

earthresQue



**Avfall
Norge**

**Kartlegging av topptetting
på deponier**

August, 2022

sf  Senter for
forskingsdrevet
innovasjon

Norges forskningsråd

Kartlegging av topptetting på deponier
earthresQue Report no. 5
ISBN: 978-82-575-2980-2
RCN project 310042

Illustration front cover, header and end page: earthresQue
Front cover photo: Mona T. Hassel
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 topptetting på deponier
earthresQue report no.:	5
ISBN	978-82-575-2980-2
Dato:	2022-08-05
Rev.nr./ Rev.dato:	1 / 2022-12-17

Utarbeidet av: Mona Hassel, NTNU Trondheim
Oda-Konstanse Fagernes, UiO Oslo

Prosjektet er et samarbeid mellom earthresQue og Avfall Norges REdu-program hvor studenter fra ulike studiesteder engasjeres til prosjektoppgaver relatert til avfallshåndtering.

Rapporten er kvalitetssikret av seniorforsker Trond Mæhlum i NIBIO og seniorrådgiver Nancy Strand i Avfall Norge

FORSKNING



PRIVAT SEKTOR



OFFENTLIG SEKTOR



Forord

I forbindelse med et av [REdu](#)-programmets sommerprosjekter i 2022 har det blitt rettet fokus mot deponier og deres virksomhet i avfalls- og gjenvinningsbransjen. REdu-programmet er et initiativ fra Avfall Norge, hvor formålet er å introdusere og engasjere studenter for avfall- og gjenvinningsbransjen.

Dette prosjektet har blitt gjennomført i regi av REdu-programmet i samarbeid med Senter for Forskningsdrevet Innovasjon (SFI) [earthresQue](#), som koordineres av NMBU og hvor blant annet NIBIO og NGI er forskningspartnere. En viktig del av aktiviteten omhandler deponier der topptetting, sivevann og gasshåndtering samt etterbruk inngår som aktiviteter i samarbeid med brukerpartnere.

Rapporten er skrevet av Mona Tellebond Hassel og Oda-Konstane Fagernes som har vært ansatt som "Summer Interns" hos Avfall Norge som en del av REdu-programmet. Mona Tellebond Hassel studerer Industriell Kjemi og Bioteknologi (siv.ing.) på NTNU i Trondheim, med fordypning i materialteknologi. Oda-Konstane Fagernes har en bachelorgrad i samfunns-økonomi med en støtteprofil i IKT på NTNU i Trondheim. Hun har nå påbegynt en mastergrad i samfunnsøkonomi på UiO. Mona og Oda har henholdsvis gjennomført 3.- og 4. studieår, sommeren 2022.

Vi har etter samlet data rundt topptetting ved 9 deponier, drevet av 5 ulike medlems-bedrifter og brukerpartnere av Avfall Norge. Det har vært utfordrende å avgrense oppgaven, med det store spekteret av problemstillinger som finnes rundt avslutning og etterdrift av deponier. Et stort engasjement befinner seg i denne bransjen og dette smittet over på oss siden vi ikke hadde kunnskaper om deponier fra før av.

Nancy Strand, seniorrådgiver ved Avfall Norge, har hatt hovedansvaret for organiseringen av prosjektet og har gitt god oppfølging under hele perioden. Tusen takk til Nancy for god støtte og lærerike diskusjoner.

Prosjektet har vært finansiert av selskapene EBY, Haugaland Interkommunale Miljøverk (HIM), Innherred Renovasjon IKS, Lindum og Perpetuum, sammen nye støttespillere av REdu-programmet og REdu-programmet selv. EBY, HIM, Innherred Renovasjon, Lindum og Perpetuum takkes for lærerike befaringer og godt samarbeid.

Trond Mæhlum (NIBIO) har under hele prosjektperioden vært en god veileder og støttespiller. Sammen med Helen French (NMBU) og Gudny Okkenhaug (NGI), ble grundig og engasjerende opplæring gitt ved prosjektets oppstart. En stor takk rettes til alle tre.

Til slutt takkes medstudentene Marie Husby Valland og Mathias Lorentsen for godt samarbeid under hele prosjektperioden.

Vi håper at rapporten kan være til nytte for videre studier rundt deponidrift i Norge.

Innhold

1	Sammendrag	3
1	Introduksjon	4
2	Metode	4
2.1	Lokaliteter og type deponier	4
2.2	Avgrensninger	6
3	Teori.....	7
3.1	Deponering som løsning.....	7
3.2	Regelverk og krav	8
3.3	Topptetting av deponier	9
4	Resultater fra kartleggingen.....	12
4.1	Generelle observasjoner og trender	12
4.2	Eksempler på etablering av toppdekke.....	14
4.3	Eksempler på håndtering av overvann og sigevann	16
4.4	Eksempler på gasshåndtering	18
4.5	Alternativ metode for måling av diffuse gassutslipp.....	21
5	Konklusjoner	23
6	Referanser	24

1 Sammendrag

I 2002 ble Deponiforskriften kap. 9 i Avfallsforskriften fastsatt, med føringer for drift, avslutning og etterdrift av deponier i Norge. Forskriften med veiledning om hvordan topptetting bør utføres har stått som grunnlag for kartleggingen av topptettingen. Rapporten gir en kartlegging på hvordan topptetting har blitt utført hos fem av Avfall Norges medlemsbedrifter med deponidrift. Det har blitt foretatt en befaring på disse lokalitetene i løpet av prosjektperioden sommeren 2022. En spørreundersøkelse ble sendt ut til 30 andre deponibedrifter, med formål om å gi en større oversikt over hva som har vært den mest utbredte praksisen.

I rapporten blir det presentert en oversikt over ulike tiltak som har blitt gjennomført på grunn av oppstått problematikk rundt etterdrift ved avsluttede deponier. Undersøkelsen bekrefter en antagelse om at det er store variasjoner i hvordan deponieiere har utført topptetting på eldre deponier og deponiceller. Det skilles mellom deponiceller nedlagt før 2002, deponiceller nedlagt etter 2002 og deponiceller i drift.

Prosjektet har avdekket at det foreligger mange muligheter for samfunnsnyttig etterbruk av deponiareal, men at kvaliteten på topptettingen er viktig for etterbruk av arealene. I forbindelse med kartleggingen har vi sett følgende arealbruk på avsluttede deponier: oksidasjonsvindu for å redusere utslipp av metangass, jordproduksjon, jordbruk (kornproduksjon), næringsvirksomhet (gjenvinningsstasjon), badestrand og park, golfbane, idrettsanlegg, blomstereng og klargjøring av areal for drueranker med vinproduksjon.

Der det på avsluttet deponi skal drives anleggsvirksomhet, er et kompakt toppdekke er fordelaktig. I motsetning vil et mindre kompakt toppdekke blandet med kompost og næringsrik jord kunne være mer fordelaktig der det skal drives landbruk eller tilplantes med annen vegetasjon.

Håndtering av deponigass er en utfordrende oppgave for de deponiene der metangasskonsentrasjon og/eller total gassmengde er lav. Større setninger i flere deponier har trolig ødelagt innlagte rørsystemer og gassbrønner. Dermed kan det eventuelt foregå utlekking av både gass og sigevann til omgivelsene, som ikke blir registrert.

Selv om vår spørreundersøkelsen fikk 12 svar, var en del av svarene lite utfyllende. Med en anonym spørreundersøkelse har det heller ikke vært mulig å spore eller følge opp de svarene som ble gitt. Spørreundersøkelsen gav noe større forståelse rundt omfanget av sigevann og gasshåndtering på deponier. Sammen med feltundersøkelser kan spørreundersøkelser være en gunstig metode for å få et generelt innblikk i status for deponidrift, men vi anbefaler at datainnsamlingen primært foregår utenom ferietiden.

Siden vi gjennom befaringer og innsamling av informasjon har erfart at det foregår diffuse utslipp av deponigass og sigevann som ikke fanges opp i måleprogram kan det antas at deponienes samlede miljøutslipp er underestimert. Omfanget av diffuse utslipp fra deponier og hvilken betydning topptetting har for utslipp via gass og sigevann bør derfor undersøkes nærmere.

1 Introduksjon

Denne rapporten presenterer en kartlegging av topptettingen hos et utvalg avsluttede deponier i Norge. Kartleggingen er gjort av studenter i forbindelse REdu-programmet til Avfall Norge i samarbeid med earthresQue og forskere fra NMBU, NIBIO og NGI. I løpet av prosjektet vi gjennomført befaringer og intervjuer av fagansvarlige på de ulike deponiene.

Deponidrift har i lang tid vært en stor del av avfallshåndteringen i samfunnet. På deponiene er det blitt kastet avfall uten form for konsekvenstenkning eller faglig vurdering av deponienes ettervirkning. Særlig utover 1900-tallet ble deponier mye utbygd i Norge, da vi etter hvert på denne tiden fikk bedre råd, og både mengden husholdningsavfall og næringsavfall økte betraktelig.

Tidligere deponivirksomhet i Norge har vært preget av manglende retningslinjer. Kombinert med eventuell manglende kunnskap hos flere deponieiere, eller manglende tanke på eller forståelse for på konsekvenser for fremtiden, kan ha ført til at mange deponieiere har driftet på sin egen måte ut ifra egne ambisjoner og mål.

I mai 2002 trådte den nye Deponiforskriften i kraft i Norge, med retningslinjer, anbefalinger og krav for drift, avslutning og etterdrift av avfallsdeponier. I forskriften er det stilt krav om at alle deponier nå skal ha en offisiell tillatelse fra Statsforvalter til å drive deponidrift på en forsvarlig måte som oppfyller Deponiforskriftens føringer. Føringene i forskriften er formulert på en måte som gjør det mulig for hver Statsforvalter å tolke og tilpasse tillatelsene etter egne vurderinger. Det har derfor vært hensiktsmessig å undersøke status for topptettingen og etterbruk av noen utvalgte deponier i Norge.

Formålet med kartleggingen er å se på styrker og svakheter tilknyttet ulik praksis ved etablering av topptetting på deponier. Ulik gjennomføring av topptette-etablering vil påvirke etterbruk av deponiarealene. Rapporten belyser også hvordan planlegging for avslutning og etterdrift er gjort for deponier som fortsatt er i drift i dag.

