



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

## Vurdering av toppdekket etter etablert vegetasjonsdekke i kantsonen på avsluttet avfallsdeponi – måling av gassemisjon på Spillhaug, 2023

NIBIO RAPPORT | VOL. 9 | NR. 139 | 2023



Ove Bergersen  
Divisjon for miljø og naturressurser

**TITTEL/TITLE**

Vurdering av toppdekket etter etablert vegetasjonsdekke i kantsonen på avsluttet avfallsdeponi – måling av gassemisjon Spillhaug, 2023

**FORFATTER(E)/AUTHOR(S)**

Ove Bergersen (NIBIO) & Christian Schöpke (IFE)

<b>DATO/DATE:</b>	<b>RAPPORT NR./ REPORT NO.:</b>	<b>TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:</b>	<b>PROSJEKT NR./PROJECT NO.:</b>	<b>SAKSNR./ARCHIVE NO.:</b>
27.11.2023	9/139/2023	Åpen	8622	17/02781
<b>ISBN:</b>	<b>ISSN:</b>	<b>ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:</b>	<b>ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:</b>	
978-82-17-03384-4	2464-1162	28	1	

**OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:**

Aurskog-Høland kommune

**KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:**

Gjermund C. Nilsen

**STIKKORD/KEYWORDS:**

Deponi, deponigasser utslipp, toppdekke

Landfill gas, top cover

**FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:**

Miljøteknologi

Environmental technology

**SAMMENDRAG/SUMMARY:**

Påført kompostjord i 2021 har gitt mer vekst av vegetasjon inn mot kantsonen i området hvor døde trær ble påvist i 2021. Trærne ble saget ned og kompostjord lagt inntil stubbene, men laget er for tynt. Ingen lukt av deponigass med sulfid ble registrert i 2023. Sensommeren 2023 ble det utført ekstra gassmålinger med godt utstyr og hjelp fra IFE. Målingene viser fortsatt utslipp av klimagassen metan. Flere områder er godt dekket med vegetasjon, men fortsatt ble det observert åpne områder med utslipp av gass. Tildekkingen tidligere i år ble ikke utført godt nok. Toppdekket ble pakket for mye ved utleggingen, noe som er ugunstig og hindrer god metanoksidasjon. Nye beregninger viser at kantsonen fortsatt slipper ut metangass etter at kommunen er blitt kontaktet for å legge på betydelig tykkere lag i dette mer utsatte området. Gress og urtevegetasjon samt busker og trær som har etablert seg ute på deponioverflaten er grønne og friske. God plantehelse indikerer et toppdekke som ikke gir utslipp av deponigass siden metan er giftig for planer i høye konsentrasjoner. Nye insektsarter for Spillhaug ble registrert i 2023. Nå er det registrert 40 ulike sommerfugler på avsluttet deponiflate. Spillhaug er et godt eksempel på det er mulig å gjennomføre en avslutningen med toppdekkets oppbygging og vegetasjonsutvikling for å redusere metanutslipp og å samtidig fremme biologiske mangfold. Med jevnlig overvåking vil en kunne observere avvik i forhold til gassutslipp som relativt enkelt kan utbedres.

**FYLKE/COUNTY:**

Akershus

**KOMMUNE/MUNICIPALITY:**

Aurskog Høland

**STED/LOKALITET:**

Bjørkelangen, Spillhaug

**GODKJENT /APPROVED**

TROND MÆHLUM

**PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER**

OVE BERGERSEN



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Forord

Denne rapporten er skrevet på oppdrag fra Aurskog-Høland kommune, som er ansvarlig for etterdrift av Spillhaug avfallsdeponi og renseanlegg for sigevann. ROAF er ansvarlig for driften av miljøstasjonen på Spillhaug.

I 2010 ble det avdekket at deler av toppdekket som ikke var helt bra og det ble påvist lekkasjepunkt i kantsonene. Statsforvalteren ønsker årlig befarings og evt. gassmålinger for å følge avslutningsplanen til deponiet.

NIBIO har i oppdrag å undersøke toppdekket på Spillhaug avfallsdeponi som en del av den årlige miljøovervåkingen. Her inngår vurderinger av vegetasjonsutvikling, diffuse gassutslipp og biologisk mangfold.

Nye befarings i 2022 og september 2023 er utført etter at NIBIO tidligere anbefalte kommunen å få fjernet døde trær og å få lagt på ekstra vekstlag over den oppsprukne leiren i kanten mot skogen.

Befaring med gassfluksmålinger er utført i samarbeid med Christian Schöpke, IFE - Institutt for energiteknikk, (Kjeller), i 2022 og 2023. Rapporten gir anbefalinger om nye tiltak basert på årets undersøkelser.

NIBIO og IFE bruker erfaringer fra miljøovervåkingen på Spillhaug i [earthresQue](#) - Senter for Forskningsdrevet Innovasjon (SFI) finansiert av Norges forskningsråd og partnere. Senteret, som ledes fra Campus Ås, utvikler teknologier og systemer for bærekraftig håndtering og behandling av avfall og overskuddsmasser.

Rapporten er kvalitetssikret av Trond Mæhlum og alle foto er tatt av Ove Bergersen.

# Innhold

1	Introduksjon .....	5
1.1	Bakgrunn.....	5
1.2	Mål for prosjektet.....	7
1.3	Tidligere undersøkelser av gassutslipp.....	7
2	Vurdering av deponioverflate i kantsone 2023.....	8
2.1	Gassfluks fra kantsone etter tiltak.....	13
3	Resultater og diskusjon .....	15
3.1	Biologisk mangfold .....	20
4	Konsekvenser for framtidig produksjon og utslipp av metan .....	24
5	Konklusjoner .....	25
6	Litteratur.....	26
	Vedlegg 1.....	27

# 1 Introduksjon

## 1.1 Bakgrunn

Det vises til henvendelse fra Aurskog-Høland kommune per email angående nye målinger av mulig gassfluks i overflaten fra avsluttet deponi på Spillhaug. Spillhaug kommunale avfallsdeponi i Aurskog Høland kommune ble opprettet i 1973 og er etablert i et nedlagt grustak. Deponiet er et lite deponi hvor avfall lagt i den yngre delen i sørenden av deponiet utgjør ca. 23.350 tonn husholdningsavfall uten våtorganisk avfall og ca. 25.000 tonn næringsavfall. Av sistnevnte utgjorde 10.000 tonn bygnings- og rivningsavfall. Et oversiktsbilde av deponiet før den nye delen fikk toppdekket er vist i figur 1.

