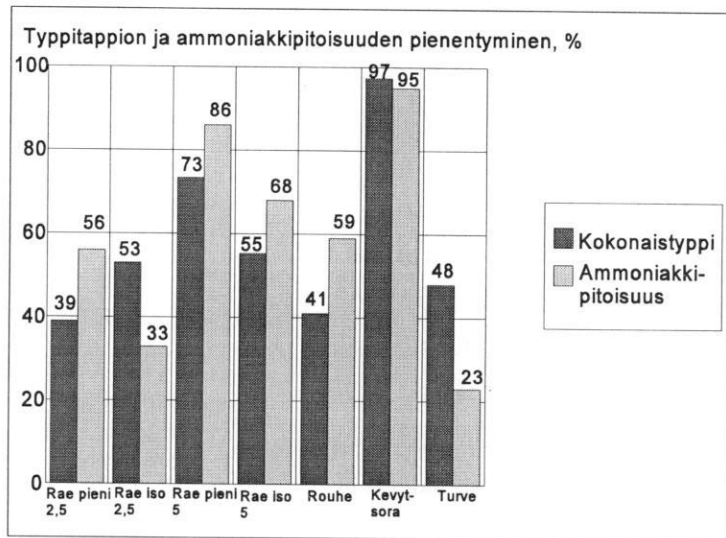
3.1.5 Typen tappioiden ja ammoniakkipitoisuuksien riippuvuus toisistaan

Kuviosta 15 voidaan todeta, että typen tappio kuvaa melko hyvin myös lietteen pinnalta muodostuvaa ammoniakkia ja hajua. Pienikokoisempi EPS-rae 910 vähensi 5 cm:n paksuisena kerroksena typen häviöitä ja ammoniakkipitoisuutta 73 ja 86 %, isompi rae 510 vastaavasti 55 ja 68 % sekä rouhe vastaavasti 41 ja 59 % vastaavassa järjestyksessä.

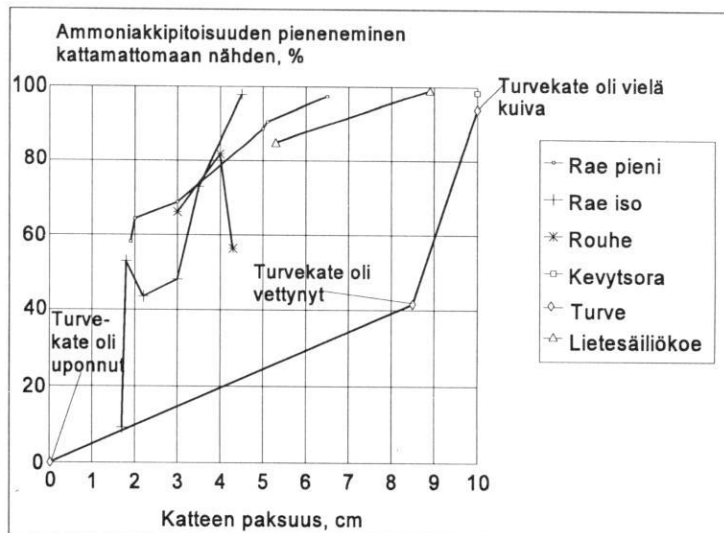
Ammoniakkipitoisuuden lähes 100 %:n pieneminen näyttää olevan saavutettavissa 4,5...6,5 cm:n EPS-raekerroksella, kuvio 16. Typen tappio on lähes olematon ainakin 10 cm:n paksuisella katteella.

3.1.6 Muut käyttöominaisuudet

EPS-rakeet ovat kevyitä ja leviävät lietalannan pinnalle helposti tasaiseksi kerrokseksi. Pienikokoisista astioista, kuten sangoista ja saaveista, yli 4 m/s puhalta-



Kuvio 15. Typpitappion ja pinnan läheltä mitatun ilman ammoniakkipitoisuuden pienentyminen katteiden vaikutuksesta.



Kuvio 16. Katteen paksuuden vaikutus pinnan läheltä mitatun ilman ammoniakkipitoisuuden pienentymiseen kolmessa viimeisessä mittauksessa.

va tuuli heitteli kuivia rakeita ulos, minkä vuoksi rakeet levitettiin tyynellä säällä ja paineltiin aluksi pinnan alle, jotta ne liimautuivat toisiinsa. Katteiden pinnan taas kuivuttua tuuli puhalsi osan EPS-katekerroksista pois, jolloin rakeita siirtyi pienessä määrin myös toisiin saaveihin. Kattamattomiin saaveihin siirtyneet rakeet kuorittiin pois.