2 Metode

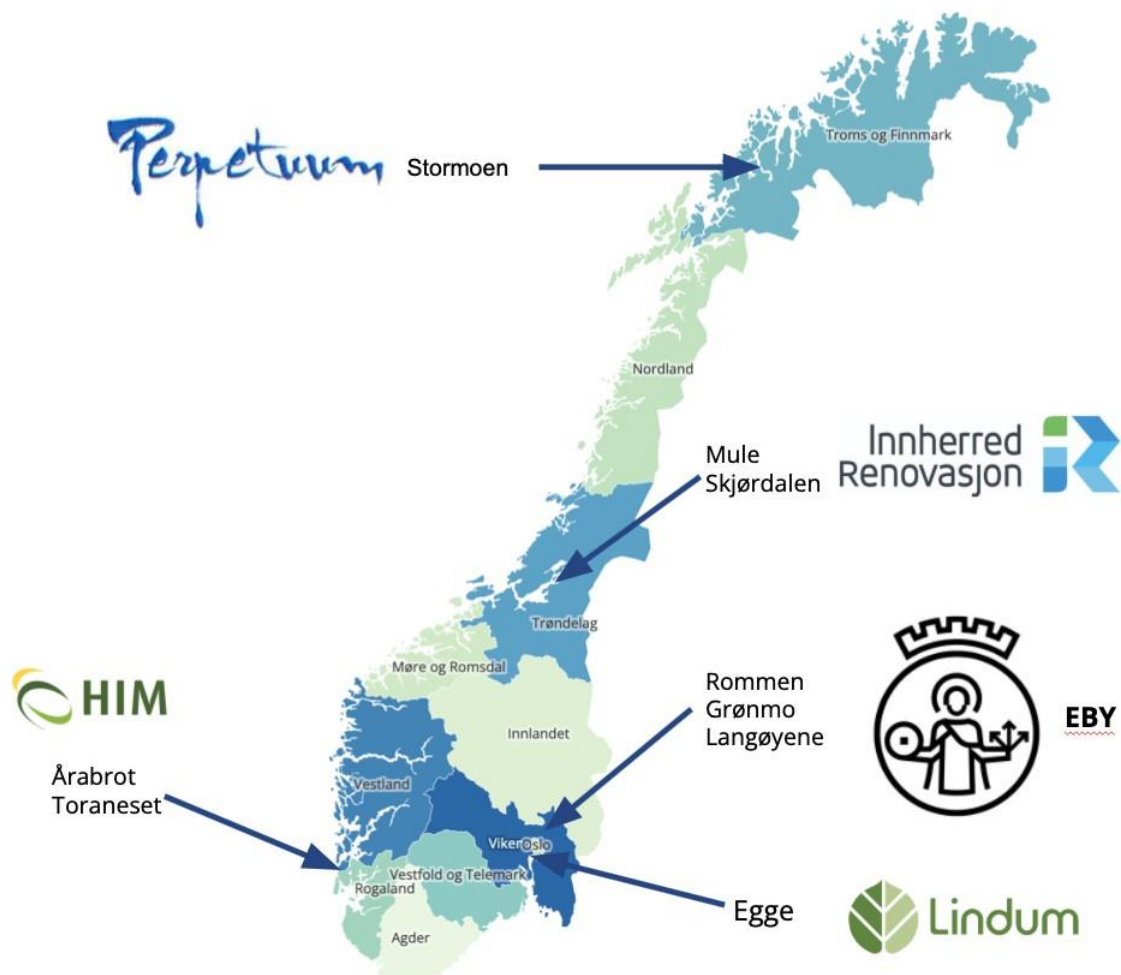
2.1 Lokalteter og type deponier

Som metode har det blitt foretatt fysiske og digitale befaringer til 5 medlemsbedrifter og REdu-partnere i Avfall Norge; EBY, HIM, Perpetuum, Lindum og Innherred Renovasjon IKS. Figur 2.1 viser omtrentlig lokasjon av de ulike deponiene som har blitt befart.

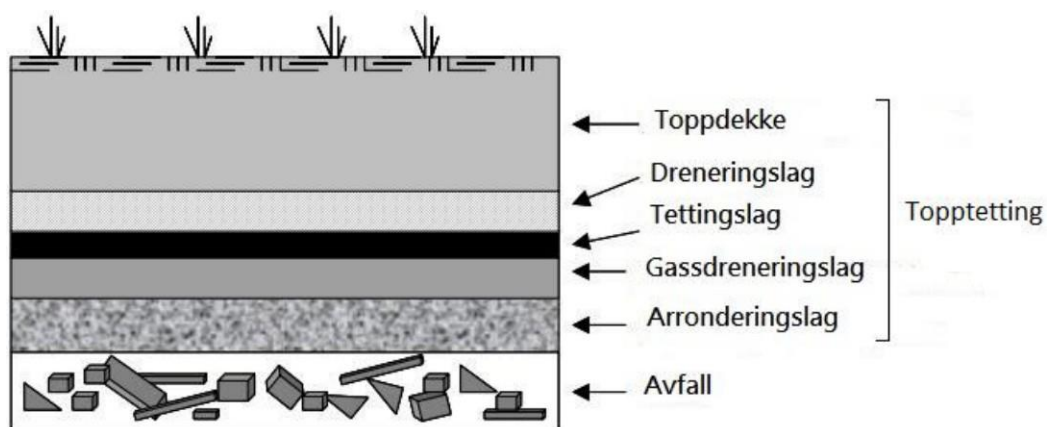
På hver befaring ble fagansvarlig intervjuet, sammen med enkle visuelle undersøkelser av toppdekket og installasjoner for håndtering av sigevann og deponigass. Hovedfokuset gikk til å se på hvordan de ulike stedene hadde forholdt seg til tillatelsen som var gitt av Statsforvalteren og hvilken virkning disse hadde medført.

Som en del av intervjuene ble Figur 2.2 vist til fagansvarlig, og det ble spurt om denne malen aktivt hadde blitt tatt i bruk under planleggingen av topptettingen på deponiet. Figuren er tatt

fra Avfall Norges *Veileder for avslutning og etterdrift av deponier* [4], og har i hensikt å være et hjelpemiddel for ordinære deponier som skal avsluttes og gå over i etterdriftsfasen.



Figur 2.1: Deponienes geografiske beliggenhet



Figur 2.2: Føring for oppbygging av topptetting for avslutning av deponi [4]

I veilederen til Avfall Norge ligger det også en oversikt over relevansen til hvert av lagene. Relevansen er ulik for deponier med henholdsvis ordinært og farlig avfall (Figur 3.3).

Deponiene som ble befart inneholdt i all hovedsak ordinært avfall, med det inerte deponiet på Egge i Lier som eneste unntak. Kolonnen for farlig avfall ble derfor ikke vurdert i dette prosjektet.

Deponilag (arrondering og topptetting)	Ordinært avfall	Farlig avfall
Toppdekke > 1 m	Anbefalt	Anbefalt
Dreneringslag > 0,5 m	Anbefalt	Anbefalt
Impermeabelt minerallag (tettingslag)	Anbefalt	Anbefalt
Kunstig tetningsmembran	Ikke påkrevd	Anbefalt
Gassdreneringslag	Anbefalt	Ikke påkrevd
Arronderingslag	Ved behov	Ved behov

Figur 3.3: Veileder for relevansen til de ulike lagene i Figur 3.2

Figur 3.2 ble også presentert i en anonym spørreundersøkelse som ble sendt ut til 30 medlemmer av Avfall Norge som har deponier i drift. Medlemmene ble valgt ut ifra en tidligere rapport fra Avfall Norge om “Deponier i drift” [5].

Spørreundersøkelsen besto av enkle spørsmål relatert til hvilke masser som var blitt benyttet i eventuelle topptettinger av avsluttede deponier, og om de hadde observert noen spesielle effekter av dette. Spørreundersøkelsen inneholdt i tillegg spørsmål om hvilke krav deponiene hadde fått av deres Statsforvalter, med oppfølgingsspørsmål om hva som hadde blitt gjennomført i praksis. Hensikten med å sende ut en anonym spørreundersøkelse til flere deponier, var å få et litt større helhetsinntrykk av deponiene i Norge basert på ufiltrerte svar. Spørreundersøkelsen fikk totalt 12 svar.

2.2 Avgrensninger

Prosjektet har blitt gjennomført i en periode på 6 uker, hvorav 1 uke ble brukt til opplæring, 3 uker har gått med til befaringer og 2 uker til analysering av innsamlet data. Da prosjektet har foregått på sommeren, har sommeravvikling begrenset tilgjengeligheten til bedriftenes kontaktpersoner, noe som har påvirket hvor raskt informasjon har blitt tilgjengelig.

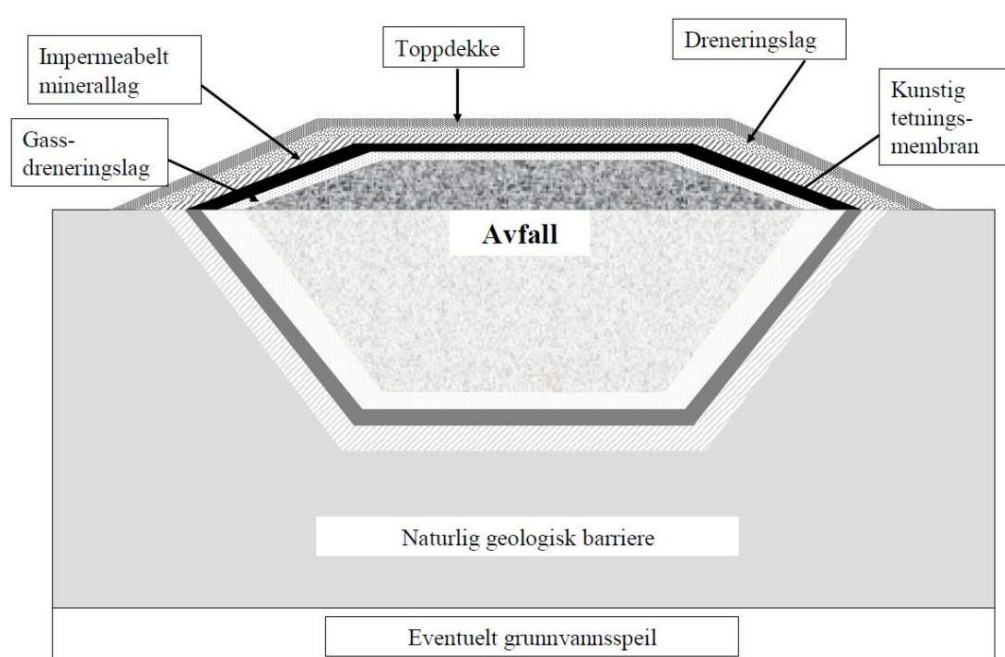
Befaringene har funnet sted på 9 forskjellige deponier hos 5 ulike selskaper. De fleste av de nedlagte deponiene har vært preget av lite skriftlig dokumentasjon. Selv om det også foreligger informasjon fra en digital undersøkelse er det etter vår vurdering for data til å kunne trekke generelle konklusjoner basert på dataene som har blitt samlet inn.

Rapporten inneholder derfor en presentasjon av de observasjoner og erfaringer som ble gjort i løpet av befaringene, samt andre inntrykk vi sitter igjen med. Erfaringene fra årets undersøkelse kan forhåpentligvis gi grunnlag for mer detaljerte studier senere år.

3 Teori

3.1 Deponering som løsning

Et deponi er et avgrenset område hvor avfall, som ikke går til gjenvinning og forbrenning, plasseres for deretter å bli dekket til og gjemt bort for resten av omverdenen. Når et deponi er blitt fylt opp, avsluttes det med å tildekke avfallsmassene med en topptetting som gjør arealene egnet for annet bruk. Det øverste laget ved tildekkingen kalles for toppdekke. Figur 2.1 nedenfor illustrerer veiledende oppbygging av topptetting på deponier, gitt av forurensnings- myndighetene ^[1].