Deponiet er i ikke lenger i drift. Fra 1. januar 2009 har det ikke blitt tilført nytt avfall til deponiet. Den nyeste delen av deponiet ble tildekket med overdekkmasse, men skråningen ned mot vekt og driftsbygning hadde fortsatt mangelfull tildekning. Det ble i 2010 avdekket lekkasjepunkt på toppen inn mot skoggrensen av deponiet (Bergersen og Haarstad 2010).

Hensikten med topptetting ved avslutning av et deponi er primært å lede nedbørsvann bort fra deponiområdet og dermed begrense dannelsen av sigevann. I tillegg vil et riktig etablert toppdekke kunne redusere diffuse utslipp av deponigass (SFT, veilederen til deponiforskriften, 2003).

Deponieiere må ta hensyn til flere utfordringer. Deponier skal forebygge utslipp av gass, lukt og sigevann slik at miljøet beskyttes på best mulig måte. Deponiet har i dag rensing av sigevannet. Avslutningsplan innbefatter også å få undersøkt hvor godt toppdekke er i å oksidere metan og infiltrere vann inn i deponiet slik at det skjer en kontrollert nedbrytning og utlekking. Flere deponier i dag avslutter med et vekstlag av kloakkslam eller hagepark kompost på toppen for å oksidere diffuse utslipp av klimagassen metan.

Nye emisjonsmålinger i 2022 og 2023 viser at tykkelsen på slike oksideringslag avgjør hvor mye metan som slipper ut. Områder med god plantevekst viste lav emisjon, mens vegetasjonsfrie områder fortsatt slipper ut CO<sub>2</sub> og CH<sub>4</sub> gass



**Figur 1.** Flyfoto over deponiet på Spillhaug. Kryss viser området hvor det ble målt gass i flukskammer tidligere 2012 og 2013 Dette området er nå dekket til med god vegetasjon. Åpne ringer viser det utsatt området i kantsonen mot skog, hvor måling er blitt utført tidligere, men med mer nøyaktige måleutstyr i 2022 og 2023.

## 1.2 Mål for prosjektet

- Undersøke tilstanden til deponiets overflate, spesielt der ble lagt ut nytt toppdekke i kantsonen mot øst hvor døde trær var lekkasjepunkt for deponigass.
- Nye fluksmålinger i samarbeid med IFE av metan for å måle metaoksidierungsgraden over ulike tykkelser av kompostlag i kantsonen,
- Videre registrere biomangfold på og ved deponiet.

## 1.3 Tidligere undersøkelser av gassutslipp

Deponiet er delt inn i en eldre del (grønt område) og en yngre del (lyst område), se satellittfoto i figur 1. Gassmålingene de siste årene ved hjelp av flukskammer er plassert på deponiets kantsone mot skogen hvor sprekkdannelse rundt døde trær i fra leire ble påvist, vist med røde ringer i figur 1. Etter anbefaling fra NIBIO (Bergersen, 2015), er alle døde trær fjernet og det er lagt på et ekstra vekstlag over kantsonen mot urørt furuskog i 2016 og juni 2018. I 2018 ble det lagt på ekstra vekstlag inn mot skogen i kantsonen for å få opp nok vegetasjon slik av evt. nye lekkasjer oppdages. Dette tiltaket har gitt frodig kantvegetasjon i overgangen til naturlig tørr furuskog i 2019 og 2020.

Vegetasjonsfrie soner i bakken ovenfor vekten ble tidlig revegetert med gras og urter og viser fortsatt godt avslutningsdekke. I 2021 så vi at spesielt seljetrær var blitt større. Selje vokser raskt og vil være indikator på at deponioverflaten er tett eller lekker deponigass. Disse må en observere videre som en indikator på at overflaten er tett. Tegn på at trærne dør indikerer deponigass nær overflaten og nedover. Slike trær bør sages ned, fjernes og pålegges kompost i kuttoverflaten og rundt rota. I samme området med røde ringer ble det i 2022 målt flere punkt hvor metan fluksen varierte i konsentrasjon.

## 2 Vurdering av deponioverflate i kantsone 2023

Etter målinger og vurderinger av tiltak i rapport fra 2022 (Bergersen og Schöpke, 2022) er det nå lagt på mer jord/kompost vår 2023 (figur 2, midten). Dette arbeidet burde vært utført noe bedre:

1. Vekstlaget bør være betydelig tykkere for å gi ønsket effekt på oksidasjon av metangass.
2. Oppkappet trevirke fra dødt tre var ikke fjernet, men prøvd dekket til med jord som ga tydelig dårlig dekke og utslipp av metan i området rundt, men også i lekkasjehull (Figur 2). Her bør tømmer fjernes og legges i kanten og deretter dekkes til med mer porøs kompostjord. Det virkes som om jorda lagt på var pakket for tett med hjultaster. Det er viktig at det kommer luft til i jordlaget, slik at metan kan oksideres av metan oksiderende bakterier.

Store deler av området har gode vegetasjonssoner. Allikevel ble det påvist vegetasjonsfrie soner hvor det fortsatt er emisjon av metangass (Figur 3).

Ett nytt døende tre ble observert og bør kappes ned (Figur 4). Omkring dette tre ble det også påvist høyere metanemisjon.

Områder i kantsonen viste at ekstra dekke med jord/kompost ga god vekst av vegetasjon (Figur 5). Ingen lukt av deponigass ble registrert i området langs skogen i 2023. Blir det utført tiltak i høst bør NIBIO kontaktes slik at man får lagt på toppdekket best mulig.





**Figur 2. Dødt tre sagt ned i 2022 (over). Ved dette vegetasjonsfrie området på 10 m<sup>2</sup> ble det påvist metanemisjon. Dette ble dekket til uten å fjerne oppkappet tre (midten og under). Her ble det observert åpne hull høsten 2023.**



**Figur 3.** I et område på 10 m<sup>2</sup> ble det påvist høyere metanemisjon. Området dekket til uten å fjerne oppkappet tre. Her ble det påvist metangass emisjon i de åpne vegetasjonsfrie områder (over, midten). Lav emisjon ble målt i de vegetasjonsrike områdene på siden (under).



