



**Kartlegging av diffuse
utslipp på Ytre Hope
nedlagt avfallsdeponi,
juni 2023**



Senter for
forskningsdrevet
innovasjon

Kartlegging av diffuse utslipp på Ytre Hope nedlagt avfallsdeponi, juni 2023

earthresQue Report no. 10

ISBN: 978-82-575-2986-4

RCN project 310042

Illustration front cover, header and end page: earthresQue

Publisher: NMBU – Norwegian University of Life Sciences

earthresQue,

Rescue of earth materials and wastes in the circular economy,

Centre for Research-based Innovation

www.earthresQue.no

www.earthresQue.com

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra earthresQue.

Rapportbeskrivelse

Rapporttittel:	Kartlegging av diffuse utslipp på Ytre Hope nedlagt avfallsdeponi, juni 2023
earthresQue report no.:	10
ISBN:	978-82-575-2986-4
Dato:	2023-12-18
Rev.nr./ Rev.dato:	0
Utarbeidet av:	Christian Schöpke, IFE Anna Hatland, NMBU (tidligere Bergen Kommune)

Forskning



Privat sektor



Offentlig sektor



Sammendrag

Etter avtale med Bergen kommune ble det 09.06.2023 gjennomført emisjonsmålinger av metan fra toppdekket i og rundt Ytre Hope nedlagte, kommunale avfallsdeponi. Arbeidet følger arbeidsplan i EarthresQue SFI, tilknyttet «case gass».

Formålet med kartlegging var:

a) å videre utvikle kartleggingsmetoden av gass. Metoden har tidligere blitt testet ved Brånåsdalen nedlagte, kommunale avfallsdeponi i Lillestrøm

og

b) identifisere eventuelle områder med forhøyet utslipp av deponigass. Dette for å verifisere oksidasjonseffekten av dekkmaterialet på deponiet og avdekke områder av dekkmateriale som bør utbedres.

Emisjonsmålinger ble utført på 91 punkter, ved bruk av et portabelt flukskammer og gassanalysator, i tidsrommet kl. 10:00-16:00. Det ble identifisert noen områder med forhøyede metanutslipp gjennom toppdekket. Videre ble det avdekket dårlig tetting rundt flere kummer, som fører til store punktutslipp fra deponiet.

Innhold

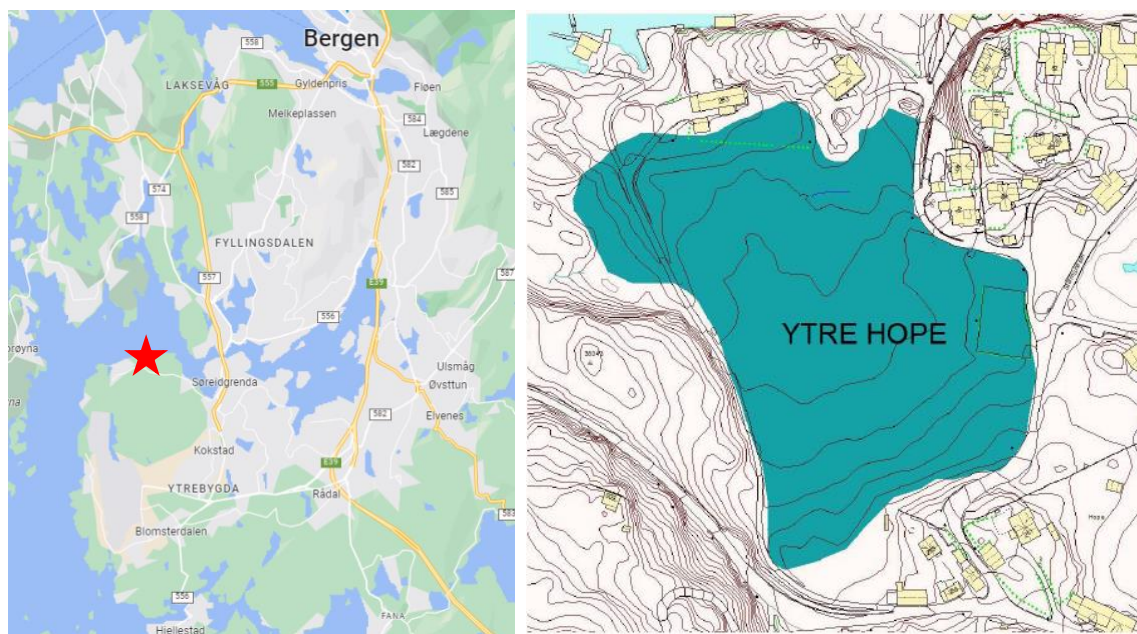
1	Innledning.....	5
2	Materialer og metoder	6
3	Resultater og diskusjon	8
4	Konklusjon	12
5	Referanser.....	14