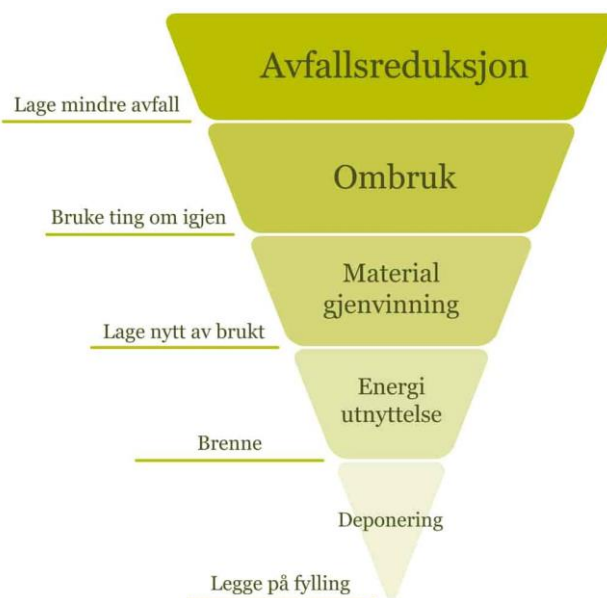


Figur 2.1: Veiledende oppbygging av topptetting på deponi

Tidligere har deponier ofte kun blitt tildekket med et tynt toppdekkelag bestående av jordmasser. Noen eldre deponier som ble nedlagt før 2000-tallet har også blitt dekket til med leire som et tetningsmateriale, ofte da med luktproblematikk som motiverende faktor. Leire ha ofte blitt benyttet som tetningsmateriale da det vært lett tilgjengelige masser som har lav permeabilitet og tåler ved visse sammensetninger høyt trykk.

Forskning på hvordan ulike avfallstyper nedbrytes under jorda har bidratt til mer kunnskap og bevissthet rundt topptettingens betydning. Utslipp av helse og miljøskadelige stoffer, samt setninger i overflaten av deponiet er blant konsekvensene som kan oppstå dersom topptettingen er blitt utført på en enkel måte med bruk av få lag av masser i topptettingen. I etterkant av avslutninger som har foregått før 2000-tallet, har det hos flere oppstått problematikk rundt gassutslipp, sigevannsforurensning og setningsskader. Dette har høy relevans i forhold til videre bruk av arealene, som for eksempel etablering av idretts- og parkanlegg eller næringsvirksomhet.

Et stadig økende fokus på bærekraft og gjenvinning har bidratt til at deponier nå disponeres i mindre og mindre grad. Figur 2.2 illustrerer avfallspyramiden som viser at deponienes virksomhet skal være den siste utvei ved håndtering av avfall. På grunn av de store ettervirkningene et deponi kan ha på omgivelsene og miljøet er det viktig at klare rammer og regelverk settes for deponidrift, slik at denne virksomheten ikke blir glemt i den store avfallsbransjen.



Figur 2.2: Avfallspyramiden (tatt fra snl.no/avfallshierarki)

3.2 Regelverk og krav

Gjennom EØS-avtalen har Norge forpliktet seg til å følge mange av de reglene som settes av EU. Deponiforskriften som kom i Norge i 2002 ble uformet av Miljøverndirektoratet som en følge av EUs deponidirektiv som ble vedtatt i 1999. I nyere tid har EU lansert *European Green Deal* (2019) som har som formål å gjøre EU klimanøytral ved å innføre en komplett sirkulær økonomi innen 2050 [2]. Med dette har tanken vært at deponiers rolle i avfallshåndteringen skal fases ut. Noen av tiltakene EU bruker for denne utfasingen, er blant annet å sette strengere grensekra for maksimalinnhold av ulike stoffer ved de fraksjonene som kan deponeres.

Deponiforskriften

Deponiforskriften ligger som kap. 9 i Avfallsforskriften til det norske regelverket. Forskriften har følgende 3 vedlegg:

Vedlegg I. Generelle krav for alle kategorier deponier

Vedlegg II. Karakterisering og kriterier for mottak av avfall

Vedlegg III. Kontroll- og overvåkingsprosedyrer i drifts- og etterdriftsfasen

I dette prosjektet har særlig kravene som er oppgitt i *Avfallsforskriftens kap. 9 Vedlegg I* og *Vedlegg III* blitt undersøkt ved hver av befaringene.

I Vedlegg II i denne rapporten presenteres noen av de mest relevante kravene fra de to vedleggene i kap.9 i Avfallsforskriften. Utover disse generelle kravene er det opp til hver enkelt Statsforvalter å tolke regelverket, samt sette øvrige krav til deponivirksomhetene i kommunene Statsforvalteren delegerer.

Statsforvalter skal legge lokale forhold til grunn som gjelder krav og anbefalinger som blir gitt til deponiene. Statsforvalter kan derfor legge ulike føringer og krav til forskjellige deponier tilknyttet samme fylke. Deponieierne skal selv lage en avslutningsplan for deponiet, hvor de kan argumentere for sine synspunkt, prioriteringer og lokale forhold. Dette vil trolig være med på å forme kravene og føringer som blir gitt av Statsforvalteren.

I Deponiforskriften fra 2002 ble datoen 16. juli 2009 satt som siste frist for at alle deponier i Norge skulle driftes i henhold til dens regler og retningslinjer. Med dette skal alle deponier i dag følge dette regelverket. Noen mulige problemer med kravene er at ulike Statsforvaltere har varierte forutsetninger for å forstå deponivirksomhet, samt de konsekvenser ved utlippene som deponivirksomhet kan medføre.

Fra 1. juli 2009 ble det i tillegg forbudt å deponere organisk nedbrytbart materiale. Anaerob nedbrytning (nedbrytning uten tilgang på oksygen) medfører produksjon av metangass CH₄. Sett fra et 20-års perspektiv har metangass 80 ganger større påvirkningsgrad på drivhuseffekten i forhold til karbondioksid (CO₂) ^[3]. I 2020 ble det rapportert at hele 18% av metangass- utslippet i Norge kom fra avfallsdeponier. Oppsamling av deponigass gir muligheter for fjernvarmeproduksjon dersom nivået er metangass er høyt nok til å utvinnes fra deponiområdet. Metangass kan også fakles og sluttproduktet kommer i form av vann og karbondioksid. Dette er mer klimavennlig enn utslipp av metangass.

3.3 Topptetting av deponier

Topptettingen på et avsluttet deponi spiller en stor rolle i å minimere gass- og sigevannsmengder fra deponimassene. En minimering av disse faktorene vil gjøre det lettere å benytte avsluttende deponiarealer til nye formål. Ved å ta i bruk ulike typer masser og konstruksjoner, kan man konstruere en topptetting som er tilpasset og godt egnet for deponiet. Anbefalinger relatert til topptetting presenteres lenger ned i rapporten. Sett at topptettingen følger de anbefalingene som er gitt, skal varierende etterbruk på deponiarealet være mulig.

Ved vurdering av toppdekke på gamle deponier, er det viktig å ta i betraktning at det før 2002 ikke var pålagt noen spesifikke krav ved etablering av toppdekke. Ved tidligere praksis var det vanlig å dekke til med et enkelt tetningslag i form av leire over avfallet, eller eventuelt kun et tynt jordlag. Leiren som ble brukt var ofte nærliggende og lett tilgjengelig. Lavere kostnader kan ofte ha blitt veid opp mot leirens egenskaper, slik at en halvveis gunstig leire har blitt benyttet. Ved bruk av for bløt leire kan større setningsskader og utglidninger oppstå som følge av større trykk lagt på overflaten av toppdekket. På den andre siden vil det kunne oppstå sprekker dersom leiren tørker, hvor både deponigass kan sige opp av og overvann kan renne ned igjennom. Når overvann trenger inn i deponi-massene vil et større volum sigevann

dannes i deponimassene. I tilfeller der disse mengdene blir for høye enn det sivevannsanlegget klarer å håndtere, kan dette heller trenge opp av kummer til overflaten og forurene nærliggende miljø.

Utslipp av deponigass gjennom sprekker i toppdekket vil på sin side bidra til å øke drivhus-effekten, gitt at gassen inneholder metan og andre klimagasser. I all hovedsak ønsker man at topptettingen skal være så tett og robust som mulig. Det anbefales å etablere en helt tett topptetting dersom nyere deponier kun tar imot avfall med TOC < 10%. Deponiet vil da være konstruert med dobbel bunnstetting, innlagt rørsystem for sivevanns- og gass-håndtering. Som et alternativ til leire har det blitt utviklet kunstige tetningsmembraner som er langt mer slitesterke, og har en mye lavere permeabilitet enn naturlig leire. Bentonitt-membran er et geosyntetisk tetningsprodukt som består av fiberduk og bentonittleire ^[1]. Disse membranene har en høyere bruddgrense og dermed være mer robust mot setnings-skader i forhold til leire, men dersom større setninger oppstår vil også slike membraner kunne ødelegges. Dersom bentonittmembranen skal legges over et område som vil bli utsatt for sjøvann, burde en tilpasset type brukes. Dersom membranene som brukes ikke er tilpasset de saltmengdene som befinner seg i sjøvannet, vil ikke bentonittleirens evne til å ta opp vann og svulle som ønsket^[1]

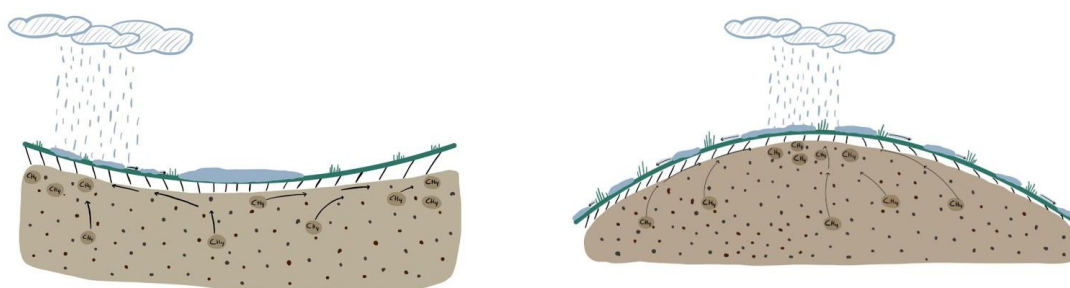
Geografisk beliggenhet for deponier er avgjørende for hvilke masser som har blitt tatt i bruk ved topptetting. Ved flere eldre deponier har leire blitt tatt i bruk som membran i topptettingen, fremfor en kunstig membran. Materialvalget er begrunnet med at leire har vært tilgjengelige masser nærliggende deponiet. Leire kan derfor være mindre kostbar enn å benytte seg av kunstig membran. En av utfordringene med bruk av leire er at det kan oppstå sprekkdannelser i membranene som fører til gassutslipp fra deponiet. For å redusere gassutslipp fra sprekkdannelse i topptettingen er det i enkelte tilfeller blitt benyttet et oksidasjonsfilter bestående av kompost. Dette har i noen tilfeller blitt lagt lokalt over utslippssoner hvor det er observert høye verdier av metangass.

Det er ulik praksis for hvordan lag og masser blir fordelt under etablering av topptettingen. Gjennomføringen påvirker hvor effektiv topptettingen er gitt utslipp av sivevann og metangass fra deponimassene. Dersom det for eksempel skal drives tyngre anleggsarbeid på deponiarealeet, vil en kompakt topptetting være gunstig for å minske effekten av setnings-skader. Sett at det heller skal etableres landbruk eller annen grønn vegetasjon på det avsluttende deponiarealeet, vil et mindre kompakt toppdekke gi bedre jordsmonn. Et godt utviklet jordsmonn med mikroliv og planterøtter kan i tillegg være fordelaktig, da de kan bidra til oksidering av diffuse metanutslipp. Et velutviklet vegetasjonsdekke vil også kunne bidra til å redusere erosjon i toppdekket, noe som er ønskelig for at etterdriftsfasen skal bli så bærekraftig og kostnadseffektiv som mulig.