Pienempi rae oli pysynyt saaveissa isoa raetta paremmin. 5 cm:n ja 2,5 cm:n paksuiset pienirakeiset katteet olivat kokeen lopussa keskimäärin 5,5 cm:n ja 2,3 cm:n paksuisia. Isolla rakeella katetuissa katekerroksen paksuudet olivat vastaavasti 3,7 cm ja 1,9 cm. Pienirakeisten paksujen katteiden pintakerroksessa oli pieniä kärpäsiä, jotka saattoivat kostuttaa ja siten liimata rakeita toisiinsa. 5 cm:n paksuinen rouhekate oli ohentunut keskimäärin 3,8 cm:iin. Varsinkin isoilla rakeilla ja rouheella katetut saavit saattoivat menettää osan katteesta tuulisina päivinä.

3.2 Lietesäiliökoe

3.2.1 Katekerroksen muodostuminen

Yhtenäinen katekerros muodostui vasta noin viikko sen jälkeen, kun ensimmäinen erä EPS-rakeita oli kaadettu lietesäiliöön. Rakeet eivät kuitenkaan peittäneet lietesäiliötä kokonaan, vaan katteeseen jäi noin viisi vajaan neliömetrin suuruista aluetta, joissa katemateriaalia oli vain ohuelti. Näiden alueiden koko ja lukumäärä vaihteli kokeen aikana. Muutokset alueiden lukumäärässä ja koossa aiheutuivat siitä, että tuuli siirteli lähinnä suuria rakeita paikasta toiseen. Aivan ohuen kerroksen peittämä alue oli 15..60 m² eli 8,5...34 % säiliön pinta-alasta ajankohdasta riippuen. Lisäksi katteessa oli ajoittain noin 1,5 m²:n aukko, joka vastaa vajaata 1 % lietesäiliön pinta-alasta.

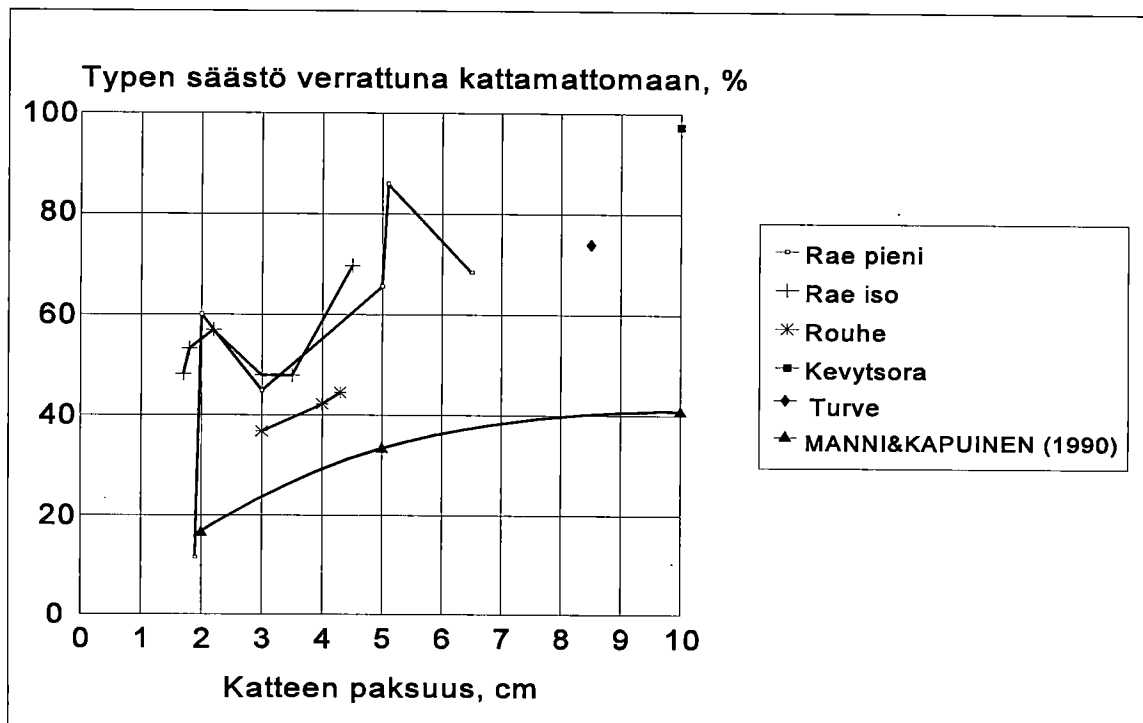
Katekerroksen kasvattaminen ei pienentänyt aluetta, jossa katekerros oli ohut, mutta täysin paljaita alueita katemateriaalin lisäämisen jälkeen ei enää ollut. Ohuen kerroksen pinta-ala oli katekerroksen kasvattamista seuraavana päivänä 35 m² eli noin 20 % ja sitä seuraavana päivänä vain 15 m² eli 8,5 % lietealtaan pinta-alasta. Ohuen kerroksen paksuus oli 1...5 cm.