1 Innledning

Institutt for Energiteknikk (IFE) har, etter avtale med Bergen kommune, utført målinger av emisjon av metan (CH_4) gjennom toppdekket på og rundt Ytre Hope nedlagt, kommunale avfallsdeponi. Deponiet er lokalisert i Ytrebygda bydel. Ytre Hope deponi var aktiv i perioden 1959-1977, og produserer fremdeles noe gass i de nedgravde massene.

Beboere i området rapporterer at de, fra tid til annen, har registrert «gasslukt», og synlig avfall i overflaten av toppdekket. Deponiet er avsluttet uten tett underlag, sidetetting eller tett overdekke. Tykkelsen på overdekket er ukjent, og mektigheten av avfallet i deponiet varierer. Deponiet har tidligere blitt brukt til landbruksformål, men dette har ikke vært mulig de siste årene på grunn av store overflatesetninger [1]. Overflatesetninger kan tyde på vedvarende nedbrytning av organisk materiale (og produksjon av metan/ CO_2). Ytre Hope kommunale avfallsdeponi har ikke infrastruktur for uttak av gass, kun sigevannsledninger for oppsamling av sigevannet.

Det ble gjort emisjonsmålinger over hele det antatte deponiområdet (Figur 1), samt deler av randsonen i sør og vest. Figur 2 viser vekstlaget på deponiet, med noe synlig avfall i deponioverflaten. Undersøkellesområdet var på omtrent 27 000 m².



Figur 1: Lokasjon av Ytre Hope deponi i Bergen Kommune. Kilde: Google maps / Bergen Kommune [1].



Figur 2: Toppdekket ved Ytre Hope deponi, med synlig avfall som tyter opp gjennom toppdekket. Bilde: Anna Hatland v/ Bergen Kommune.

2 Materialer og metoder

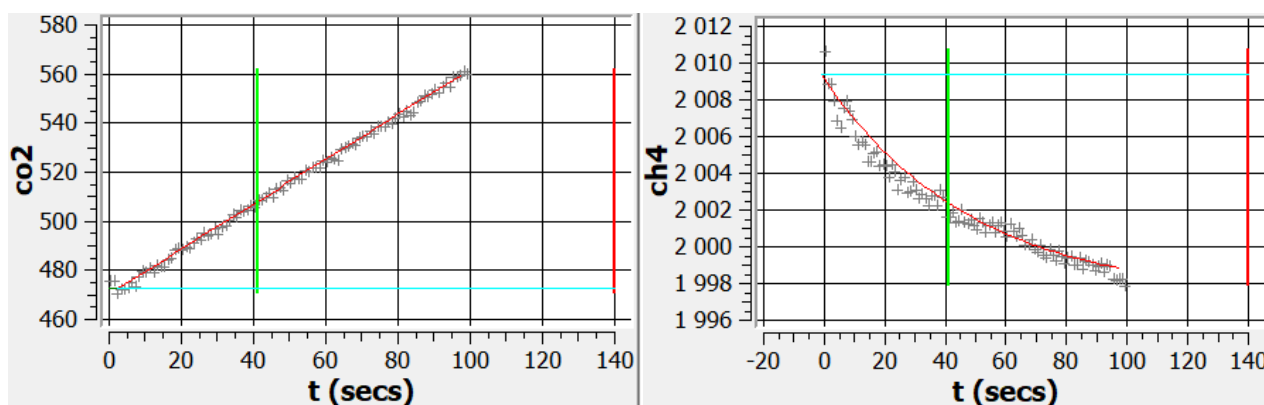
Emisjonsmålinger innebærer å måle utslippsrate per areal per tidsenhet (f. eks mengde gass per m² per sekund) og bør ikke forveksles med konsentrasjon på overflaten. Konsentrasjonsmålinger gir viktig informasjon om mengde gass til stede, men i seg selv sier ikke noe om hvor fort gassen produseres/akkumuleres 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 3. En plastring med 20cm 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.