**Figur 4. Friske trær ble observert i kantsonen til deponiets nyere del i 2021 (venstre). Det ene var døende høst 2023 (høyre). Ved dette tre ble det påvist emisjon av metangass (under). Dødt tre bør sages ned.**



**Figur 5** Kantsone mot skogen hvor spekker i leire fra vegetasjonsfrie soner ble påvist 2021. Her ble det utført tiltak med tildekking med jord (våren 2023 over) for å få vekst av vegetasjon, men også for å holde leira fuktig slik at den tetter bedre i (høst 2023 under). Her var nok oksidasjonslaget tykkere.

I et samarbeide med IFE på Kjeller ble det gjort nye gassfluksmålinger i både vegetasjonsrike og vegetasjons-fattige områder i det utsatte området hvor deponigass trykker på. Her viser målingene at det fortsatt lekker ut metangass flere steder. Områder med vegetasjon gir lav emisjon. Dette viser at det nytter med ekstra kompostlag på toppen. Tilstrekkelig tykkelse og gode rutiner for pålegging er da viktig for at metanemisjonen skal bli redusert.

## 2.1 Gassfluks fra kantsone etter tiltak

### Metoder for gassfluksmåling

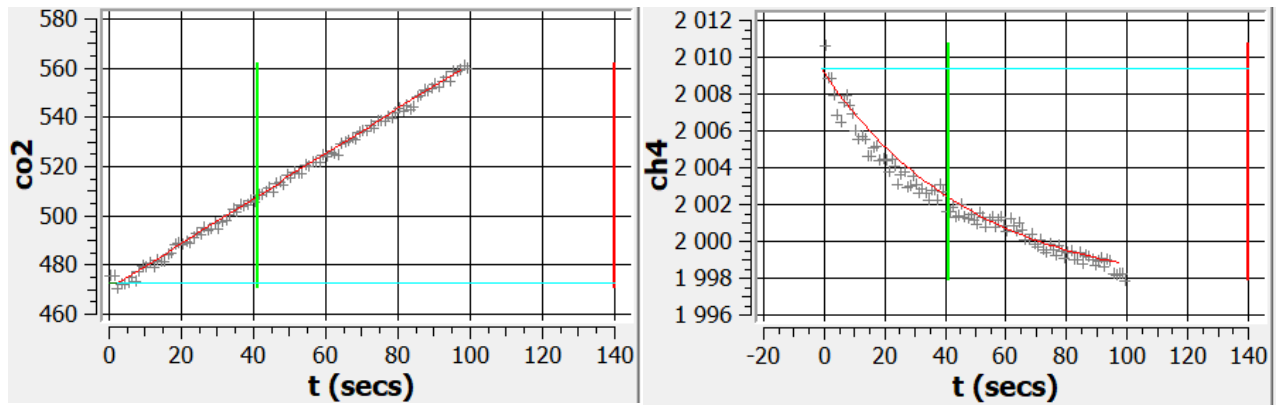
Emisjonsmålinger innebærer å måle utslippsrate per areal per tidsenhet (f. eks mengde gass per m<sup>2</sup> per sekund) og skal ikke forveksles med konsentrasjon på overflaten. Konsentrasjonsmålinger gir viktig informasjon om mengde gass til stede, men i seg selv sier ikke noe om hvor fort gassen produseres/akkumuleres og total utslipp per tidsenhet.

For å måle utslippsrate ble det brukt flukskammer (Li-COR 8200-01S) og gassanalysator (Li-COR 7810 TGA) som vist i Figur 6. En plastring med 20 cm diameter blir presset forsiktig ned i bakken og flukskammeret plassert oppe på ringen. Kammeret er åpent så luft kan sirkulere fritt. Når kammeret lukkes, starter gassmålingen og endringer i gasskonsentrasjonen over tid måles i et lukket system.



**Figur 6: Flukskammer (i hvit) og gassanalysator (grå) brukt til å måle metan og CO<sub>2</sub> emisjon fra overflaten av nedlagt avfallsdeponi.**

Basert på endringer i gasskonsentrasjon (Figur 6 & 7), overflateareal innad i plastringen og fritt volum av måleutstyret (volum i flukskammeret, i rør mellom kammeret og analysatoren og inne i analysatoren) er det mulig å regne ut emisjonsrate av gass fra deponioverflaten. I noen tilfeller er det mulig med negativ emisjonsrate, det vil si at gassen blir tatt opp av overflaten. Et eksempel på dette er områder hvor det ikke er utslipp fra deponiet, og hvor mikroorganismer «spiser» metan fra luft og produserer CO<sub>2</sub>. I slike tilfeller reduseres mengde metan i flukskammeret over tid når kammeret lukkes, og emisjonsraten blir negativ.