Noen deponier har konstruert en konveks form på toppdekke med hensikt i at overflatevann lettere skal renne av mot siden og ikke infiltrere i deponimassene. Det er tenkt at eventuell gass skal stige opp og konsentreres mot toppunktet under topptettingen. Et effektivt gassuttak kan dermed etableres der metangassoppsamlingen vil være størst konsentrert. Toppdekket til et deponi kan også konstrueres med konkav form. Ved bruk av denne formen vil overflatevann renne mot toppdekkets bunnpunkt, mens gass vil stige ut mot sidene. Deponiet

vil da være avhengig av å installere kummer for å fjerne de vann-mengdene som samles ved bunnpunktet. De to ulike formene er illustrert i Figur 2.3 for å presisere hvordan begrepene konkav og konveks brukes i denne sammenheng.

For deponier med ordinært avfall som har vært i drift før 2009 kan det være ønskelig at topptettingen skal gi noe infiltrering av vann i deponimassene. Hensikten med dette er å drive en sakte nedbryting av organisk materiale i løpet av etterdriften. Deponier som har blitt nedlagt etter 2009 eller som fortsatt er i drift i dag skal ha et TOC-innhold på mindre enn 10%, med mindre annen tillatelse er gitt. Biologisk nedbryting vil dermed ikke være et like aktuelt problem å gjøre tiltak for, og det kan i flere tilfeller være fordelaktig med en helt tett topptetting uten infiltrering av vann i deponimassene.



Figur 2.3: Konkav form med forsenkning (t.v.) og konveks form med forhøyning på deponiarealet (t.h.)

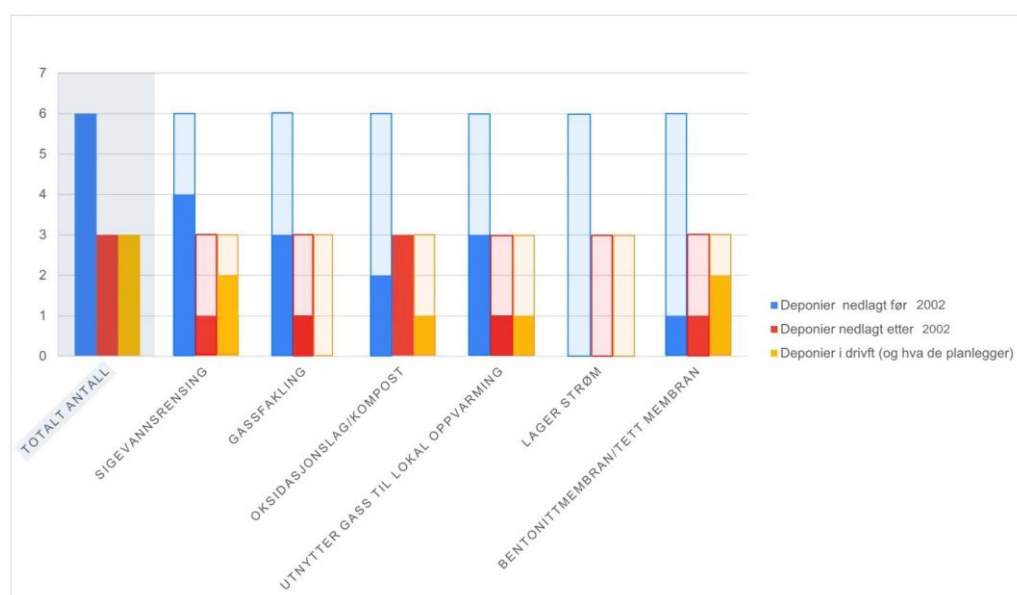
4 Resultater fra kartleggingen

Det har vært svært ulik grad av tilgjengelig data på de befarte deponiene. Generelt har det vært mindre tilgjengelig data på deponier i drift før år 2002. Først etter år 2002, da Deponiforskriften kom, ble det stilt strengere krav til dokumentasjon av deponidrift. Fra befaringsene ble det flere steder uttrykt frustrasjon om at dagens ansvarlige ikke hadde nok informasjon om hva som befant seg under toppdekket og at det manglet et detaljert kart over hvor deponimasser tidligere hadde blitt lagt på disse gamle deponiene. I spørreundersøkelsen ble dette også underbygget i svar som: “Gammelt deponi er dekket for dagens krav. Usikker på tettingslag er brukt” og “Usikkert volum med unntak av det som ble etablert i 2009”.

Videre i resultatdelen vil generelle observasjoner og trender fra befaringsene bli presentert, etterfulgt av utvalgte eksempler og observasjoner. Eksempelene har blitt valgt ut ifra hvilke steder det har blitt observert bemerkelsesverdige konsekvenser eller gode tiltak i forhold til etablering av toppdekke, håndtering av overvanns- og sigevannsproblematikk og håndtering av gassproblematikk. I Vedlegg I ligger en tabelloversikt over hvordan deponigass, sigevann og topptettingen har blitt håndtert på de ulike stedene, sammen med kravene som har blitt gitt i deres tillatelser. Tillatelsene til hvert deponi har blitt hentet fra Miljødirektoratets oversikt over virksomheter som har utslipps- og avfallstall i Norge ^[6].

4.1 Generelle observasjoner og trender

Figur 4.1 viser en oversikt over hvor mange av deponiene som hadde tatt i bruk ulike tiltak som en del av deres etterdrift. I diagrammet skilles det mellom deponiceller nedlagt før 2002, deponiceller nedlagt etter 2002 og deponiceller i drift. For deponicellene som fortsatt var i drift, har målingene gått ut på hva de hadde planlagt for cellens fremtidige avslutning og etterdrift.



Figur 4.1: Oversikt over antall gjennomførte tiltak på befarte deponier

Deponicellene har blitt fordelt som følger:

Deponier nedlagt før 2002: Rommen, Langøyene, Mule, Skjørdalen (gammel del), Årabrot og Grønmo (gammel del).

Deponier nedlagt etter 2002: Grønmo (ny del), Toraneset etappe 1 og Egge.

Deponier i drift innebærer: Stormoen, Toraneset Etappe 2 og Skjørdalen (ny del).

Diagrammet illustrerer en trend på at det generelt har blitt tatt i bruk flere tiltak i etterdriftsfasen for deponier nedlagt før 2002. En forklaring på dette kan være at disse ofte inneholder mer organisk materiale og har dårligere både bunn- og topptetting enn de nyere deponiene. På befaringene ble det erfart at dette var tiltak som hadde blitt iverksatt etter selve avslutningen av deponiene. Dette innebar at det enkelte steder var blitt satt ned gassbrønner og rørsystemer i deponimassene i den allerede etablerte topptettingen. Disse prosessene hadde ved flere tilfeller bidratt til utlekking av metangass både under og etter installasjonen.

Sigevannsrensing

Alle deponier i Norge har etter Deponiforskriften krav om *håndtering* av sigevann. Det står derimot ingen krav om at alle deponier er pålagt å sende sigevannet til *rensing*. Fra Figur 4.1 vises det at sigevannsrensing var et tiltak som kun hadde blitt tatt i bruk på litt over halvparten av deponiene. Hos deponiene som ble nedlagt før 2002 hadde 4 av 6 innført rensing, mens det for deponiene som ble nedlagt etter 2002 kun var innført hos ett deponi; Grønmo.

På Toraneset etappe 1 ble unntaket fra sigevannsrensing begrunnet med at resipienten til deponiet, som er fjorden utenfor Haugesund, er såpass stor at konsentrasjonen av eventuelle miljøgifter ikke vil være av betydelig grad for det biologiske mangfoldet i fjorden. Deponiet på Egge hadde også fått unntak fra sigevannsrensing med begrunnelse i at det der kun befant seg inerte avfallsmasser. Av deponiene som fortsatt var i drift, hadde både Stormoen og Skjørdalen planer om å sende sitt sigevann til rensing. Toraneset Etappe 2 hadde ikke fått krav til rensing fra Statsforvalter, med samme begrunnelse som for Etappe 1. Fra spørreundersøkelsen var det 7 svar som presiserte at de enten hadde et lokalt renseanlegg, eller som sendte sigevannet videre til det kommunale renseanlegget. Ytterligere 4 svar nevnte at håndterte sigevannet, men ikke om de ble sendt videre til rensing eller ikke.

Gassfakling, lokal oppvarming og produksjon av strøm

I Deponiforskriften stilles det krav til at deponigass skal håndteres på en måte som gjør at deponiet skal ha kontroll på gassopphoping og -utlekking. Fra diagrammet kan det bli observert at under halvparten av deponiene hadde et driftig gassfaklingssystem. Av deponiene som hadde slike fungerende faklingsanlegg, ble metangassen utnyttet til fjernvarme for nærliggende bygninger. Eneste unntak her var Grønmo som på daværende tidspunkt faklet gassen som midlertidig løsning under en omorganiseringsprosess fra å drive strømproduksjon til å lage fjernvarme.

På gamle deponier hvor det var installert gassfaklingssystemer var det ofte *for liten gassproduksjon* de fagansvarlige argumenterte med, dersom gassfakling likevel ikke ble praktisert. Hos de nyere deponiene med deponiavfall med TOC<10% var det ikke installert gassfaklingssystemer, fordi det ikke der er forventet å bli produsert betydelige mengder

metangass. Fra spørreundersøkelsen var det 3 deponier som svarte at de ikke hadde driftig gassfaklingsanlegg, mens 8 svarte at de faklet gassen. Av de 8 var det kun ett deponi som utnyttet gassen til fjernvarme.

Det var ingen tilfeller av pågående strømproduksjon hos deponiene som ble befart. Grønmo hadde tidligere prøvd å utnytte deponigassen til produksjon av strøm, men dette hadde vært lite lønnsomt og medførte høy slitasje på anlegget. Anlegget hadde derfor blitt avvirket. Studentene fikk etter dialog med de andre deponiene inntrykk av at det generelt mangler både kunnskap og bærekraftige løsninger på hvordan deponigass kan bli utnyttet til strømproduksjon. I tillegg argumenterte noen fagpersoner mot strømproduksjon, da det på grunn av strengere krav til TOC-innhold i deponimasser høyst sannsynlig vil skje en nedgang i gassproduksjon i deponier. Det var heller ingen svar fra spørreundersøkelsen som sa at de utnyttet gassen til produksjon av strøm.

Bruk av oksidasjonslag/kompost og bentonittmembran i topptettingen

To kategorier i diagrammet viser avvik fra trenden om at flere tiltak har blitt tatt i bruk på de eldre deponiene. Dette er bruk av oksidasjonslag/kompost og bentonittmembran i topptettingen. Kompost innblandet i jord hadde blitt tatt i bruk som oksidasjonslag hos alle de nedlagte deponiene etter 2002, og var planlagt å bli benyttet hos minst ett av deponicellene som var i drift. Oksidasjonslaget lå ofte jevnt fordelt over hele toppdekket, gjerne som siste lag før gress var etablert eller annet overflatedekke som grus var blitt lagt over. Det var kun Langøyene og Skjørdalen som hadde benyttet seg av oksidasjonslag av de eldre deponiene, nedlagt før 2002. På Langøyene ble dette lagt jevnt over toppdekket under en renovasjonsprosess i perioden 2020-2022, mens det på Skjørdalen hadde blitt lagt kompost lokalt på enkelte steder i toppdekket. Det var ingen av svarene i spørreundersøkelsen som nevnte bruk av kompost eller annet oksidasjonslag i toppdekket.