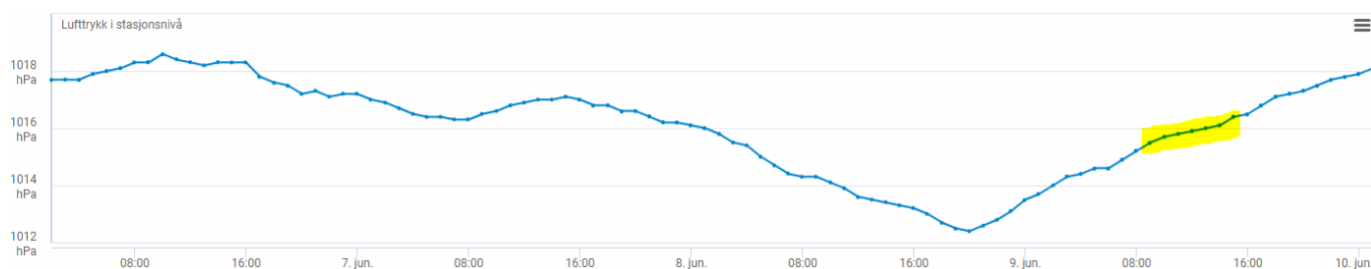
Basert på endringer i gasskonsentrasjon (Figur 4), overflateareal innad i plastringen og fritt volum av måleutstyret (volum i flukskammeret, i rør mellom kammeret og analysatoren og inne i analysatoren) er det mulig å regne ut emisjonsrate av gass fra deponioverflaten. I noen tilfeller er det mulig med 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_2 . I slike tilfeller reduseres mengde metan i flukskammeret over tid når kammeret lukkes, og emisjonsraten blir negativ.

Figur 3: Flukskammer (i hvit) og gassanalysator (grå) brukt til å måle metan og CO_2 -emisjon fra overflaten av Brånåsdalen nedlagte avfallsdeponi.



Figur 4: eksempel av målinger av konsentrasjon av CO_2 (til venstre) og CH_4 (til høyre) i flukskammeret. Grafen viser at CO_2 -konsentrasjon øker over tid (positiv emisjonsrate), og CH_4 -konsentrasjon reduseres over tid (negativ emisjonsrate), etter kammeret lukkes ($t=0$). Enheter for konsentrasjon er ppm (parts per million) for CO_2 og ppb (parts per billion) for CH_4 .

Målingene ble gjennomført den 09. juli 2023. Lufttrykket er tatt fra Flesland målestasjon, 2-3 km unna i luftlinje (seklima.met.no), og viser en stigende trend etter en lang periode med stabilt eller fallende lufttrykk (Figur 5).



Figur 5: Lufttrykk ved Flesland lufthavn 2-3 km unna i luftlinje som viser stigende lufttrykk i undersøkelsesperioden.

91 målinger ble gjennomført i et firkantet rutenett, med omtrentlig 20 meters avstand. Videre ble noen tilleggspunkter målt ved kummer eller andre punkter av interesse.

3 Resultater og diskusjon

Emisjonsmålinger er presentert grafisk i figur 6 og 7. De fargede sirklene representerer målinger, og fargene mellom punktene representerer mest sannsynlig verdi, basert på geostatistiske beregninger (Kriging) ved hjelp av programvaren «Kartotrak». Figur 6 viser beregninger gjort uten de to punktene med høyest utslipp (i rødt), og Figur 7 viser beregninger der alle punktene er tatt med.