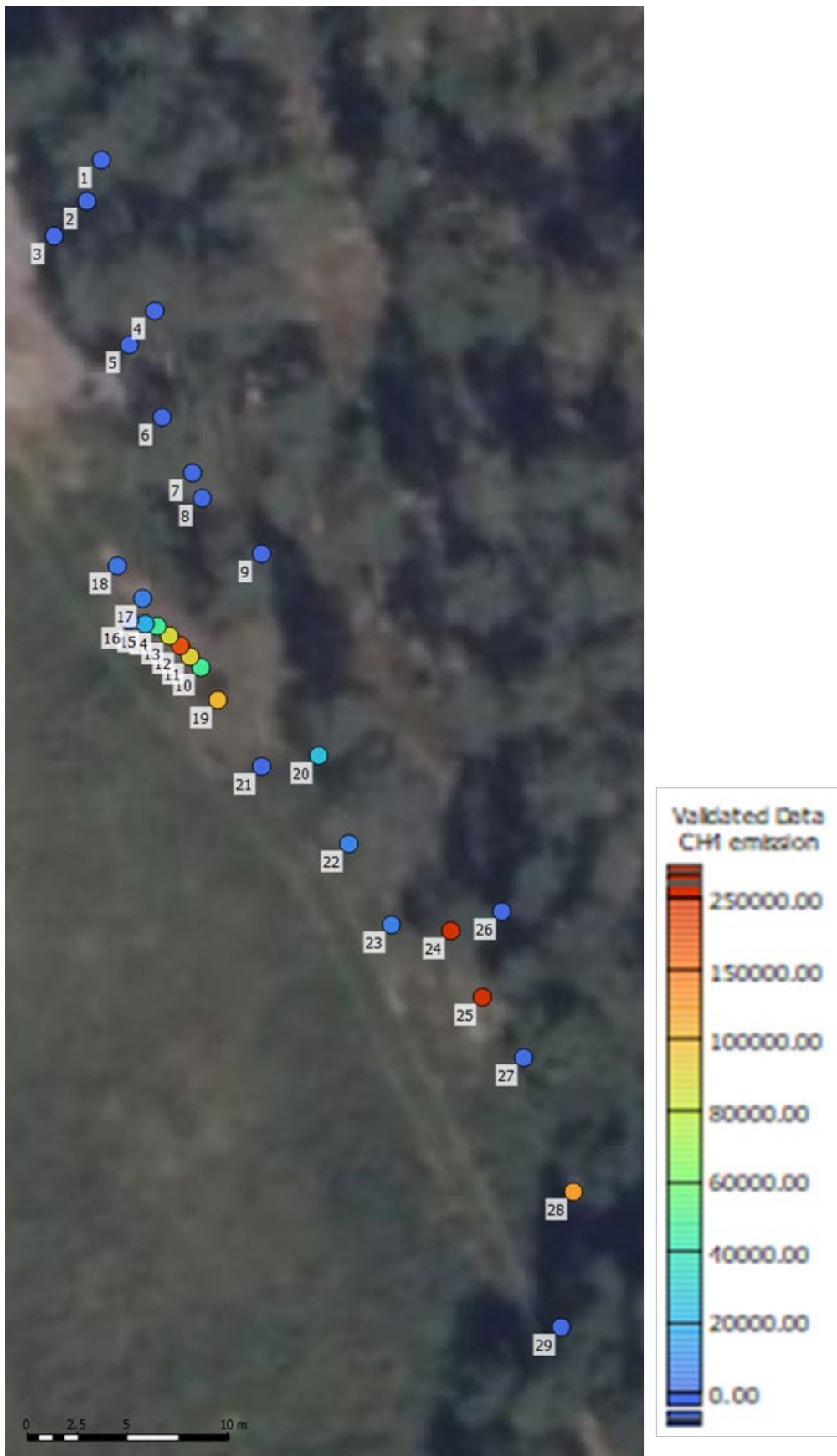
Figur 7: Eksempel på målinger av konsentrasjon av CO<sub>2</sub> (til venstre) og CH<sub>4</sub> (til høyre) i flukskammeret. I tilfellet CO<sub>2</sub> øker konsentrasjon over tid (positiv emisjonsrate) når kammeret lukkes (t=0), og i tilfelle CH<sub>4</sub> reduseres konsentrasjon over tid (negativ emisjonsrate). Enheter for konsentrasjon er ppm (parts per million) for CO<sub>2</sub> og ppb (parts per billion) for CH<sub>4</sub>.

### 3 Resultater og diskusjon

Nye gassfluksmålinger samarbeid IFE ble utført i september 2023 i området hvor døde trær tidligere år var fjernet og jord lagt på (Figur 8a og b). Områder med tynt jordlag (lite vegetasjon) og områder med vegetasjon ble undersøkt og sammenlignet for metanfluks (emisjonsrate). Data viste klare forskjeller (Tabell 1).



Figur 8a Kart m/ prøvepunkter 05.09.2023, farget etter fluks (enheter nanomol m<sup>-2</sup>/sek). «Revehullet» ikke tatt med, men den er mellom pkt 28 og pkt 29. Instrumentet gikk i metning over den (estimert fluks > 500.000 nanomol m<sup>-2</sup>/sek. 2022 (mer detaljert i figur 8b).



Figur 8b Viser målepunktene hvor gassfluks av klimagassene ble målt, konsentrasjoner av CH<sub>4</sub>. (nanomol m<sup>-2</sup> /sek.). illustrert med fargeskala. Negative verdier ikke målbare. Måling rød ring var når konsentrasjonen ble for høy enn instrumentet registrerte. (1 nanomol m<sup>-2</sup> /sek.) som tilsvarer utslipp på 0.5 g CH<sub>4</sub> per m<sup>2</sup> per år.