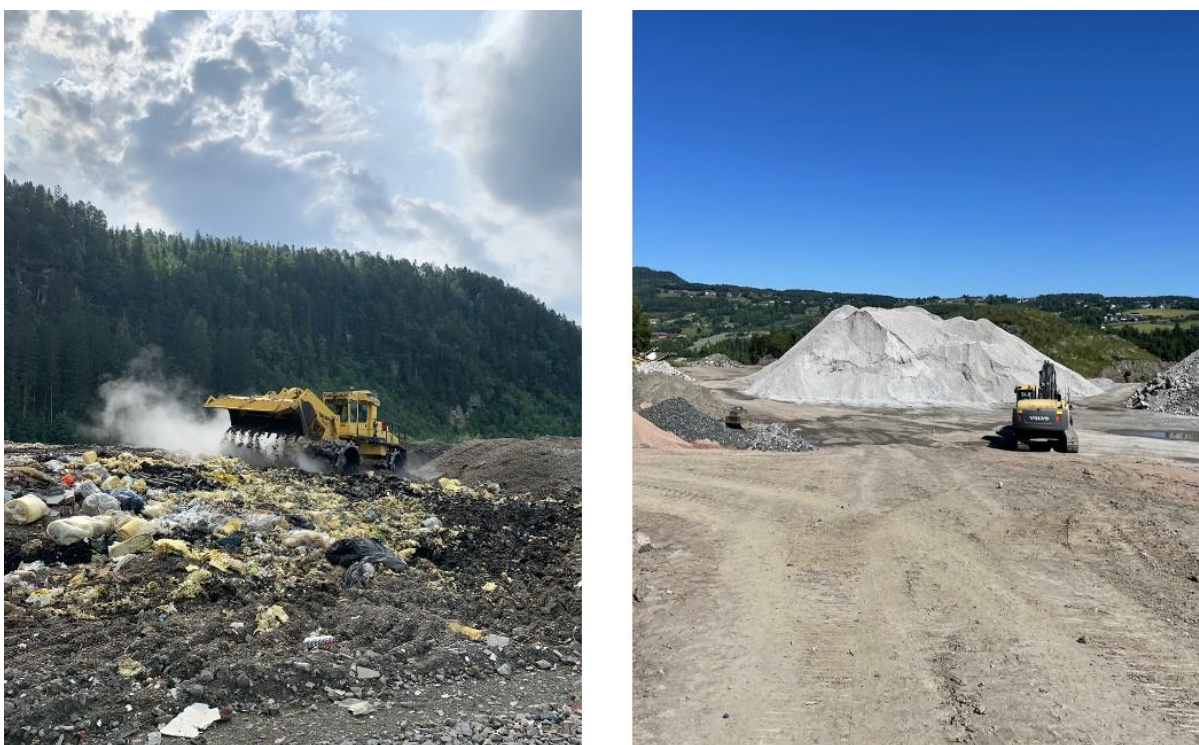
Geosyntetisk bentonittmembran hadde blitt benyttet i liten grad, men var vanligere hos nyere deponier. Det var kun Rommen deponi som hadde tatt i bruk bentonittmembran av deponiene som var avsluttet før 2002. Her var bentonittmembranen lagt lokalt over et oppstått synkehull der det hadde blitt målt unormalt høye konsentrasjoner av metan. Hvorvidt denne løsningen ville fungere godt over flere år var uvisst.

4.2 Eksempler på etablering av toppdekke

På flere av befaringene forgikk det fortsatt deponivirksomhet. Her ble det observert maskiner som enten deponerte avfall, komprimerte deponimasser som allerede lå på deponiområdet, eller som jobbet med å legge på og fordele masser i topptettingen. Vi fikk et inntrykk av at en mye utbredt praksis ved etablering av toppdekket innebar å avlaste større mengder masser fra en dumper, for deretter å fordele disse utover med bulldosere eller kompaktorer. Metoden hadde vært brukt da det minimerer kostnader og er tidseffektivt i forhold til andre metoder. Dette var en metode som hadde blitt benyttet på Toraneset Etappe 1 og i Skjørdalen, hvor det på begge områder videre skulle foregå en form for anleggsarbeid.

En liknende metode hadde blitt benyttet på de nederste lagene i topptettingen på Egge. Her hadde de benyttet valse for komprimering av de massene som skulle ligge under bentonittmembranen. Hensikten med dette var å få en slett og komprimert masse under membranen for å gjøre tettingen så stabil som mulig. Ved fordeling av de øverste lagene i topptettingen ble det heller brukt en beltegraver. På Egge var planen at det videre skulle dyrkes druer til vinproduksjon og det var derfor ønskelig at jorda i toppdekket ikke skulle være for kompakt. En annen fordel med å bruke beltegraver fremfor en type kompaktor er at de øverste massene i topptettingen ikke blir blandet i like stor grad, som spesielt er viktig i tilfeller der rene masser har blitt lagt direkte over lettere forurensede masser. Problemet med denne typen fordeling er både kostbar og tidskrevende sammenliknet med bruk av bulldoser eller kompaktor.

Under befaringene var det ingen deponier som hadde benyttet seg av lettere forurensede masser i toppdekke, men det ble informert om bruk av lettere forurensede masser i et av deponilagene i topptettingen. Figur 4.2 viser to bilder som ble tatt under befaringene. Venstre bilde ble tatt av en kompaktor som komprimerte deponert avfall på Skjørdalen. Høyre bilde ble tatt av en beltegraver som fordelte øvrige masser på Egge.



Figur 4.2: Kompaktor på deponi i Skjørdalen (t.v) og beltegraver på deponi i Egge (t.h.)

Hvorvidt deponier skal kapsles helt tett eller ikke var det ulike formeninger om. Flere av fagpersonene argumenterte for en helt tett kapsling rundt deponimassene, da dette mest sannsynlig ville bidratt med å senke etterdriftskostnadene. Samtidig ble det nevnt at det var uvisst om det er praktisk mulig å gjennomføre en helt tett topptetting over deponiavfall.

4.3 Eksempler på håndtering av overvann og sigevann

Håndtering av sigevann varierte i stor grad hos de ulike deponiene. Flere av de eldre deponiene hadde opplevd problemer med at store oppsamlinger av overvann hadde lagt seg der det var betydelige setningsskader i toppdekket. Dette problemet hadde spesielt oppstått når store nedbørmengder var kommet i løpet av kort tid. Store overvannsoppsamlinger vil kunne gi et stort trykk på topptettingen og medføre at overvann infiltrerer ned i deponimassene der det ikke er etablert gode tetningsmasser med lav permeabilitet. Dersom trykket blir høyt nok kan det også eventuelt dannes permanente sprekker og skader i topptettingen. Med varsel om mer ekstremvær i fremtiden kan det mulig antas at overvannsproblematikk på deponiarealer vil bli enda mer aktuelt med tiden.

Setningsskader ble observert på flere av befaringene. Disse var typisk 0,5 m dype og varierte mellom å være 1–5-meter i diameter. Der dette hadde oppstått på anleggsveier, var det noen steder blitt etterfylt med grusmasser for å utjevne overflaten. Dette hadde blitt utført enkelte områder på blant annet Mule og Toraneset Etappe 1. På asfalterte områder er det mer omfattende og kostbart å etterfylle setningsutsatte områder med masser enn det er på gruslagt vei.

Problematikk rundt ødelagte rørsystem som følge av setninger har også vært et gjennomgående tema, særlig på befaring av eldre ordinære deponier. Flere av deponiene har lite dokumentasjon på hvordan rørsystemet var installert, og antok at mange av rørene var blitt tette eller hadde kollapset pga. trykk fra de omkringliggende massene. I slike tilfeller kan sigevann muligens lekke ut på uønskede steder i stedet for å bli ført ut til ønsket resipient. Forurenset sigevann vil derfor kunne gi utgjøre en trussel for omkringliggende miljø (jord og vann).

Under befaringen på Årabrot i Haugesund ble det for eksempel observert rustrød misfarging på berget i skjærgården rett utenfor den tilhørende sigevannsstasjonen. Her fører sigevannsledningene sigevannet ut i fjorden, som er deponiets resipient. Misfargingen antas å være forårsaket av jernutfellinger fra sigevann som her kan ha lekket ut gjennom sprekker i rørsystemet. Misfargingen er illustrert under i figur 4.3. En slik misfarging er typisk for diffuse utslipp av sigevann fra eldre deponier siden innhold av jern er høyt.

Etter befaringen på Årabrot ble det utført en undersøkelse for å se hvor lenge deler av kystlinjen har vært misfarget. På et flyfoto fra år 2002 kan det observeres misfarging utenfor sigevannsstasjonen, se rødt merket område i figur 4.4. Bildet ble hentet fra nettsiden *norgebilder.no* og redigert med rødt stiplet omriss av studentene. Da dette er det eldste tilgjengelige flyfotoet med farger på nettstedet, impliserer dette at misfargingen har vært til stede i minimum 20 år.



Figur 4.3: Skjærgård i ytterkant av deponiområdet på Årabrot



Figur 4.4: Flyfoto over deponiet på Årabrot i 2002. Rødt markert område viser misfargingen av kystlinjen i ytterkant av deponiet.

Ette deponi har kun tatt imot inerte masser med lavere konsentrasjoner av miljøgifter enn ordinære deponimasser kan ha. Deponiet har blitt konstruert med en enkel bunntetting og tett topptetting med bentonittmembran. Det ble dermed antatt at mengden sigevann fra deponiet vil være såpass liten at *kjemisk* rensing ikke ville være nødvendig. På deponiet var det lagt inn dreneringsrør for sigevannssoppsamling iblant deponimassene. Det var i tillegg installert et infiltrasjonsanlegg som skulle fordele sigevannet ut i de nærliggende morenemassene, som på mange måter kunne ses på som deponiets resipient. Lindum nevnte at et eventuelt rense-anlegg raskt kunne bli etablert på stedet, dersom det skulle bli nødvendig. Dette kan for eksempel bli

tilfelle dersom det blir målt for høye konsentrasjoner av miljøgifter i sigevannet eller dersom det skjer en fremtidig skjerpning av kravene til utslipp av enkelte stoffer.

Mengden sigevann henger godt sammen med mengden overvann som infiltrerer deponimassen. Som tidligere nevnt kan opphoping av overvann i toppdekket medføre et vannet etter hvert trenger igjennom topptettingen og i verste fall ødelegger den. Dersom toppdekket får en utforming som gjør at overvannet blir ledet til ønsket oppsamlingssted, vil mengden vann over toppdekket kunne reduseres. Alle deponiene, med unntak av Langøyene, hadde forsøkt i den grad det er mulig å utforme en konveks form på toppdekke. Dette ble begrunnet med at det var ønskelig at overvannet lett skulle renne av til sidene og fanges opp i konstruerte grøfter lagt i ytterkanten av deponiet som videre førte vannet bort fra deponiområdet. Flere av deponiene hadde forsøkt å håndtere sigevann- og overvannsproblematikk på denne måten, men det var her blitt meldt om vanskeligheter.

På Rommen var det anlagt en stor dreneringsrenne langs deponiets østlige side for å ta noe av overvannet. Det var imidlertid observert at deler av overvannet hadde trengt ned i massene under membranen. På Grønmo deponi har også tiltak for overvann på deponiet blitt utbedret, da det tidligere var blitt meldt om et stort volum sigevann som muligens kunne skyldes at overvann infiltrerte sigevannet. Utbedringen gav ikke ønsket effekt på mengden sigevann og det har i etterkant blitt antatt at dette kan skyldes høy grunnvannsstand.