3.2.2 Lietteen päällä vallinneet ammoniakkipitoisuudet

Kattamattoman lietteen päällä vallinnut ammoniakkipitoisuus oli keskimäärin 15,2 ppm. Pitoisuuden vaihtelu oli melkoinen. Vaihtelualue oli 6,4...34 ppm. Jo ohuempi katekerros pienensi ammoniakkipitoisuutta merkittävästi. Se oli keskimäärin 2,3 ppm eli 85 % pienempi kuin kattamattomassa lietesäiliössä, kuvio 16. Myös pitoisuuden vaihteluväli pieneni kattamisen avulla merkittävästi. Se oli 0...5 ppm. Katekerroksen paksuntamisen jälkeen ammoniakkipitoisuus laski edelleen. Se oli keskimäärin alle 1 ppm, ja vaihteluväli oli 0...3,4 ppm. Suurin arvo mitattiin, kun katekerroksen päälle tuli lietelantaa ja pesuvettä lieteputkesta sikalan pesun yhteydessä. Muissa mittauksissa ammoniakkipitoisuudet olivat 0...1 ppm ja keskimäärin 0,1 ppm. Siten myös vaihteluväli pieneni edelleen. Kattamattomaan lietesäiliöön verrattuna ammoniakkipitoisuudet pienenevät noin 99 %, kun häiriintynyt mittaus jätetään huomioonottamatta.

4 TULOSTEN TARKASTELUA

Käytännön lietesäiliössä lantakerroksen paksuus on noin kymmenkertainen koesaavien lantakerroksen paksuuteen verrattuna. Kokonais- ja liukoisen typen muutokset ovat vastaavasti pienemmät käytännön lietesäiliöissä. Kokonaistypen tappio väheni katteen paksuutta kasvatettaessa samanmuotoisen kuvaajan mukaan kuin aikaisemmassa MANNIN ja KAPUISEN (1990) kevytsoralla tehdyssä astiakokeessa, mikä vahvistaa nyt saatua tulosta, kuvio 17. Lannan lämpötila lietesäiliössä seuraa ulkoilman lämpötilää pitemmällä viiveellä kuin koesaaveissa. Toisaalta kokeessa käytetyn lannan liukoisen typen pitoisuus oli aivan KEMPPAISEN (1984) ja KAPUISEN ja KARHUSEN (1990) käytännön tiloilla mittaaman vaihtelualan alarajalla, mikä on omiaan pienentämään kokeessa mitattuja tappioita suhteessa käytännön lietesäiliöiden typen tappioihin. Koejärjestely tuo kuitenkin hyvin esiin katteiden väliset erot. Kokeen eroja liioitteleva vaikutus on otettava huomioon katteen kustannussäästö- ja laskettaessa.



Kuvio 17. Kokonaistypen tappiot katteen paksuuden mukaan tässä tutkimuksessa ja vastaavasti MANNIN ja KAPUISEN (1990) kokeessa.

Ensimmäisessä ammoniakkimittauksessa osan mittausaikaa vallinnut sade saattoi roiskuttaa pisaroita mittausputkiin tai tuuli kasata rakeita reunoille, koska muun muassa pienen rakeen, rouheen ja kevytsoran arvoissa oli hyvin suuri hajonta. Kokeen alussa mitatut ammoniakkipitoisuudet vastaavat lähinnä alkuperäisen, taulukko 2:n mukaisen lannan päällä vallitsevia ammoniakkipitoisuuksia, lopussa asetelman, vastaavasti taulukko 4:n mukaisen, selvästi laimeamman lannan päällä vallitsevia ammoniakkipitoisuuksia.