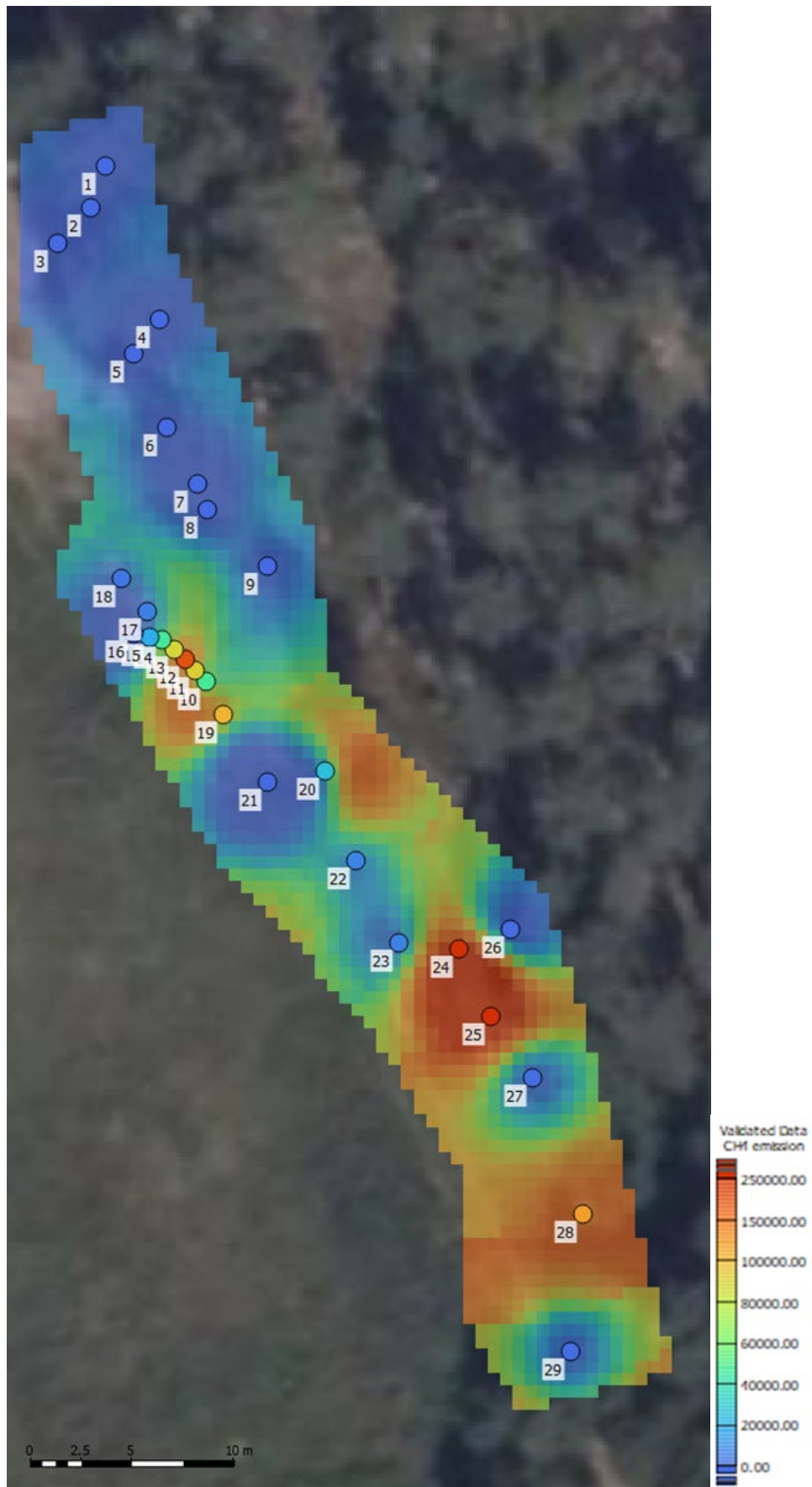


De blå punktene på kartet i figur 8 viser målinger hvor det var mere kompost lagt på og vegetasjonssoner, mens de gule og røde punktene representerer mer åpne områder med lite eller tynt kompostlag. Her ble det registrert betydelig høyere konsentrasjoner i 2023, markert med blått i tabell 1. Tabell 1 illustrerer målt CH<sub>4</sub> emisjon (nanomol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), og beskrivelse av overflaten med GPS koordinater.

**Tabell 1. Målepunkt med koordinater, verdier av metanemisjon og beskrivelse av deponioverflaten. Blå > 100.000 (nanomol m<sup>-2</sup> /sek.), oransje <100.000 (nanomol m<sup>-2</sup> /sek), lys brun > 1000 (nanomol m<sup>-2</sup> /sek.) og grønn <100 (nanomol m<sup>-2</sup> /sek.) vegetasjon. Negative verdier ikke målbar.**

Sample nr	X (m)	Y (m)	CH <sub>4</sub> emission	Overflate
1	645497,52	6646126,96	-3,98	Vegetasjon
2	645496,84	6646124,91	-0,73	Vegetasjon
3	645495,18	6646123,15	-4,72	Vegetasjon
4	645500,15	6646119,44	-2,67	Vegetasjon
5	645498,92	6646117,76	-0,85	Vegetasjon
6	645500,5	6646114,15	10,84	Vegetasjon
7	645502	6646111,43	-4,63	Vegetasjon
8	645502,53	6646110,19	2,01	Vegetasjon
9	645505,43	6646107,38	25,82	Vegetasjon
10	645502,44	6646101,79	46945	Uten vegetasjon
11	645501,91	6646102,33	91250	Uten vegetasjon
12	645501,41	6646102,85	201468	Uten vegetasjon
13	645500,89	6646103,36	87860	Uten vegetasjon
14	645500,26	6646103,8	46215	Uten vegetasjon
15	645499,68	6646103,94	19717	Uten vegetasjon
16	645498,93	6646104,1	23,32	Vegetasjon
17	645499,6	6646105,21	6009	Lav vegetasjon
18	645498,33	6646106,78	3095	Vegetasjon
19	645503,28	6646100,18	103290	Ved død furu
20	645508,26	6646097,41	25880	Ved død furu
21	645505,42	6646096,88	-27,8	Vegetasjon
22	645509,76	6646093	7491	Lav vegetasjon
23	645511,87	6646089,04	6593	Lav vegetasjon
24	645514,78	6646088,69	250000	Uten vegetasjon
25	645516,36	6646085,43	550000	Uten vegetasjon
26	645517,33	6646089,66	243	Vegetasjon
27	645518,39	6646082,44	1037	Vegetasjon
28	645520,84	6646075,79	120000	Mindre vegetasjon
29	645520,26	6646069,04	456	Mot skogen i bakke

Gjennomsnittlig emisjon av CH<sub>4</sub> per m<sup>2</sup> kan beregnes basert på geostatistiske analysemetoder (kriging). Et slik beregning (se kart figur 8 og 9) viser et estimert utslipp på 59 866 +/- 72 223 nanomol/sek. Det er høy usikkerhet grunnet få målepunkter (særlig mellom pkt. 20 og pkt. 29) og høye utslippsrater som fører til unøyaktige målinger (instrumentet går i metning og gir unøyaktige målinger).



Figur 9 Modelleringskart m/prøvepunkter fra 05.09.2023 farget etter fluks (enheter nanomol m<sup>2</sup> /sek) med interpolert fluks mellom punktene basert på Kriging.

Estimert total utslipp av CH<sub>4</sub> i hele studieområdet på ca 575 m<sup>2</sup> er på 34,4 +/- 41,5 millimol sek<sup>-1</sup>. Dette kan regnes om til 17,4 +/- 21,0 tonn CH<sub>4</sub> utslipp årlig, eller 486 +/- 587 tonn CO<sub>2</sub> ekvivalenter per år (omregningsfaktor 1 kg CH<sub>4</sub> = 28 kg CO<sub>2</sub>).

Anbefalt tykkelse på et kompostlag bør være ca 70-100 cm, med et fordelingslag under av grove masser på 10-30 cm for å utjevne lokale forskjeller i gassutslipp (Abushammala et al. (2014)).

Til sammenligning: Totale utslipp for Aurskog-Høland er beregnet til 51 170 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i 2021 ([Utslipp av klimagasser i Norges kommuner og fylker - \(miljodirektoratet.no\)](https://miljodirektoratet.no/utslipp-av-klimagasser-i-norges-kommuner-og-fylker)). Estimert utslipp på Spillhaug (undersøkt areal) basert på målinger i 2023 tilsvarer omtrent 1% av kommunens totale utslipp.