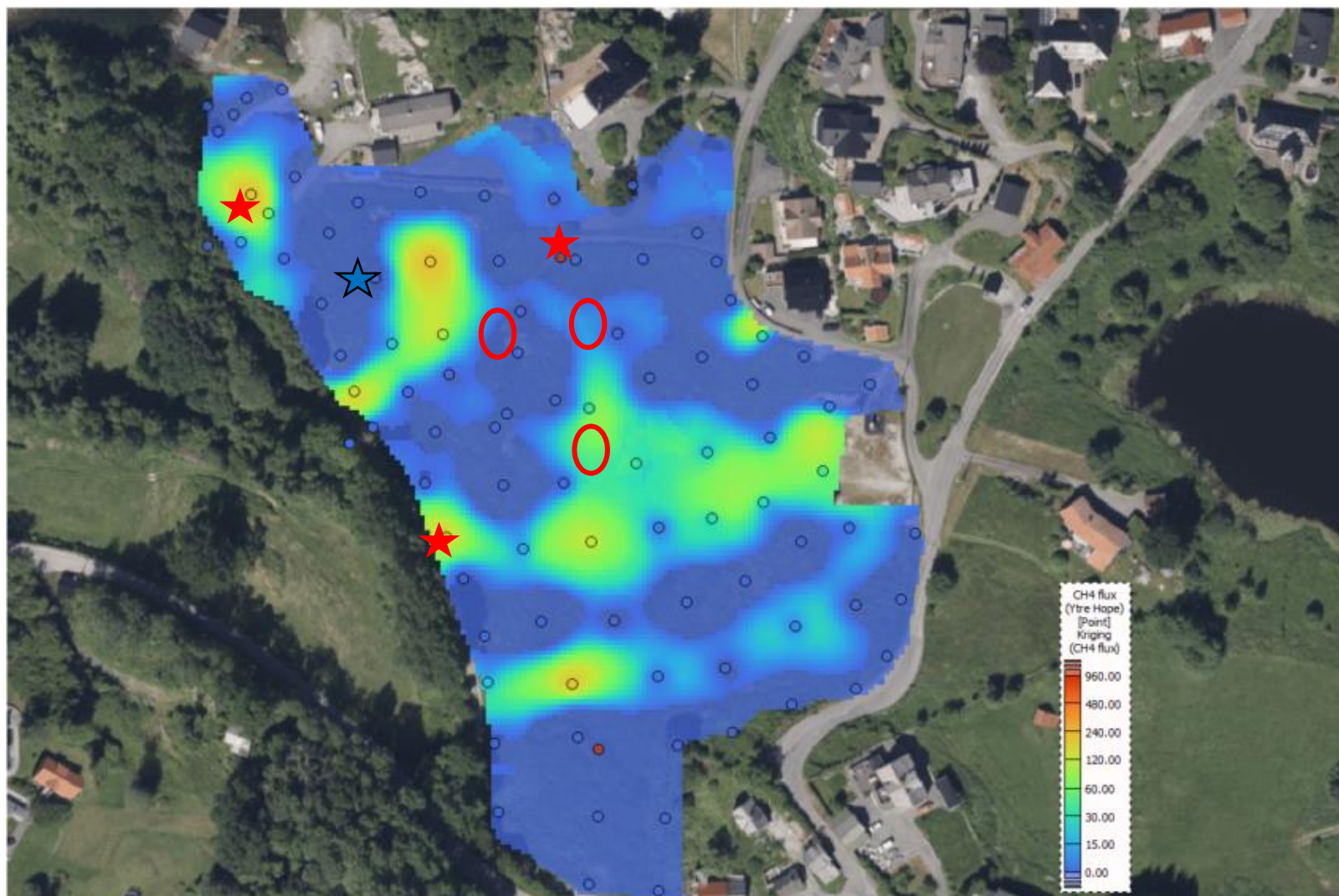
Basert på nevnte kartlegging er det identifisert noen områder med forhøyet metanutslipp. Disse er markert i kart med gule eller oransje områder. Utslipp kommer fra emisjon gjennom toppdekket, samt punktutslipp rundt tre av sigevannskummene på deponiet (Figur 8). Det er videre påvist deponigass i to av tre områder med synlig avfall i deponioverflaten (røde sirkler, Figur 6).

Det var ikke mulig å måle nøyaktig utslippsrate fra utslipp langs sidene av kummene. Dette grunnet:

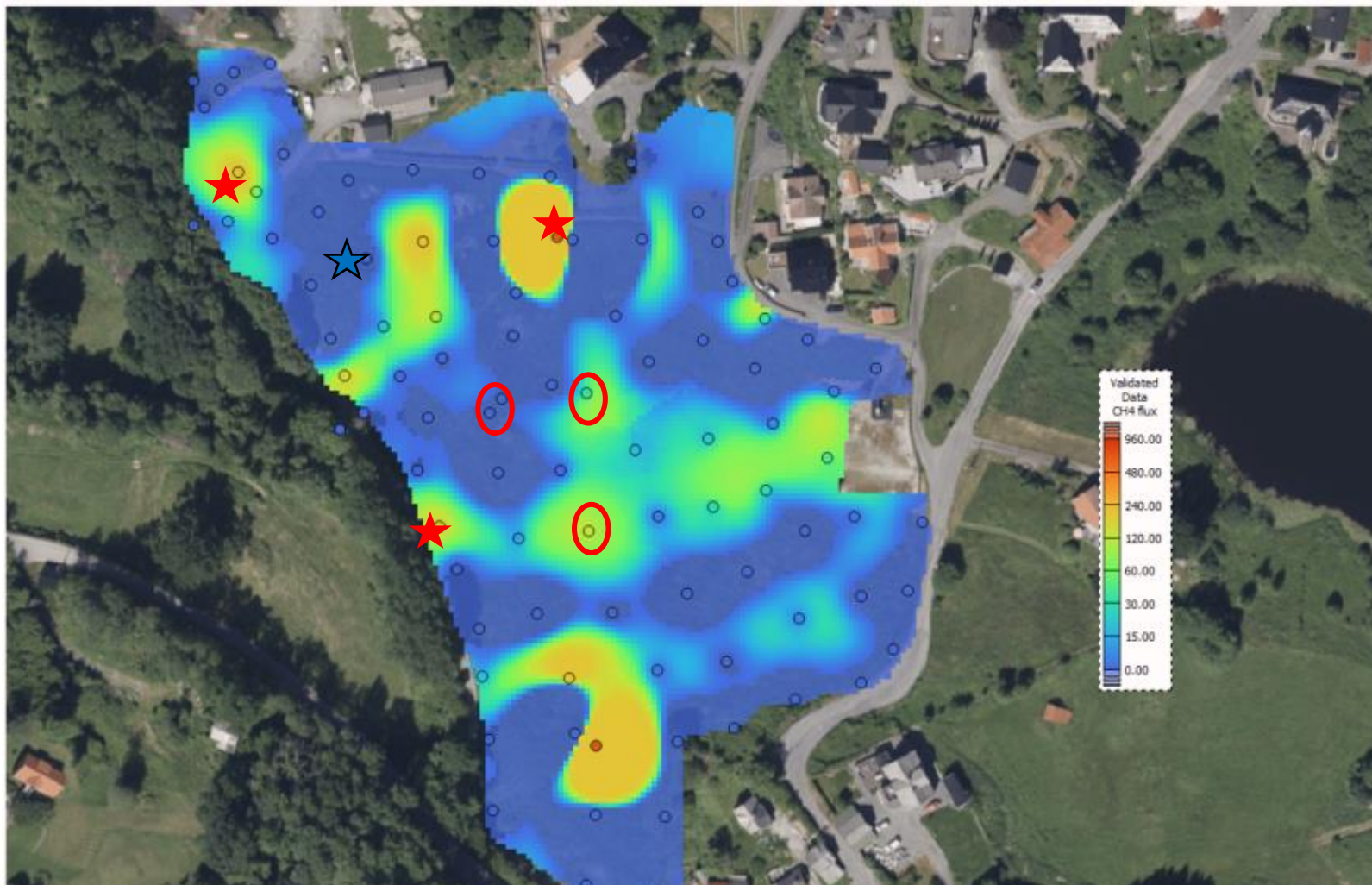
- a) måleinstrumentet gikk i metning, da instrumentet har en øvre konsentrasjonsgrense på omtrent 700 ppm CH₄ i luft,

og

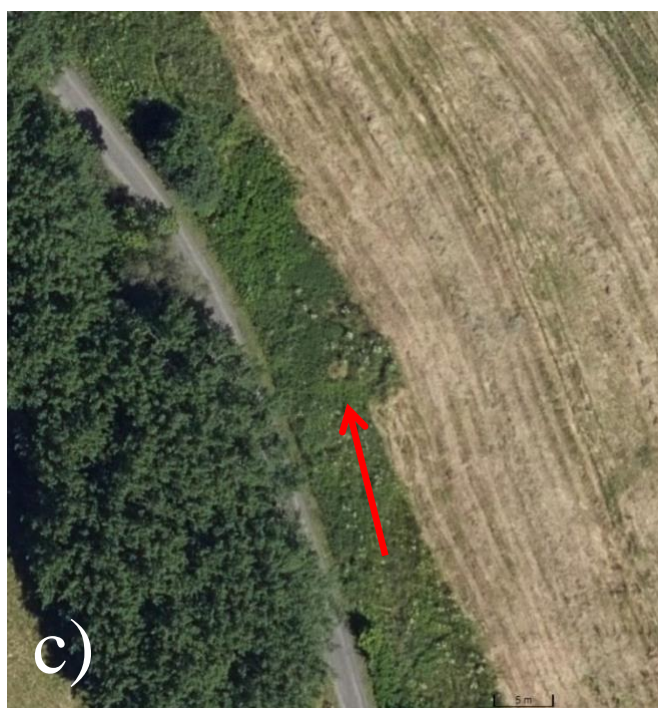
- b) det ikke er mulig å feste kammeret til kummen. Det kreves, med andre ord, annet verktøy for å måle utslippsrate rundt kummene. Målinger som vises på kartet, ved siden av kummene i Figur 8 b og Figur 8 c, tilsvarer målinger av gass som kommer opp gjennom toppdekket, omtrent 30-50 cm unna kummen. Disse målingene kan derfor sees på som en nedre grense for de reelle utlippene rundt kummene.



Figur 6: Kartlagt utslipp ved målepunkter (svarte sirkler) og estimert utslipp mellom målepunkter basert på geostatistisk interpolering («kriging»). Enheter er nanomol CH₄ per sekund per m², som tilsvarer omtrent 1,4 mg CH₄ per m² per dag. Kummer med påvist utslipp er markert med røde stjerner, og kummen hvor det ikke var påvist utslipp er markert med blå stjerne. Områder med eksponert søppel er markert med røde sirkler. Emisjon fra et punkt helt i sør (det røde punktet) samt fra rundt kummen øverst i midten av kartet er ikke tatt med i beregning av emisjonskartet fordi de overdøvet nabopunktene når plottet med denne metoden.



Figur 7: Kartlagt utslipp ved målepunkter (sirkler) og estimert utslipp mellom målepunkter basert på geostatistisk interpolering («kriging»), med emisjon fra alle målepunktene tatt med. Kummer med påvist utslipp er markert med røde stjerner, og kummen hvor det ikke var påvist utslipp er markert med blå stjerne. Områder med eksponert søppel er markert med røde sirkler. Enheter er nanomol CH₄ per sekund per m², som tilsvarer omtrent 1,4 mg CH₄ per m² per dag.



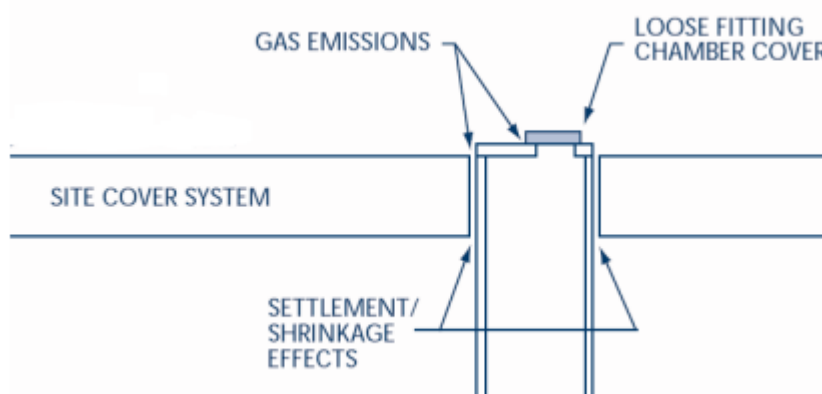
Figur 8: Lokasjon av de 3 kummene med påvist utslipp rundt - a) kummen øverst til venstre på kartet (nordvest), b) kummen øverst i midten (nord), og c) kummen midt på venstre side (vest). Kummen merket med blå stjerne i figurene 6 og 7 hvor det ikke er påvist utslipp rundt er synlig nederst til høyre i bilde a).

Enkelte beregninger, som vist i Figur 7 med alle målinger inkludert, viser et estimert gjennomsnittlig utslipp på 16,8 nanomol $\text{CH}_4/\text{m}^2/\text{s}$ fra deponiet. Integrert over hele deponiet tilsvarer dette 454 mikromol CH_4 per sekund. Denne mengden utgjør 636 g CH_4 per dag eller 232 kg CH_4 per år. Omregnet til CO_2 -ekvivalenter (globalt oppvarmingspotensialet i et 100-årsperspektiv = 28, etter anbefaling fra Miljødirektoratet [2]), tilsvarer dette omtrent 6,5 tonn CO_2 -ekvivalenter årlig.