Auringonpaisteessa saavit lämpenivät jonkin verran eri tahdissa, niin että reunarivien saavit varjostivat aamulla ja illalla keskimmäistä riviä ja aamulla myös pensaat saavirivistön toista päätä. Niinpä turvesaavin 1 päältä mitattu ammoniakkipitoisuus oli alkuaikoina suurempi kuin muiden turvekatekerranteiden. 33. päivänä kokeen alusta aamuauringon puolella olleessa saavissa 1 lanta oli 1,5 °C lämpimämpää kuin keskirivin saavissa 9 ja 2 °C lämpimämpää kuin lännen puoleisessa saavissa 17. Ammoniakkipitoisuudet olivat vastaavasti 3,7, 0,5 ja 0,9 ppm. Vastaisissa mittauksissa suora auringonpaiste saaveihin on estettävä.

Sateet ja katteiden paksuuden oheneminen kokeen aikana aiheuttivat puolestaan suurta ajallista vaihtelua. Esimerkiksi isorakeiset katteet ohentuivat enemmän kuin pienirakeiset, minkä vuoksi ammoniakkipitoisuudet 5 cm:n katteiden päällä kokeen loppuajankana kasvoivat suhteessa pienirakeisen katteen päältä mitattuihin. EPS-rakeitten osalta pitäisi tehdä lisäkokeita 10 cm:n katekerroksilla.

Lietesäiliökokeessa mitattu ammoniakkipitoisuuden pieneminen vastasi astiakokeessa mitattua, joten astiakokeen tuloksia voidaan tältä osin käyttää suoraan käytännön lietesäiliöiden kattamisen vaikutusten arviointiin.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Polystyreenirakeet soveltuvat hyvin käytännön lietesäiliön kattamiseen. Huolimatta siitä, että katteeseen muodostuu laajojakin alueita, joissa katekerroksen paksuus on pieni, ammoniakkipitoisuudet katteen päällä pienenevät rajusti. Kun katekerroksen paksuus on keskimäärin noin 10 cm, ammoniakkipitoisuudet katekerroksen päällä ovat lähes olemattomat. Asentaminen on yksinkertaista ja helppoa eikä siihen tarvita apuvälineitä. Vaikka tarvittavan työn hinnoittelisikin, asennuskustannus on muutamia kympejä. Tämä on merkittävä etu esimerkiksi kevytsorakatteeseen nähden. Kevytsorakatteen asennuskustannus on merkittävä, koska asennus vaatii käytännössä kevytsoran siirtämisen ajoneuvoista paineilmalla lietesäiliöön.

Katemateriaali maksaa noin 310 mk/m³ eli 9,30 mk/m³ varastotilavuutta 10 cm:n paksuisena kerroksena 3 metriä syvässä lietesäilössä. Vuotuinen katekustannus on 93 p/m³ varastotilavuutta, kun vuosikustannukseksi otetaan 10 % hankintahinnasta.

Lietesäiliön kattaminen lisää lisääntyneen sadeveden kertymän takia tarvittavaa säiliön korkeutta noin 17 cm:llä, eli lisää varastotilan tarvetta 5,7 %:lla, jos varastointiaika on yksi vuosi ja säiliön syvyys on 3 m. Lisäkustannus lantakuutiota kohden on 68 p, kun varastointikustannukseksi otetaan 12 mk/m³ (KAPUINEN 1994, s.75).

Turpeen käyttö katemateriaalina edellyttää ainakin sianlietteen hajun torjunnassa, että kattamien uusitaan 2 - 3 kuukauden välein, mikä lisää kustannuksia melkoisesti, niin, että kustannukset saattavat olla suuremmat kuin muista mukana olleista materiaaleista.

Liukoisen ammoniumtyypen pitoisuudet laskevat sekä katetuissa että kattamattomissa lantäsäiliöissä lähinnä sadeveden aiheuttaman laimenemisen takia noin 0,1 g/kg, mikä on

4,1 %. Kattaminen ei siten merkittävästi lisää lannan kuljetuskustannuksia suhteessa sen alkuperäiseen liukoisen typen arvoon. Myös muiden ravinteiden osalta lannan arvo alenee laimenemisen takia noin 4 %. Kattaminen säästää liukoista typpeä 3...4 % eli 0,1 kg alkuperäistä lantatonnia kohden, eli 30 p/tn. Se kattaa noin kolmanneksen katekustannuksista. Ilman lannan laimenemisen aiheuttamaa kuljetuskustannusten nousua kustannus hajun torjunnasta on noin $1,30 \text{ mk/m}^3 \cdot \text{vuosi}$.