4.4 Eksempler på gasshåndtering

På bakgrunn av den høye klimaeffekten metan har på atmosfæren, har særlig gassproblematikk vært i fokus under befaringsene. På alle de befarte deponiene hadde det vært utført tiltak for å redusere gassutslipp. En gjennomgående metode for å håndtere deponigassen hos eldre deponier som kun hadde blitt tettet til med leire og jord, var å borre ned gassbrønner som leder deponigassen videre til fakling. Dette hadde fungert hos enkelte deponier, men ikke alle. Gjentakende problemer var at brønnene enten hadde blitt tette eller at gassmengden fra deponiet hadde vært for lav til at effekten av forbrenningen ikke har vært stor nok. Om dette skyldtes at det faktisk ikke foregikk nedbryting av avfall eller om gassen ikke ble fanget opp i brønnene, men heller fant andre lettere utveier var ofte uvisst.

På Årabrot ble det gassen fra deponiet faklet av HIM og utnyttet til fjernvarme. Varmen fra gassforbrenningen ble i denne prosessen brukt til å varme opp vannrør som gikk ut til nærliggende bygg. Det ble hos flere av deponiene presisert at et velfungerende gassanlegg er avhengig av organisk avfall og stødige gassrør som er innlagt i deponimassene.

På befaringsen på Skjördalen fikk studentene gjort enkle målinger av diffuse metangass-utslipp med en sniffer. Et slikt apparat ble også benyttet til måling av diffuse utslipp på flere av de andre deponiene som ble befart. Snifferen ble under målingene holdt rett over toppdekket på deponiområdene. Konsentrasjonen av metan ble så målt av en sensor i måleenheten ppm. Det ble dog ikke målt eksplosjonsfarlige nivåer av metangass under befaringsen på Skjördalen. Høyeste målte nivå var på 800 ppm. Dette tilsvarer 0.08% som er langt lavere enn det eksplosive

området til metangass som er mellom 5-15 % ^[4]. Det var først når konsentrasjonen var oppe i 1% at tiltak trengtes å iverksettes.

Som nevnt la Innherred Renovasjon høsten 2020 på kompost som oksidasjonsfilter på Skjørdalen deponi. Dette ble lagt lokalt over områder på overflaten hvor det hadde blitt målt høye verdier av metangass. Ved utførelsen av dette ble det vurdert om det var nødvendig å grave opp et såkalt vindu for at deponimassene skulle komme i direkte kontakt med komposten. Dette ville kunne gi et mer effektivt resultat, men siden verdiene var relativt lave ble vurderingene tatt til å ikke lage et vindu mellom komposten og deponimassene. Figur 4.5 viser et av de lokale oksidasjonsfiltrene som hadde blitt lagt på Skjørdalen.



Figur 4.5: Oksidasjonsfilter på deponi i Skjørdalen

Langøyene i Oslo er et spesielt tilfelle hvor gammelt avfall hadde blitt deponert mellom to øyer i Oslofjorden i perioden 1902-1948. Deponiet ble nedlagt etter krigen, med en tanke om å bruke arealet som friluftsområde for byens borgere. Det ble på det tidspunktet lagt et tynt jordlag over avfallsmassene hvor det videre ble sådd og etablert en gresslette. Etter mange års bruk som fritidsområde ble det i 2013 observert avfallsfraksjoner fra deponiavfallet i overflaten av toppdekket. Det ble derfor satt i gang tiltak for å rovere og tette igjen toppdekket. Selve utførelsen av renovasjonen foregikk i perioden 2020 - 2022. I topptettingen ble det blant annet tatt i bruk bentonittmembran for å tette igjen. Det ble langs kantene på deponiet brukt en membran tilpasset saltvann, mens det lenger ikke på øye ble brukt en type som var tilpasset

ferskvann. Grunnen til at det ikke var lagt saltvannstilpasset membran på hele øya var at var at denne var mer kostbar enn membranen som var tilpasset ferskvann.



Figur 4.6: Foreløpige skisser som ligger i utkast til sluttrapport til Miljødirektoratet



Figur 4.7: Etablert overvann og drenerør for drenering av overvann ut mot sjø, over bentonittmembran. Blå farge viser overvannsrør ut i sjø og gulgrønn farge viser drenerør som ligger i grøft. Pilene viser fallretning på rørene.

Siden selve deponiet ligger i Oslofjorden hadde det blitt antatt at det gamle deponiavfallet var såpass gjennomskylt av saltvann, at en videre utbedring av sigevannshåndteringen ville vært unødvendig. Også mengden deponigass som nå ble produsert i deponiet var antatt å være av ubetydelig grad. Det var av denne grunn ikke etablert et gassfaklingsanlegg.

Gasshåndtering på Langøyene var løst ved å forme toppdekket konkavt, med langstrakte gassdreneringsrør av pukkmasser nedlagt med helning mot sidene. Disse var omringet av en permeabel fiberduk for å holde på pukkmassene, samt hindre tetting av mindre partikler. Langs med sidene og ved deponiets to høyeste topper på nord-østlig side var det etablert gassutluftingssoner hvor eventuell gass skulle kunne slippes ut. Over sonene langs med sidene var det plantet vegetasjon for å holde publikum unna sonene. På de to opphøyde punktene var det tenkt å etableres kunstattraksjoner. En foreløpig skisse av gassrørene og utluftingssonene vises i Figur 4.6. Skissen er enda ikke publisert offentlig og ligger foreløpig kun som utkast til sluttrapporten til Miljødirektoratet.

Med en konkav form ønskes det at overvann samles mot midten av deponiet. Det var derfor lagt inn oppsamlingsrør langs de laveste punktene midt i deponiet, som strakk seg parallelt med de ytterliggende pukkrørene for gassoppsamlingen.

Figur 4.7 viser en oversikt over dreneringsrørene, som på lik linje med overstående figur kun er en foreløpig skisse til sluttrapport til Miljødirektoratet.

4.5 Alternativ metode for måling av diffuse gassutslipp

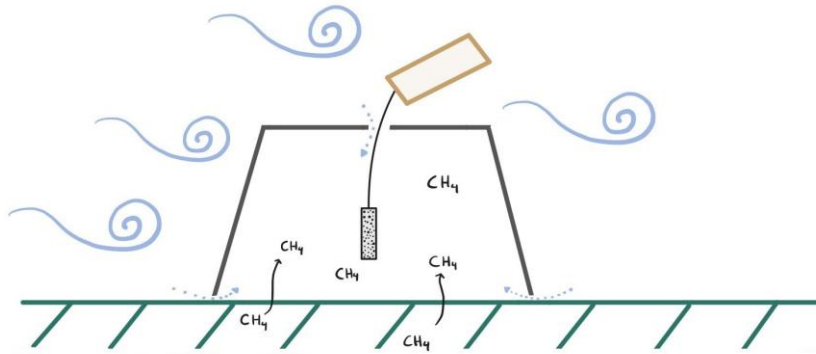
Under gassmålingen på Skjørdalen bemerket studentene seg at denne metoden å måle de diffuse gassutslippene på muligens kunne gi for lave verdier. Gass som lekker fra deponiområdet kan raskt fortynnes av vind og vær dersom området ligger uskjermet til, slik at snifferen ikke får målt all metan som kommer opp igjennom toppdekket. Under befaringene ble det derfor stilt spørsmål om snifferen fikk korrekt måling av metangassen på deponiarealeet. Spørsmålet skyldtes at snifferen kun ble ført rett over bakkenivå uten skjerming for vind og nedbør.

Basert på en tidligere rapport fra COWI ^[7] til Trondheim kommune ble det i Figur 4.8 illustrert et forslag til måling av metangass. Metoden gikk ut på å ta i bruk en boks som plasseres på bakken på deponiområdet. Boksen må ha et lite hull til snifferen som stikkes ned på innsiden av boksen, samt noen små hull ned på bakkenivå for å sørge for at ren luft også slipper til inn i boksen.

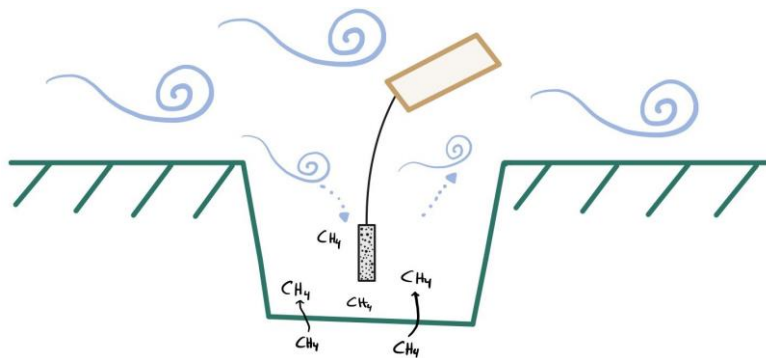
En annen metode, hvor SiteService Norway er engasjert av Perpetuum Circuli AS, omhandler metangassmåling på Stormoen deponi ^[8]. Metoden går ut på å grave 10-15 cm ned i toppdekke og gjennomføre gassmålinger der det er utpregede utslippssoner av deponigassen. Her vil igjen snifferen bli skjernet for vind fra jordveggene i toppdekket, gitt i figur 4.9

Ukorrekte målinger av metangass på enkelte deponier kan derfor være en mulig faktor som er med på å gi et feil estimat på deponigassutslipp i Norge. En kan derfor stille seg spørsmål om

det totale metangassutslippet fra avfallsdeponier i Norge i 2020 faktisk var på kun 18% ^[3] eller om dette tallet er underestimert?



Figur 4.8: Skisse av måling av metangass ved bruk av boks



Figur 4.9: Skisse av måling av metangass ved å grave hull i toppdekke

5 Konklusjoner

Denne undersøkelsen bekrefter en antagelse om at det er store variasjoner i hvordan deponieiere har utført topptetting på eldre deponier og deponiceller. Prosjektet har også avdekket at det foreligger mange muligheter for samfunnsnyttig etterbruk av deponiareal, men at kvaliteten på topptettingen er viktig for etterbruk av arealene.

I forbindelse med kartleggingen har vi sett følgende arealbruk på avsluttede deponier: oksidasjonsvindu for å redusere utslipp av metangass, jordproduksjon, jordbruk (kornproduksjon), næring (gjenvinningsstasjon), badestrand og park, golfbane, idrettsanlegg, blomstereng og klargjøring for drueranker med vinproduksjon. På grunn av prosjektets begrensede datagrunnlag oppleves det vanskelig å trekke klare generelle konklusjoner om hvilke tiltak for toppdekke som typisk gir positive og negative miljøkonsekvenser i etterdriftsfasen.

Der det på avsluttet deponi skal drives anleggsvirksomhet, virker det som at et kompakt toppdekke er fordelaktig. I motsetning vil et mindre kompakt toppdekke blandet med kompost og næringsrik jord kunne være mer fordelaktig der det skal drives videre landbruk eller settes tilbake til naturlig stand.

Gasshåndtering er en vanskelig oppgave for de deponiene der metangasskonsentrasjon og/eller total gassmengde er lav. Større setninger i flere deponier har trolig ødelagt innlagte rørsystemer og gassbrønner. Dermed kan det eventuelt foregå utlekking av både gass og sigevann til omgivelsene, som ikke blir registrert. Vi har erfart at måling av diffuse gassutslipp muligens utføres unøyaktig, uten skjerming for vær og vind. Ut fra dette stiller vi oss kritiske til om det totale metangassutslippet fra avfallsdeponier på 18% er riktig estimert.

Siden vi gjennom befaringer og innsamling av informasjon har erfart at det foregår diffuse utslipp av deponigass og sigevann som ikke fanges opp i måleprogram kan det antas at deponienes samlede miljøutslipp er underestimert. Omfanget av diffuse utslipp fra deponier og hvilken betydning topptetting har for utslipp via gass og sigevann bør derfor undersøkes nærmere.