Disse målinger og beregninger indikerer at det fortsatt er utslippspunkt som gir til dels store klimautslipp i kantsonen hvor det tidligere ble påvist større utslipp av metan. NIBIO anbefaler derfor kommunen å legge ut betydelig mere kompost, slik at hele den utsatte kantsone får et godt dekke. Tidligere er det kun lagt på ca. 1-2 m<sup>3</sup> med kompost spredt utover som ikke er tykt nok over hele området. Våre nye målinger viser at dette ikke er tilstrekkelig. NIBIO kan være behjelpelig når komposten legges på med hjullaster. Den skal ikke pakkes slik som det ble utført våren 2023. Et tykt kompostlag på minimum 10-20 m<sup>3</sup> forventes være tilstrekkelig for å oksidere punktutslippene i kantsonen.

### 3.1 Biologisk mangfold

Gammel del av deponiet har hatt tydelig suksesjon i vegetasjonen på toppdekket. Fra gressdominert vegetasjon har nå flere markblomster vokst opp de senere årene. Dette gjør områdene mer attraktive for insekter. NIBIO har til nå registrert 40 ulike sommerfugler i tillegg til andre insektgrupper, vist i tabell 2a og b. Også ulike vepser er observert uten fotodokumentasjon. I år er libeller og sumpgresshoppe påvist i fuktområdet fra deponiet og ned mot bommen (Figur 10a og b). Observasjoner av ulike arter varierer når på året deponiet blir besøkt.

Mange ulike sommerfugler gir en indikasjon på at også andre grupper insekter øker. Som omtalt i tidligere rapporter, er det observert flere arter av humler, bier, gresshopper. Med et godt avslutningsdekke er det gledelig å se ulike suksesjoner i vegetasjon over år.

**Tabell 2a Liste over sommerfugler registrert de siste 8 årene på Spillhaug avfallsdeponi.**

Registrerte insekter i perioden 2015-2023 i korte perioder	
Sommerfugler vår	Sommerfugler sommer
Bringebærspinner	Gulringvinge
Rapssommerfugl	Marimjellrutevinge
Sitronsommerfugl	Klipperingvinge
Grønnstjertvinge	Fløyelringvinge
Sørgekåpe	Perlemorringvinge
Bergringvinge	Admiral
Ospesommerfugl	Tistelsommerfugl
Mørk rutevinge Rødlistet	Neslesommerfugl
Heroringvinge Fredet og Rødlistet	Hvit C
Bakkesmyger	Dagpåfugløyve
Engblåvinge	Ospesommerfugl
Svalestjert	Keiserkåpe
Skoghvitvinge	Aglajaperlemorvinge
Kløverblåvinge	Adipperperlemorvinge
Triltungesmyger (E. tages)	Brun perlemorvinge
Vårblåvinge	Oransjegullvinge
Rød perlemorvinge (B. euphrosyne)	Argusblåvinge
Aurorasommerfugl	Tiriltungeblåvinge
	Sølvblåvinge
	Engsmyger
	Timoteismyger

**Tabell 2b Liste overandre insekter registrert de siste åener fra Spillhaug avfallsdeponi.**

<p><b>Fluer og Årevinger</b></p> <p>Hagedroneflue (<i>Eristalis horticola</i>)  Engdronefluer (<i>Eristalis nemorum</i>)  Skogblomsterflue  Håret hageblomsterflue (<i>Syrhus torvis</i>)  Fjelltigerblomsterflue  Sørgegalleblomsterflue (<i>P. lugubtis</i>)  Barkogblomsterflue (<i>Eriozona erratica</i>)  Geithams  Sandbier (<i>Adrena</i> sp.)  Sommersilkebie (<i>Colletes</i> sp.)  Lundhumle (<i>B. soroensis</i>)  Jordgjøkhumle (<i>B. bohemicus</i>)  Steinhumle (<i>B. lapidarius</i>)  Åkergjøkhumle (<i>B. campestris</i>)  Åkerhumle (<i>B. pascuorum</i>)  Lys jordhumle (<i>B. lucorum</i>)  Grå rovflue</p> <p><b>Bladsugere og gresshopper</b></p> <p>Storkøllegresshoppe  Grønn markgresshoppe  Brun markgresshoppe  Purpurtege  Sumpgresshoppe</p> <p><b>Libeller</b></p> <p>Blågrønnlibelle (<i>Aeshna cyanea</i>)  Brunlibelle (<i>A. grandis</i>)  Svart høstlibelle (<i>Sympetrum danae</i>)  Starrlibelle</p>
---

God vekst i toppdekket i både ny og gammel del av deponiet viser at deponigass ikke lekker ut og kveler plantenes røtter ved at oksygen fortrenses fra toppdekket. Ingen vegetasjonsfrie soner er observert i skråningen ned mot vekten. Små trær og busker er fortsatt grønne og friske. Visner de bør de sages ned og leire og kompostlag bør dekke til stubber.



Figur 10a. Eksempel på arter påvist i 2023. Vår: tirltungesmyger, hagedroneflue, engdroneflue, fjelltigerblomsterflue, barskogblomsterflue.



Figur 10b Nye arter observert på Spillhaug høsten 2023: Den rødlistede gresshumlen hann, sumppgresshoppe, blågrønn libelle hann og svarthøstlibelle hunn.

## 4 Konsekvenser for framtidig produksjon og utslipp av metan

Det er en viss usikkerhet knyttet til framtidig produksjon og utslipp av metangass. Etter hvert som avfall nedbrytes, vil struktur og tetthet i deponiet endres. Dette kan på lengre sikt gi mulighet for bedre gassutveksling dypere ned i deponiet. Hvis dette ledsages av en økt aerob omsetning med temperaturstigning så kan paradoksalt nok metanproduksjonen også øke. Med bedre gassutveksling og høyere temperatur vil imidlertid også metanoksidasjonskapasiteten øke. I hvilken grad økt metanoksidasjonskapasitet kan kompensere for økt produksjon er vanskelig å forutse, men det er sannsynlig at økt produksjon ikke vil ledsages av en tilsvarende økning i utslipp.