7 LÄHDELUETTELO

ANON 1988. Leca-nødder som flydelag i gyllebeholdere. SjF-prøverapport Nr. 668. Kandrup-København.

- “ -. 1989. Leca-sora lietelantasäiliön katteena. VAKOLAn koetusselostus 1268. SjF-prøverapport Nr. 668, suomenkielinen käännös. Vihti.

- “ -. 1995. Keskilämpötila ja sademäärä 1961-90. Kuukausikatsaus Suomen ilmastoon. Ilmatieteen laitos. Helsinki.

DE BODE, M. J. C. 1990. Vergleich der Ammoniakemissionen aus verschiedenen Flüssigmistlagersystemen. In: HARTUNG, J., PADUCH, M., SCHIRZ, S., DÖHLER, H & van den WEGHE, H (eds) 1990: Ammoniak in der Umwelt: 34.1-13. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster, Germany.

GRÖNROOS, J. 1993. Maatalouden ammoniakkipäästöjen vähentäminen. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisu A 163: 101 - 106. Helsinki.

KAPUINEN, P. 1994. Lannankäsittelyn taloudellisuuden ja lannan ravinteiden hyväksikäytön parantaminen. Maatalouden tutkimuskeskus. VAKOLAn tutkimusselostus 68. Vihti.

- “ -. & KARHUNEN, J. 1990. Lietelantajärjestelmien toimivuus. VAKOLAn tutkimusselostus 59. Vihti.

KARLSSON, S. 1996. Measures to Reduce Ammonia Losses from Storage Containers for Liquid Manure. AgEng, 96. Madrid, 23. - 26. syyskuuta 1996. Paper 96E-013.

KEMPPAINEN, E. 1984. Karjanlannan ravinnepitoisuus ja syyt sen vaihteluihin. SITRA. Biologisen typensidonnan ja ravinnetyypen hyväksikäytön projekti. Julkaisu 11. Helsinki.

MANNI, J. & KAPUINEN, P. 1990. Kevytsora lietesäiliön katteena. VAKOLAn tiedote 46. Vihti.

MINER, J. R. 1974. Odors from confined livestock production. Environmental Protection Technology. Ser. EPA-660/2-74-023. Environmental Protection Agency. Washington, D.C., 20460. (Ref. HARTUNG, J. & PHILLIPS, V. R. 1994. Control of Gaseous Emissions from Livestock Buildings and Manure Stores. J.agric.Engng Res. 57: 173 - 189.)

SOMMER, S. G. 1991. Ammonia volatilization from slurry during storage and in the field: Husdyrgödning - Resurse - Miljö. NJF-seminar 199: 1 - 15. Moniste.

LIITE 1. Numero oheisessa sijoituskaaviossa vastaa koejäsenen numeroa taulukossa 3.

7	2	8	3	2	5	6	6	
7	1	4	6	8	5	1	4	→ P
7	5	1	4	3	3	2	8	

VAKOLAn tutkimuseloituksia

46. Käyttökokemuksia 80-luvulla rakennetuista kalustovajoista, varastokuivureista ja pihatoista. 1987.
47. Lannoitteenlevityksen tasaisuus. 1987.
48. Jauhatuksen tilantarve ja pölyhaittojen vähentäminen. 1987.
49. Maatalouskoneiden tietokanta. 1988.
50. Lannanpoistolaitteiden toiminta ja kestävyys. 1988.
51. Pienten pihatoiden ilmanvaihdon erityisvaatimukset. 1988.
52. Tuotantorakennusten suunnittelu ja rakentaminen käytännössä. 1988.
53. Hellävarainen perunankorjuu. 1989.
54. Syyskyntöä korvaavien muokkausmenetelmien vaikutus kevätvehnän satoon 1975-1988. Pitkäaikaisen aurattoman viljelyn vaikutukset hiesusaven rakenteeseen ja viljavuuteen 1989.
55. Ei julkaisua.
56. Kosteiden pintojen kosteudentuotanto navetoissa. 1989.
57. Kylmäilmakuivurin mitoitus ja käyttö. 1990.
58. Leikkuupuimurin kulkukyky vaikeissa olosuhteissa. 1990.
59. Lietelantajärjestelmien toimivuus. 1990.
60. Heinän varastokuivaus. 1991.
61. Viljankuivauksen pölyhaitat. 1992.
62. Säilörehun siirto ja käsittely talvella. 1991.
63. Naudanlihan tuotantomenetelmät ja -rakennukset. 1992.
64. Kiedotun pyöröpaalisäilörehun valmistustekniikka ja laatu. 1993.
65. Hellävarainen perunan kauppakunnostus. 1993.
66. Naudanlihan tuotantomenetelmät ja -rakennukset II. 1993.
67. Betonit ja muovit navetan lattiamateriaaleina. 1993.
68. Lannankäsittelyn taloudellisuuden ja lannan ravinteiden hyväksikäytön parantaminen. 1994.
69. The effect of ground profile and plough gauge wheel on ploughing work with a mounted plough. 1994.
70. Järeän sahatavaran mekaaniset ominaisuudet. 1995.
71. Varattu
72. Lannan levitys kasvustoon. 1996. Osa 1. Lietelannan sijoituslaitteen rakenteelliset vaatimukset suomalaisissa olosuhteissa.
73. Lannan levitys kasvustoon. 1996. Osa 2. Lietelannan levitysmahdollisuudet kasvavaan viljanoraaseen.
74. Kylmäkasvattamoiden kuivikepohjien toimivat vaihtoehdot. 1996.
75. Konetöiden turvallisuuden ja tehokkuuden parantaminen. 1996.

VAKOLAn rakennusratkaisuja

- 1/1994 Kylmä osakuivikepohjainen emolehmäkasvattamo.
- 2/1995 Rehtijärven keinokosteikko.
- 3/1995 Puurakenteiset ruokinta-aidat ja parrenerottimet.
- 4/1996 Perustamistapojen hintavertailu.

VAKOLAn tiedotteita

- 45/89 Säilörehun korjuu pyöröpaalaimella
- 45 S/89 Rundbalsensilering
- 46/90 Kevytsora lietesäiliön katteena
- 47/90 Lietelannan kompostointi
- 48/90 Turvallinen ja nopea työkoneiden kytkentä
- 49/91 Betonit ja muovit navetan lattiamateriaaleina
- 50/91 Pölyn ja roskien talteenotto lämminilmakuivamossa
- 51/92 Viherkesannon perustaminen ja hoito
- 52/92 Kaasut ja pöly eläinsuojien ilmanvaihdossa
- 53/93 Lannoitteenlevittimien levitystasaisuus
- 54/93 Maaseudun koerakentamisen ohjelmointi
- 55/93 Pyöröpaalisäilörehun korjuu, varastointi ja laatu
- 56/93 Maaseuturakentamisen ideakilpailu
- 57/93 Syyskylvöjen varmentaminen
- 58/93 Maatilan ja maatilamatkailun jätehuolto
- 59/93 Maatilamyymälätoiminta vanhassa maatilan asuinrakennuksessa
- 60/93 Tyhjien maatilarakennusten uusi käyttö
- 61/94 Lietelannan varastointi ja levitys
- 62/94 Tuotantorakennusten alapohjia ja piha-alueiden päällysrakenteita
- 63/94 Turvallinen puunpilkonta
- 64/94 Itkupinta-tuloilmalaitteen vaikutus eläinsuojassa
- 65/94 Oksainen hake pienpolttimissa
- 66/94 Pako- ja savukaasujen analysointi
- 67/94 Käyttökokemuksia jyräkylvölannoittimista
- 67S/94 Bruksfarenheter av vältkombisåmaskiner
- 68/94 Käsikäyttöisten liekittimien käyttöominaisuuksia
- 69/95 Renkaiden vaikutus traktorin vetokykyyn ja maan tiivistymiseen
- 70/95 Hakkeen kuivaus imuilmalla
- 71/95 Klapi-kattiloiden käyttöominaisuudet
- 72/96 EPS-rakeet ja EPS-rouhe sikalan lietesäiliön katteena
- 73/96 Kevytsaviharkkojen kuivuminen ja lujuus