Selv om spørreundersøkelsen fikk 12 svar, var en del av svarene lite utfyllende. Med en anonym spørreundersøkelse har det heller ikke vært mulig å spore eller følge opp de svarene som ble gitt. Spørreundersøkelsen gav noe større forståelse rundt omfanget av sigevann og gasshåndtering på deponier i Norge. Sammen med feltundersøkelser kan slike spørreundersøkelser være en gunstig metode for å få et generelt innblikk i status for deponidrift, men vi anbefaler at datainnsamlingen primært foregår utenom ferietiden.

6 Referanser

- [1] Miljødirektoratet. Veileder om bunn- og sidetetting. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/klif2/publikasjoner/avfall/2095/ta2095.pdf>. Hentet 02.08.2022.
- [2] Miljødirektoratet. Sirkulær økonomi. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/sirkularokonomi>. Hentet 04.07.2022.
- [3] Miljødirektoratet. Metan. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/metan>, . Hentet 04.07.2022.
- [4] Avfall Norge. Veileder for avslutning og etterdrift av deponier.
- [5] <https://avfallnorge.no/fagomraader-og-faggrupper/rapporter/veileder-avslutning-og-etterdrift-av-deponier>. Hentet 20.06.2022.
- [6] Avfall Norge Cecilie Lind. Oversikt over deponier i drift. <https://avfallnorge.no/fagomraader-og-faggrupper/rapporter/oversikt-over-deponier-i-drift>. Hentet 01.08.2022.
- [7] Miljødirektoratet. Oversikt over virksomheter med utslipps- og avfallstall i Norge. <https://www.norskeutslipp.no/no/Listesider/Virksomheter/>. Hentet 02.08.2022.
- [8] Marius Johansen og Aage Heie. Sniffer metangassmåling. <https://www.merzell.com/m/file/GetFile.ashx?id=130763314&version=0>. Hentet 27.07.2022.
- [9] SiteService Norway. Sniffer metangassmåling. <https://www.statsforvalteren.no/contentassets/81b71a9209c441e5a4e9a074828a418b/vedlegg-9-kontroll-av-diffuse-utslipp-av-metangass-2019.pdf>. Hentet 27.07.2022.
- [10] Miljødirektoratet. Tillatelser deponi hentet fra norskeutlipp.no. <https://www.norskeutslipp.no/no/Listesider/Virksomheter/?SectorID=300> . Hentet 26.07.2022.

Vedlegg I

De ulike tabellene har til hensikt å gi en oversikt over de befarte deponiene. Krav og anbefalinger til enhver Statsforvalter er hentet fra Norske utslipp - Miljødirektoratet sine sider^[9]

I kolonne 1 er det undersøkt håndtering om sigevann, deponigass og topptetting. Kolonne 2 inneholder krav gitt av Statsforvalter til de ulike deponiene. Kolonne 3 viser i korte trekk hvordan deponiene har utført dette.

Innherred Renovasjon - Mule - Levanger kommune		
	Krav gitt av statsforvalter	Utførelse
Sigevann	Sigevannsrør til kommunalt renseanlegg.	Sigevannsrør til kommunalt renseanlegg. Lite kontroll på sigevann fra brønn. Bekk i ytterkant av deponi. Taes ingen vannprøver av vannet i bekken ved deponiet.
Deponigass	Gassuttak så fremt det er mulig.	Gassuttak i perioden 2000 - 2013. Lite funksjonelt. Minimalt med gassuttak etter 2001.
Topptetting	Permeabelt lag (nærmest avfallet), et tett lag (leire, duk e.l.), et drenasjelag og et vekstlag øverst. Tilstrekkelig fall for å unngå vannansamlinger.	Lite dokumentasjon på topptettingen. Lagt gress(hageavfall) som toppdekke (organisk avfall) Grus på deler av toppdekket (vei og plass for containere)

Figur 1: Mule deponi - Krav gitt av Statsforvalter og utførelse

Innherred Renovasjon - Skjørdalen - Verdal kommune		
	Krav gitt av statsforvalter	Utførelse
Sigevann	Sigevann: Vannet skal ledes med selvføll til sigevannsstasjonen og videre til Verdal kommunes avløpsnett og inn til deres renseanlegg.	Har sigevannsanlegg som sendes til kommunalt renseanlegg. Liten bekk ved kanten av deponiet som ikke blir kontrollert. Avtale med kommunen om et påslipp på 36 m ³ sigevann i timen. I normal drift ligger påslippet på ca. 4-6 m ³ /time. I tilknytning til sigevannsstasjonen er det et bufferbasseng med en kapasitet på 200 m ³ ved store nedbørsmengder.
Deponigass	Deponigass: Gassanlegg er avviklet. Deponiet må etablere biofilter/oksidasjonsfilter for å ha kontroll på gassutslipp. Biofilteret består av kompost.	Områder med gasslekkasje fra deponiet er det lagt kompost som biofilter. Resultatene viser at gassutslippene på deponiet er lave sammenliknet med enkelte andre deponier. Har sett at gamle kummer har blitt tettet med leire, som trolig kan skyldes områder med større metanutslipp.
Topptetting	Utformingen av deponiet skal sørge for at stabiliteten i avfallsmassen og tilknyttede strukturer sikres, samt at faren for setninger reduseres. Avfallet skal deponeres i celler og slik at det areal som er i bruk blir så lite som mulig.	Trinn 1 +2 :Konkav form på toppdekket. Noe setninger i området. Helning ut til sidene fra toppen på deponiet. Leire til topptetting, jordmasser i toppdekket.

Figur 2: Skjørdalen deponi - Krav gitt av Statsforvalter og utførelse

Perpetuum - Stormoen - Balsfjord kommune		
	Krav gitt av statsforvalter	Utførelse
Sigevann	Sigevann fra alle deponicellene skal samles opp før rensing og utslipp til resipient. Sigevann skal luftes. Skal ha oversikt over rensegrad for anlegget. Ved kontroll fra Statsforvalter skal vurdering av dimensjonering og vedlikeholdsrutiner vurderes.	Sigevann blir samles opp før rensing og utslipp til resipient. I deponicelle 2 er det bygget opp egne celler med separat sigevannsbehandling og egen rensing for PFAS-forurensede masser. Etter rensing føres sigevannet sammen med deponiets øvrige sigevann til luftebasseng/sedimentasjonsbasseng og videre til infiltrering.
Deponigass	Skal ha skiftelige rutiner for regelmessig kontroll av diffuse utslipp av deponigass. Uttak av deponigass og metan skal måles kontinuerlig.	Gassanlegg og brønner. Celle 1: har lagt inn brønner. Celle 2: en del husholdningsavfall, ligger uttaksbrønner for metangass, ikke lagt nye brønner. Celle 3: lagt føringsrør for gass-slanger på bakgrunn av føringer av Miljødirektoratet, mener selv at TOC er såpass liten - men for sikkerhets skyld ble det lagt ned føringer for metangass.
Topptetting	Toppdekke: Vekstlag (der reguleringsplan gir føring for planteproduksjon) ELLER tett/semipermeabelt fast dekke (der reguleringsplan gir føring for bygg og annen infrastruktur). 2) Dreneringslag. 3) Tettningslag Impermeabelt minerallag. 4) Gassdreneringslag.	Skal komme i kontakt med geoteknikker ang form og avslutning, men dette har de foreløpig ikke gjort. Alle celler er aktive. Fått tillatelse til mottak og bruk av vannbasert borekaks som tettende lag i impermeabelt lag i en topptettings- konstruksjon ved avslutning av deponiceller på Stormoen deponi. <i>Borekaks som klassifiseres som farlig avfall tillates ikke mottatt, brukt eller deponert.</i>

Figur 3: Stormoen deponi - Krav gitt av Statsforvalter og utførelse

Lindum - Egge - Lier kommune		
	Krav gitt av statsforvalter	Utførelse
Sigevann	Krav til oppsamling, samt rensing dersom det er nødvendig. Det vises til vedlegg med prioriterte stoffer. Resipient er i jordbunnen og/eller Lierelva.	Innlagt sigevannsrør, samt pukkrør med fibermembran rundt. Ikke kjemisk rensing av sigevannet men er innlagt infiltrasjonsanlegg i deponimassene → sørger for en større fordeling av sigevannet ut til jordmassene nærliggende deponiet. Sigevannet til infiltrasjon i jordsmonn på stedet. Dette infiltrasjonsanlegget er å anse som renseanlegg for sigevannet.
Deponigass	Ikke deponigass på Inert deponi.	Ikke deponigass på Inert deponi.
Topptetting	Krav til både bunn- og topptetting. Krav til helningsvinkel mellom 1:3 og 1:6. Topptetting: detaljerte krav	Dekking med bentonittmembran, fiberduk(0.15m) og 2,3 m toppmasser. -Brukt stedlige masser fra Egge og skogsjord fra deponiet til Lindum i Oredalen. -Toppjord: <ul style="list-style-type: none"> • 1 m med skogsjord • 1 m siktet topplag (matjord/sand) • 0,3 m vekstjordlag(kompost)

Figur 4: Egge deponi - Krav gitt av Statsforvalter og utførelse

HIM - Toraneset Etappe 1 - Vindafjord kommune		
	Krav gitt av statsforvalter	Utførelse
Sigevann	Resipient: Ålfjorden. Pga. lave konsentrasjoner av miljøgifter, god resipient(fjord), høye kostnader pga. varierende vannmengder i deponiet, argumenterer statsforvalter med at rensing av sigevannet ikke er nødvendig (2014)	Tverrgrøfter(pukkgrøfter) fordi det ikke er laget et overvannssystem for å hente opp vann som kan infiltrere i deponimassene som sigevann. Mener selv de trolig kan få krav om sigevannsanlegg.
Deponigass	Krav til både oppsamling av gass, og at dette skal kontrolleres regelmessig samt driftes på optimal miljømessig måte. Deponigass skal samles opp for energiutnytting, alternativt faking, fra alle celler i deponiet med signifikant gassproduksjon, både i drifts- og etterdriftsperioden.	Fritak for gassanlegg. Legger fylling(kompost) på utpreget områder med høyt metangassnivå, også kalt "hotspots".
Topptetting	Ønsker å unngå tette barrierer for vanngjennomstrømning nede i deponiet, slik at massene må ha høy permeabilitet. Fylkesmannen skal gjennomføre en sluttinspeksjon før avslutning.	Kuleformet på toppen for avrenning hvor vannet renner ned i "grøftene" på sidene. Pukklag på flatene, og ikke i skråninger. Skråning er det leire, lag med myrjord også et vekstlag med kompost og slam som er produsert selv. Separasjonsduk mellom avfall og pukk, deretter pukk og mulig myr+leire, og deretter kompost på 1 meter.

Figur 5: Toraneset deponi etappe 1 - Krav gitt av Statsforvalter og utførelse

HIM - Toraneset Etappe 2 - Vindafjord kommune		
	Krav gitt av statsforvalter	Utførelse
Sigevann	Under dagens område er det krav om et system av sigevannsledninger som samles til et sentralt utslippspunkt.	Det legges dobbel bunntetting for å skille mellom sigevann fra avfall og sigevann som ikke er forurenset. Sigevannsnett.
Deponigass	Etappe 2 vil ikke ta i mot særlig organisk materiale, siden det er forbudt å deponere avfall med mer enn 10% TOC. Ut fra en vurdering av de massetyper som er planlagt tatt i mot på etappe 2, vil det bli generert svært lite gass i dette deponiet.	Fortsatt i etableringsfasen og har ikke mottatt avfallsmasser.
Topptetting	Tettsjikt på ca. 30-40 cm tykklag av siktholdige eller leirholdige masser. (En kan her benytte lite/middels forurensete masser). Drenslag med 10-15cm med grus eller morene med fiberduk. . Total tykkelse på toppdekket ca. 60 cm → godt vegetasjonsdekket. Heldekkende vegetasjonsdekke → begrenser erosjon mest mulig. Vegetasjon vil ta opp en del av overflatevannet.	Ikke påbegynt. Planen er som følgende; Skråninger: leire, myrjord og så vekstlag med lokal kompost lagd på slam Flater: også et dreneringslag.