Toppdekket på deponioverflaten bør sjekkes ved jevne mellomrom slik at punktutslipp i evt. sprekker oppdages og lukkes ved ny toppdekkmasse. I skrått terreng og under mye nedbør kan erosjon danne tydelige sprekker hvor deponigass uhindret slipper rett ut til atmosfæren uten å bli oksidert.

Risikoen for punktutslipp kan først og fremst være avhengig av i hvilken grad strukturendringer fører til ujevne setninger i deponiet. Derfor vil det være behov for overvåkning og beredskapsplaner i forhold til dette.

Tildekkede områder rike på vegetasjon viser at metangass som produseres i dypere lag oksideres i toppdekket, kanskje med unntak for kalde perioder med eventuell tele om vinteren. Dette forutsetter at avslutningsdekket som er konstruert ikke slår sprekker. Usikkerheten er størst i vinterhalvåret. Det er utført lite målinger på hvor mye CH<sub>4</sub> som slipper ut i vinterhalvåret under skikkelige vinterforhold.

Utslipp av CH<sub>4</sub> fra naturlige myrområder i vinterhalvåret utgjør 2-20 % av årsgjennomsnittet (Silcola, et al. 1996). Disse målinger er utført i Finland. Hvor vidt disse beregninger kan sammenlignes med et deponitoppdekke under vinterforhold med tele og snødekke er usikkert. I vinterhalvåret med skikkelig snødekke er det ofte lettere å se visuelt om det er lekker ut gass eller ikke. Dette skjer i områder hvor tydelige sprekker har oppstått og hvor varmere deponigass lekker ut og smelter snøen i åpne soner. Skjer dette bør man tette til med leire.

På sikt bør det plantes vegetasjon i form av gress, helst med dype røtter. En slik vekstsoner vil primært binde det øverste laget, men sekundært fort avdekke utlekking av gass ved veksthemmende soner av døde planter. Metangassen vil fortrenge oksygenet i jorda slik at plantene dør. Dette er observert i kantsonen mot skogen hvor flere trær har dødd ut og som igjen har ført til gasslekkasje (Bergersen, 2015-2020).

Forsøk har vist at innblanding av avløpslam i porøs grov sandjord er svært godt egnet som metanoksidasjonsdekke på avfallsplasser. Flere eksempler er beskrevet i litteraturen (Kightley, et al. 1995) (Vedlegg 1)



## 5 Konklusjoner

Ett nytt dødt furutre ble påvist i 2023 og bør fjernes og dekkes til med kompostjord. Ingen nye sprekker ble påvist rundt dette tre. Ekstra tildekking med kompostjord trengs her siden det ble påvist utslipp av metan i dette området og vegetasjonsvake soner.

Blant målingene som ble utført i 2023 er det punkt 24 og 25 (figur 8, tabell 1) som står for høyest utslippsrate, sammen med et revehull. Siden instrumentet gikk i metning på de punktene og vi har få datapunkter i de områdene er det litt vanskelig å trekke konklusjoner om utbredelse av problemområdet og faktisk gjennomsnittlig utslipp akkurat der.

Beregninger basert på tallgrunnlaget fra målinger foretatt i 2023 indikerer at det slippes ut omtrent 490 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (dog med betydelig usikkerhet, +/- 590 tonn) fra studieområdet. Nye målinger basert på disse funn kan være hjelpelig med å avgrense områder med høyt utslipp og redusere usikkerhet på utslippsestimater. Hele området med lite vegetasjon bør tillegges mer kompostjord (70-100 cm).

NIBIO foreslår at det legges på betydelig mer kompost/jord i det utsatte området påvist i rapporten. Dette vil gi mer vegetasjon på sikt og øke metanoksidasjonen på de åpne skrinne områdene med kompost. NIBIO kan være hjelpelig med tildekkingen av det tykkere toppdekket. Kompostjord lagt på tidligere i 2023 var pakket godt sammen med hjullaster. Slik jordpakking er ugunstig siden vi ønsker porøse jordmasser slik at metangassen oksideres.

Vår anbefaling er å ha et 20 cm fordelingslag for gassen nederst og deretter påføre ca. 50-100+ cm kompost jord oppå. Hvis man skulle dekke til et område på 500 m<sup>2</sup> med 1 m kompost (til sammen 500 m<sup>3</sup> kompost) og anskaffer dette lokalt fra ROAF (blandet kompost basert på veiledende pris) er kostnaden ca NOK 175 000 + evt. frakt. Forutsatt våre beregninger stemmer så slippes det ut ca 1-2% av Aurskog-Hølands totale GHG-emisjoner langs skogkanten på Spillhaug. Et utlegg på NOK 200.000 virker overkommelig for å kutte et utslipp av drivhusgasser såpass mye. En god effekt kan også forventes med noe mindre mengder kompost, f.eks. 300 m<sup>3</sup>, men tiltak bør utføres i dette området. Ny tildekking av kompostjord bør skje i samarbeid med NIBIO

Flere områder med lite vegetasjon hvor det ble påvist sprekker i leirlag i 2021 viser nå godt vegetasjonsdekke og lav emisjon av klimagasser. Her er det sannsynligvis et tykkere lag med kompost. Flere steder i kantsonen hvor det tidligere ble lagt ut kompost har det blitt etablert høy vegetasjon. Her ble det også målt lav metangasseemisjon, noe som tyder på bedre metanoksidasjon.

Rik gress- og blomsterrik vegetasjon er etablert på deponioverflaten i både gammel og ny del. Dette har på sikt økt biomangfoldet på deponioverflaten i gammel og nyere del av deponiet. God vegetasjonsutvikling med god jordstruktur vil bidra til å redusere diffuse metangassutslipp.

Det ble fortsatt observert økende biologisk mangfold i vegetasjonen på deponioverflaten og i kantsonen mot skog. Flere dagsomfugler er blitt registrert og er nå oppe i 40 arter. I tillegg til flere blomsterfluer har vår største markgresshoppe, sumpgresshoppen, etablert seg på Spillhaug. I tillegg ble det observert flere libeller som jaktet i vegetasjonen over deponiet. Stor køllegresshoppe (*Myrmeleotettix maculatus*) og purpurbreitege (*Carpocornis purpureipennis*) ble også observert 2023. Disse artene lever ofte i blomsterrike tørrenger.