Det er noe usikkerhet knyttet til emisjonsestimatet. Tidligere erfaring, og flere vitenskapelige studier (f. eks [3, 4]), har vist at utslipp er høyere i en periode med fallende lufttrykk, og lavere i en periode med økende lufttrykk. Dette skyldes at deponiets evne til å holde på gassen faller

med lavere lufttrykk, og økes med høyere lufttrykk. Det er sannsynlig at resultatene fra denne studie viser et slags «nedre grense» for hva som kan forventes av metanemisjon, og at målinger hadde vist større utslipp ved andre værmessige forhold. Det har videre ikke vært mulig å tallfeste utslipp langs kummene i deponiet, og de reelle punktutslippene fra kummene er høyere enn målinger gjort på toppdekket noen cm unna. Et forsiktig estimat (kvalifisert gjetting) av de faktiske utslippene fra Ytre Hope kan være et sted mellom 5 og 30 tonn CO₂-ekvivalenter årlig. Flere målinger, spesielt rundt kummene med mer egnet utstyr, kreves for å verifisere dette.

Utslipp fra kummer kommer antakeligvis fra setninger og erosjon/uttørking av tetningsmassene rundt kummer (Figur 9), samt at gassen følger «minste motstands vei». Dette kan ofte være langs sigevannsledninger og opp langs kum-vegger. Det anbefales at tetting rundt kummer fornyes for å redusere slike punktutslipp.



Figur 9: Et diagram som viser mulige gass utslippsveier langs veggene av en sigevannskum på grunn av setninger og uttørking, etter [5].

4 Konklusjon

En kartlegging av emisjon gjennom toppdekket på Ytre Hope kommunale, avfallsdeponi viser utslipp i størrelsesorden 6,5 tonn CO₂-ekvivalenter årlig. Dette er en antatt nedre grense. Utslipp er påvist både gjennom toppdekket og rundt nedfelte kummer i området. De største utslippspunktene er målt langs sidene av kummene markert i Figur 8 b) og c), samt et punkt på toppdekket sør i deponiet, vist i figur 6 og 7. For å redusere utslipp til ytre miljø anbefales det å dekke til aktuelle områder med et lag «biologisk aktivt» materiale, f. eks kompost. Dette materialet vil oksidere eventuelle CH₄-utslipp til CO₂, og dermed redusere klimapåvirkningen. Det anbefales i tillegg å tette rundt sigevannskummene, nedfelt i deponiet, for å redusere punktutslipp. Ny tildekking vil lede gassen gjennom et oksidasjonslag, for behandling. Avfallsdeponiet vil produsere deponigass uansett, og det er en fordel at mest mulig gass blir oksidert av passive metoder, før den slippes ut i atmosfæren.

Dersom det er ønskelig med et mer nøyaktig estimat av totalt utslipp fra Ytre Hope kommunale avfallsdeponi, anbefales det oppfølgingsmålinger. Dette vil fange opp tidsmessige variasjoner i utslipp knyttet til endrede værforhold/temperatur/vannmetningsgrad i deponiet. Det anbefales

også å se på supplerende metoder for mer nøyaktig kartlegging av punktutslipp rundt kummene. Dersom det blir gjennomført tiltak for å redusere utslipp, vil en ny runde med emisjonsmåling bidra til å verifisere effekten av eventuelle tiltak.

5 Referanser

1. Bergen Kommune, *Virksomhetsplan nedlagte kommunale avfallsdeponier. Layout versjon revisjon 2022*. 2022.
2. Miljødirektoratet. *Tabell for omregning til CO2-ekvivalenter*. 2019 [cited 2023 01.08.2023]; Available from: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/kutte-utslipp-av-klimagasser/klima-og-energiplanlegging/tabell-for-omregning-av-co2-ekvivalenter/>.
3. Xu, L., et al., *Impact of changes in barometric pressure on landfill methane emission*. *Global Biogeochemical Cycles*, 2014. **28**(7): p. 679-695.
4. Riddick, S.N., et al., *Development of a low-maintenance measurement approach to continuously estimate methane emissions: A case study*. *Waste Management*, 2018. **73**: p. 210-219.
5. Marshall, R., D. Browell, and S. Smith, *Guidance on monitoring landfill gas surface emissions*, in *LFTGN07 v2 2010*, E. Agency, Editor. 2010, Environment Agency: Bristol.

Forskning



Privat sektor



Offentlig sektor



The earthresQue centre is a Centre for Research-based Innovation (SFI) funded by the Research Council of Norway. The centre will develop technologies and systems for sustainable handling and treatment of waste and surplus masses.



Senter for
forskningsdrevet
innovasjon

earthresQue