Figur 6: Toraneset deponi etappe 2- Krav gitt av Statsforvalter og utførelse

Årabrot - HIM - Haugesund kommune		
	Krav gitt av statsforvalter	Utførelse
Sigevann	Sør: Lite regulering. Nord: Tetting og drenering i bunn. Sigevannsledning ført ut til havbunnen med god resipient.	Sigevannsledning ut i havgapet. Observert misfarging (rødfarge) på svaberg og steiner i vannkanten ved oppsamlingspunktet til sigevannet. Kan trolig skyldes hull i sigevannsrør.
Deponigass	Deponi sør: Lite regulering av deponi første tid. Etablert gassbrønner i ettertid. Deponi nord: Moderne deponi med tilrettelegging av tetting og gassbrønner fra begynnelse.	Deponi sør: Er nå etablert gassbrønner i fyllingen. Noen av brønnene gir fortsatt en god del metan som brukes til oppvarming av nærliggende bygninger til HIM. Deponi nord: Gassopsamlingsanlegg, brønner og ledningsnett.
Topptetting	Sør: Funnet lite dokumentasjon på hvordan topptettingen er bygd opp og krav på hvor rene massene skal være. Nord: Utført av entrepensør Lars Staupe AS. med krav gitt fra statsforvalter. Krav om rene masser på toppdekke.	Deponi sør: Lite regulering av deponi første tiden. Andre etappe, midt i deponiområdet bedre organisert med nye krav fra myndighetene. Lite dokumentasjon på masser i topptetting. Miks av lokale og tilkjørte masser. Deponi nord: Utført av entreprenør Lars Staupe AS. Avfall dekket med masser lagret på deponiet. Topptetting bestående av fiberduk, drenslag, dekkelag og topplag. Drenslag består av drenerende masser, 150 mm puk 8-12 mm, med drenerør i skråninger. Dekkelag av mineralske masser over dreneringslaget, 200-400 mm rene/lett forurensede masser. Topplag av matjord, min. 300 mm, krav om rene masser.

Figur 7: Årabrot - Krav gitt av Statsforvalter og utførelse

Grønmo - EBY - Oslo kommune		
	Krav gitt av statsforvalter	Utførelse
Sigevann	Må for-renses lokalet på Grønmo før det sendes til kommunalt renseanlegg. Der det er mindre enn 5% fall skal overvann føres ut av deponiområdet.	Mistanke om høy grunnvannstand som går inn i deponimassene. Ca. 450.000 m ³ sigevann i året. Påvist forurensning av grunnvann vest for deponi. Sigevann for-renses lokalt på Grønmo før det sendes til Bekkelaget avløpsanlegg. Overvannsgrøfter med plastmembran der det er mindre enn 5% fall.
Deponigass	Krav om 39 nye gassbrønner etter kontroll i 2016, samt tilpasset fakkell i 2018. Grunnet liten energiutnyttelse (3%) er det gitt krav om forbedring/utskiftning av gasskjel. Skal stå ferdig høst 2022.	39 nye gassbrønner er satt ned. Gasskjel som etter planen skal i drift fra høst 2022. Fått ut ca. 4.1 GWH i 2017. Ca. 7 % nedgang per år.
Topptetting	Kullebunnmyr og Sørlimosen: eldre områder med få krav til topptetting. Østre areal: Tillatelse til å bruke lettere forurensede masser mellom avfall og tettningslaget.	Kullebunnmyr + Sørlimosen 1-5 m rene masser og deretter 5-20 cm vekstjord. Noen områder med fiberduk mellom rene og forurensede masser. Hydroksidslamdeponiet forseilet med plastmembran i bunn. Lukket med tett HDPE membran og overdekket med sand og tette masser. Tilnærmet tett. Østre areal: Lettere forurensede masser. Toppdekke med minimum 1 meter rene masser og minimum 30cm oksidasjonslag på toppen.

Figur 8: Grønmo- Krav gitt av Statsforvalter og utførelse

Rommen - EBY - Oslo kommune		
	Krav gitt av statsforvalter	Utførelse
Sigevann	Det viktigste tiltak i forhold til å begrense forurensning til resipienten vil være å forhindre overløp fra pumpe-/opsamlingskum for sigevann. Kommunen må derfor gjennomføre nødvendige tiltak og etablere rutiner for å unngå dette.	Meste av sigevannet samles opp i sigevannskummen ved pumpestasjonen ved Fossumbekken, og pumpes videre til kommunalt avløpsnett. Samler opp ca. 100 000m ³ sigevann i året. Dreneringsrenne/grøft bør utbedres. Vann siger under membranen og ikke på overflaten. Kummene og overvannsnettet bærer tydelig preg av setningsskader.
Deponigass	Fylkesmannen mener at alle gassbrønner som ikke fungerer i dag, og som befinner seg i områder med gassproduksjon, må oppgraderes slik at de fungerer på tilfredsstillende vis -> fylle pukk i kummer og sluk for å redusere gassvolumet. Må etableres rutiner som sikrer kontroll og overvåking av gass i kummer.	Oppsuging fra kummer til gasspumpestasjon. Brukes til oppvarming av nærliggende leiligheter. Samler opp ca. 160 000 m ³ ren metan hvert år (halvert siden 2000). Høy vannstand i deponiet som gir "vannlås", og setninger som har ført til brudd på gassledninger. Etablert rutiner som sikrer kontroll og overvåking av gass i kummer.
Topptetting	Der det er opparbeidet plen/park skal det legges på minimum 5cm vekstjord.	Leire og jordmasser, ikke definert type jord. 1-3 meter med masser. Oppstått synkehull som ble fylt med bentonittleire. Noe tynt toppdekke noen steder. Svidd gress. Setningsskader på grøntområdet.

Figur 9: Rommen - Krav gitt av Statsforvalter og utførelse

Langøyene - EBY - Oslo kommune		
	Krav gitt av statsforvalter	Utførelse
Sigevann	Tiltaksområdet i sjø skal ha god kjemisk tilstand iht. vannforskriften. Tiltakene skal i så stor grad som mulig bidra til god økologisk tilstand i vannforekomsten.	Oppsamlingsrør hovedsakelig for overflatevann. Sendes ikke til renseanlegg, men går direkte ut i Oslofjorden. Grunnvannsprøver i vannkant og i fjorden ca. 50 meter fra land. Ikke preg av sigevannsforurensning i vannprøvene.
Deponigass	Mengden og kvaliteten på gassen er for lav til å drive et gassanlegg. Tildeckingslaget over deponimassene må være tilstrekkelig permeabelt for å sikre at gass ikke samler seg i lommer eller konsentreres i soner med lavere permeabilitet	Deponiets overflate er utformet med svak konveks helning ut mot pukkrør som ligger i kantene. Plantet busker/kratt i helningene på yttersiden for å hindre folk å ferdes på helningene. Videre svak helning opp mot to toppunkt hvor evt. gass slippes ut.
Topptetting	Krav om utbedring av topptetting etter synlig avfall kom til overflaten. Tynt lag med jordmasser (rene masser) sammen med en bentonittmembran over dagens forurensede grunn. Forurensningen må dekkes med minimum 1 meter rene masser under et gressdekke for å hindre direkte kontakt med forurenset grunn, hindre eksponering via støv og redusere risikoen for forurensningsspredning med partikler og ved erosjon av fyllingsfrontene.	Opprinnelig kun sanddekke. Gjentetting i 2013: Lagt på to ulike bentonittmembraner over forurenset grunn (av typen saltvann og ferskvann) Tynt lag med rene jordmasser, 1 meter jordmasser (360 000 tonn totalt). Nordsiden av øya sikres mot vannerosjon med en steinfylling.

Figur 10: Langøyene- Krav gitt av Statsforvalter og utførelse

Vedlegg II

Avfallsforskriften Kap. 9, Vedlegg I Generelle krav for alle kategorier deponier

1. Vannkontroll og sigevannshåndtering

På grunnlag av deponiets egenskaper og de meteorologiske forhold på stedet, skal det treffes nødvendige tiltak for å

- a. ha kontroll med inntrenging av nedbørsvann i deponiet,
- b. forhindre innsig av grunn- eller overflatevann i deponiet,
- c. samle opp forurenset vann og sigevann,
- d. behandle forurenset vann og sigevann som samles opp dersom det er nødvendig for å oppnå påkrevd utslippskvalitet.

Disse bestemmelsene kan fravikes på deponier for inert avfall.

4. Gasskontroll

- 4.1. Det skal treffes tiltak for å ha kontroll med opphopning og utlekking av deponigass.
 - 4.2. Deponigass skal samles opp på alle deponier som tar imot biologisk nedbrytbart avfall, og gassen må behandles. Dersom gassen ikke energi utnyttes, må den fakes. Oppsamling, behandling og utnyttelse av deponigass skal utføres på en måte som ikke medfører helse- eller miljøfare.
-

6. Stabilitet

Plasseringen av avfallet på deponiet skal skje på en slik måte at stabiliteten i avfallsmassen og tilknyttede strukturer sikres, særlig for å forebygge utglidninger. Dersom det etableres en kunstig barriere, må det sikres at en unngår setningsskader i denne.

Avfallsforskriften Kap. 9, Vedlegg III Kontroll- og overvåkingsprosedyrer i drifts- og etterdriftsfasen

1. Innledning

Prøvetaking av sigevann, gassutslipp og overvåking i resipient skal foretas i relevante og representative punkter og på tidspunkt med frekvenser som reflekterer faktiske utslipp og miljøpåvirkninger. Overvåkingsprogrammet skal tilpasses for det enkelte deponi med grunnlag i dets lokalisering, innhold og utforming. Overvåking i resipient vil kunne foregå i overflatevann og/eller grunnvann avhengig av deponiets lokalisering.

Overvåkingprosedyrene skal også etableres med sikte på å kontrollere

- at prosessene i fyllingen forløper som ønsket,
 - at systemene for vern av miljøet fullt ut fungerer som planlagt,
 - at vilkårene i tillatelsen for deponiet er oppfylt.
-

2. Utslippsdata: overvåking av sigevann, overflatevann, grunnvann og deponigass (...)

Prøvetakings- og analysefrekvens skal vurderes i det enkelte tilfelle. Veiledende hyppighet er angitt i nedenstående tabell.

	Driftsfasen	Etterdriftsfasen
Sigevannsmengde	Månedlig	Hver sjettemåned
Sigevannets sammensetning	Kvartalsvis	Hver sjettemåned
Overflatevannets mengde og sammensetning	Kvartalsvis	Hver sjettemåned
Grunnvannsnivå	Hver sjettemåned	Hver sjettemåned
Grunnvannets sammensetning	Deponispesifikk hyppighet	Deponispesifikk hyppighet
Deponigass	Månedlig	Hver sjettemåned

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.

sfi = Senter for
forskingsdrevet
innovasjon

Norges forskningsråd

earthresQue