## 6 Litteratur

[Aurskog-Høland kommune - Klimaplan og handlingsplan \(aurskog-holand.kommune.no\)](http://aurskog-holand.kommune.no)

- Abushammala, M. F. M., Basri, N. E. A., Irwan, D., & Younes, M. K. (2014, March 1). Methane Oxidation in Landfill Cover Soils: A Review. *Asian Journal of Atmospheric Environment*. Springer Science and Business Media LLC. <https://doi.org/10.5572/ajae.2014.8.1.001>.
- Bergersen, O. (2013). Målinger av gassfluks og vurdering av toppdekket på avsluttet avfallsdeponi Spillhaug 2013. Bioforsk Rapport 8 (87) 2013.
- Bergersen, O. (2014). Målinger av gassfluks og vurdering av toppdekket på avsluttet avfallsdeponi Spillhaug 2014. Bioforsk Rapport 9 (102) 2014.
- Bergersen, O. (2015). Målinger av gassfluks og vurdering av toppdekket på avsluttet avfallsdeponi - Spillhaug 2015. NIBIO Rapport Vol 1 (29) 2015.
- Bergersen, O. (2016). Vurdering av toppdekket på avsluttet avfallsdeponi. Vurdering av mulig gassfluks i toppdekket – Spillhaug, Vol 2 2016.
- Bergersen, O. (2017). Vurdering av toppdekket på avsluttet avfallsdeponi. Vurdering av mulig gassfluks i toppdekket – Spillhaug, Vol 3. 2017.
- Bergersen, O. (2018). Vurdering av toppdekket på Spillhaug avfallsdeponi og mulig gassfluks i toppdekket Spillhaug, Vol 4. 2018.
- Bergersen, O. (2019). Vurdering av toppdekket på avsluttet avfallsdeponi. Vurdering av mulig gassfluks i toppdekket – Spillhaug, Vol 5. 2019.
- Bergersen, O. (2020). Vurdering av toppdekket og etablert vegetasjonsdekket i kantsone på avsluttet deponi – Spillhaug, Vol 6 2020.
- Bergersen, O. (2021). Vurdering av toppdekket og etablert vegetasjonsdekket i kantsone på avsluttet deponi – Spillhaug, Vol 7 2021
- Bergersen og Schöpke (2022). Toppdekke og vegetasjon i forhold til utslipp av deponigass og biologisk mangfold på Spillhaug avfallsdeponi – Undersøkelser foretatt i 2022, -ISBN: 978-82-17-03195-6. Vol 8/161/2022.
- Bergersen, O. og Haarstad, K. (2010). Vurdering av gasspotensialet og toppdekkets egenskaper på avsluttet avfallsdeponi – Spillhaug- Vanninfiltrasjon, gassdiffusjon og metanoksidasjonsevne i toppdekket. Bioforsk Rapport 5 (94) 2010.
- Kightley, D., D.B. Nedwell and M. Cooper, (1995). Capacity for methane oxidation in landfill cover soils measured in laboratory scale soil microcosms. *Applied and Environmental Microbiology*, 61(2):592-601.
- SFT. (2003). Veilederen til deponiforskriften, TA-1951/2003.
- SFT. (2006). Methane emissions from solid waste disposal sites. <http://www.miljodirektoratet.no/>
- Silcola, J. Alm, J., Ahlholm, U., Nykanen, H., Martikainen P.J. (1996). CO<sub>2</sub> fluxes from Peat in boreal Mires under varying temperature and moisture conditions. *Journal of Ecology* 84.pp.219-228

# Vedlegg 1

## Teori og informasjon om metanoksidasjon sjikt

Parsaeifard et al. (2020):

and Dunfield, 2011). In a landfill cover, microorganisms typically convert methane to CO<sub>2</sub> through aerobic processes. However, mean methane oxidation in landfill soil covers varies from only 22–55% in clayey to sandy soil (Chanton et al., 2011). The aerobic methanotrophic zone in a landfill cover is usually within 30–40 cm of the surface of the cover, with the highest oxidation rate at a depth of 10–20 cm from the surface (Scheutz et al., 2009a, 2009b). In the deeper parts of the cover, oxygen availability decreases and is limited at depths greater than 55 cm (Scheutz et al., 2009a, 2009b). At these depths, aerobic oxidation of methane is almost zero.

Huber-Humer et al. (2008):

is vulnerable to slumping. As with biocovers for conventional landfills, a good gas distribution layer and sufficient thickness to insulate against large temperature changes are required for good performance. Felske (2003) recommends an 85 cm thickness for middle-European climates. When high annual precipitation is expected, a capillary barrier system (at slopes > 10% inclination) is recommended to reduce infiltration and serve as a gas distribution layer (Wawra & Holfelder 2003). Such designs must, however, avoid sharp interfaces between materials that could lead to water saturation and oxygen limitations in the biotic layers (Berger et al. 2005).

Abushammala et al (2014):

When a biocover was designed for a Florida (US) site, where sub-tropical conditions predominate, 50 cm of a 3-year-old yard and garden waste compost was laid on top of 10–15 cm of crushed recycled glass distribution layer and placed on an already existing interim cover made of about 65–75 cm of sandy clay and sandy loam (Bogner et al. 2005, Abichou

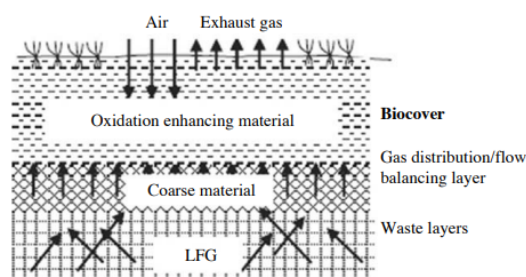


Fig. 6. Bio-cover system with gas distribution layer.

biotic CH<sub>4</sub> consumption. A typical bio-cover system consists of a highly porous gas distribution layer above the waste, often gravel or crushed glass, followed by a compost-amended layer. The thickness of the gas distribution layer usually ranges from 10 to 30 cm (Jugnia et al., 2008; Stern et al., 2007), while the compost layer in the upper part is thicker, up to 100 cm or more, to attain high oxidation capacity. The gas distribution layer above the waste results in uniform LFG fluxes to the bio-cover layer, which permits biological activity to occur in a typical manner (Fig. 6).

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter.