

NRC Kept AS

► Miljørisikoanalyse og tiltaksplan

Storøy deponi



Miljørisikoanalyse og tiltaksplan

Storøy deponi

Oppdragsnr.: 52203318 Dokumentnr.: RIM02 Versjon: J02

Oppdragsgiver: NRC Kept AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Torstein Viko
Rådgiver: Norconsult AS, Torggata 10, NO-5525 Haugesund
Oppdragsleder: Cecilie Tellefsen
Fagansvarlig: Oddmund Soldal
Andre nøkkelpersoner: Cecilie Tellefsen, Simen Saltvedt, Joakim Birkeland

J01	2023-06-01	For bruk	cetel	odsol	cetel
B01	2023-05-29	For gjennomlesning hos kunde	cetel	odsol	cetel
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Sammendrag

NRC Kept AS har hatt tilsyn frå Miljødirektoratet (2019/790 2021.115.l.miljodir) på deponiet på Storøy, Karmøy kommune. Det er gjennomført undersøkelser av toppdekket, gassemisjon, mengde og sammensetning av sigevann. I tillegg er det gjort nye beregninger av vannbalansen basert på nye opplysninger. Estimatenes av sigevannsavrenning er vist i tabellen under. Kravene i tillatelsen er basert på en årlig sigevannsmengde på 25 000 m³.

	Målt avrenning (l/s)	Netto-nedbør (mm/år)	Deponiareal (m ²)	Avrenning pr år (m ³)	Avrenning (l/s)
Manuelle målinger	0,3		23400	8941	0,30
Vannbalanse, Thorntwaite		535	23400	12519	0,40
Vannbalanse Tamms formel		620	23400	14508	0,46
Vannbalanse, gj.snitt Thorntwaite og Tamms formel		578	23400	13514	0,43

Det er videre gjort en beregning av utslipp kg/per år fra sigevannet. Utslippsmengder per år er basert på konsentrasjoner i vannprøver og sigevannsmengde. Sigevannsmengde på 8941 m³/år er beregnet ut ifra de manuelle vannmålingene, mens sigevannsmengde på 14508 m³/år er beregnet ut ifra vannbalansevurdering. Videre har beregningen tatt utgangspunkt i målte konsentrasjoner fra målepunkt K1, U2, U3, K3 og U3, det er også gjort beregninger som kun tar utgangspunkt i utslippspunktene U1, U2 og U3. Ved bruk av sistnevnte tilnærming beregnes utslipp kg/år til å være høyere. Årlige utslipp er under tillatelsen for alle tungmetaller ved unntak av kobber, se tabell under.

Parameter	Utslipp kg per år ved sigevannsmengde 8941 m ³	Utslipp kg per år ved sigevannsmengde 13514 m ³	Tillatelse kg per år
Målepunkt	U1, U2, U3	U1, U2, U3	
As (Arsen)	0.65	1.0	2.5
Cr (Krom)	0.09	0.14	0.15
Cu (Kobber)	8.5	13	7.5
Hg (Kvikksølv)	0.0005	0.0008	0.001
Ni (Nikkel)	0.33	0.50	1
Pb (Bly)	0.03	0.047	0.05
Zn (Sink)	14	22	54

Konsentrasjonene i sigevannsutslippet har blitt vurdert opp mot grenseverdiene AA-EQS og MAC-EQS i henhold til veileder M-608. Konsentrasjonene er over grenseverdiene AA-EQS og MAC-EQS for de fleste parameterne. I henhold til veileder M-2520 er miljømålet i vannforskriften ikke tilfredsstillt ved en slik overskridelse. Videre kan en undersøke hvor mange ganger sigevannet må fortynnes i resipient for å bli lavere enn AA-EQS og MAC-EQS.

Miljørisikoanalyse og tiltaksplan

Storøy deponi

Oppdragsnr.: 52203318 Dokumentnr.: RIM02 Versjon: J02

Disse beregningen er presentert i tabellen under.

Parameter	C _{stoff} /AAEQS	C _{stoff} / MAC- EQS	C _{stoff} /AAEQS	C _{stoff} / MACEQS	C _{stoff} /AAEQS	C _{stoff} / MACEQS	C _{stoff} /AA- EQS
Utslippspunkt	U1	U1	U2	U2	U3	U3	Gj.snitt
As (Arsen)	14	1	32	2	75	5	40
Cd (Kadmium)	1	0	1	0	14	2	5.3
Cr (Krom)	0	0	1	0	2	0	1.0
Cu (Kobber)	9	9	13	13	342	342	122
Hg (Kvikksølv)	0	0	0	0	0	0	0.4
Ni (Nikkel)	0	0	0	0	4	1	1.4
Pb (Bly)	0	0	0	0	2	0	0.9
Zn (Sink)	2	1	8	4	467	264	159

Fortynningen som er nødvendig for at sigevannet skal bli lavere enn AA-EQS og MAC-EQS vurderes som akseptabel i U1 og U2. I U3 kreves det betydelig høyere fortynning for å komme under AA-EQS og MACEQS, på bakgrunn av dette anbefales det å utføre tiltak for å øke fortynningseffekten av sigevannet når det når resipienten.

Deponiet tilfredsstillende ikke kravet til toppdekket som vist i tillatelsen, men intensjon til toppdekket er fulgt. Det er gjort vurderinger av tiltak som reduserer påvirkning i resipient like godt som en reparasjon av toppdekket. Det er foreslått følgende tiltak:

- Reduksjon av sigevannsmengde ved å tette oppsamlingsgrøfter som nå samler opp rent sigevann og fører det inni deponi.
- Hindre at det blir stående vann i groper oppå deponiet som lekker til deponiet og danner sigevann. - Ordne utløpsledning fra et av utslippspunktene (U3) og føre utslippet til 5 meter under havnivå.

-

Innhold

1 Innledning	6
2 Områdebeskrivelse	7
2.1 Lokalitet og bakgrunnsinformasjon	7
2.2 Oppbygning av deponiet	7
2.3 Geologi	8
2.4 Hydrogeologi	9
2.5 Resipienten Karmsundet	11
3 Feltarbeid og datainnsamling	12
3.1 Vannmåling- og prøvetaking	12
3.2 Digitale vannmålere	13
3.3 Andre fysiske arbeider - rørinspeksjoner, spyling og reparasjoner av rørlengde	14
3.4 Prøvetaking av toppdekket	15
3.4.1 Prøvetakingsprogram	15
3.4.2 Feltarbeid	16
3.5 Droneinnmåling	16
3.6 Kontroll av tettheten i overdekningen	16
3.7 Gassmåling	17
4 Resultater	18
4.1 Analyseresultater av toppdekket	18
4.2 Toppdekkets egenskaper	20
4.3 Skråningsstabilitet	21
4.4 Manuell vannmålinger	22
4.5 Sigevannets innhold	24
4.6 Gassmåling	30
5 Trinn 1: Kildekarakterisering	32
5.1 Avfallstyper	32
6 Trinn 2: Transportkarakterisering	33
6.1 Avrenningsanalyse og vannbalanse	33
6.1.1 Hydrogeologisk vurdering og spredningsveier	36
7 Vurdering av påvirkning av resipient	37
7.1 Samlet vurdering av utslipp til resipient	38
8 Avbøtende tiltak	39
8.1 Beregnet utslipp etter gjennomførte tiltak	42
8.2 Thorntwaites formel	44
9 Konklusjon	45
10 Referanser	46
11 Vedlegg	47

1 Innledning

NRC Kept (tidligere Norsk Saneringservice AS) har tillatelse til deponering av farlig avfall på Storøy i Haugesund kommune.nr. 2012.0070.T gitt av Miljødirektoratet. Opprinnelig tillatelse var gitt 28.01.2013.

Etter tilsyn fra Miljødirektoratet på Storøy 12.10.2021 (Miljødirektoratet ref. 2022/774) fikk bedriften avvik på at toppdekket på deponiet ikke var utført i tråd med kravene i tillatelse etter forurensningsloven.

Kravet er at det skal etableres et toppdekke på 1 meter med komprimert leirblandet jord.

Miljødirektoratet påla Norsk Saneringservice (nå NRC Kept) følgende:

1. Vurdering av massene som er benyttet i toppdekket på Storøy deponi, herunder beskrivelse av massene egnethet og permeabilitet i forhold til leirblandet jord (som vilkåret i tillatelsen tilsier).
2. Det skal vurderes om massene som er brukt vil medføre større fare for utgliding enn leirblandet jord. Fare for utgliding i skråningene skal vurderes spesielt.
3. Forurensningsnivå i massene som er benyttet skal sammenholdes med normverdiene gitt i forurensningsforskriften kapittel 2.
4. Dersom massene ikke er tilstrekkelig tette, inneholder for mye forurensning, ikke egner seg i forhold til at det dannes gasser i deponiet, kan medføre økt avrenning av partikler, økt utrasingsfare eller på annen måte ikke egner seg til den brukes som en topptetting skal ivareta, skal bedriften vise hvordan topptettingen kan utbedres slik at den er i tråd med tillatelsen og intensjonen i avfallsforskriften kapittel 9. I et slikt tilfelle må bedriften også levere en framdriftsplan for arbeidene.

I tillatelsen står følgende om kravene til deponiet:

- Deponiet skal utformes slik at det gir minst mulig forurensning av jord, overflatevann og grunnvann, og at man unngår setninger. Deponiet skal oppfylle kravene til permeabilitet og tykkelse i avfallsforskriftens kapittel 9.
- Samtlige avfall skal tildekkes med 1 meter med komprimert leirblandet jord. Permeabiliteten til dekket må sikre at gasser fra deponiet kan unnsnippe i tilstrekkelig grad. Toppdekket innhold av helse- og miljøfarlige stoffer skal ikke overskride normverdiene gitt i forurensningsforskriften kap. 2 vedlegg 1. Topptettingen skal konstrueres slik at deponerte masser ikke blandes med overliggende jordmasser. Ved behov skal det benyttes geomembran eller tilsvarende for å hindre sammenblanding av lagene over tid.

Det er lite kunnskap om bunn og sidetetting av deponiet og det er ikke spesifisert hva komprimert leirblandet jord betyr i forhold til hydraulisk konduktivitet, bortsett fra at gass skal kunne unnsnippe i tilstrekkelig grad. Det er ikke mulig å besvare enkelte av spørsmålene i tillatelsen uten å ødelegge bunntettingen, derfor er det gjort flere ulike undersøkelser som er satt sammen til en miljørisikoanalyse for å vurdere funksjonen av deponiet. Miljørisikoanalysen er gjennomført med grunnlag i SFT TA-1995 (2003) og M-2520 (Miljødirektoratet, 2023).

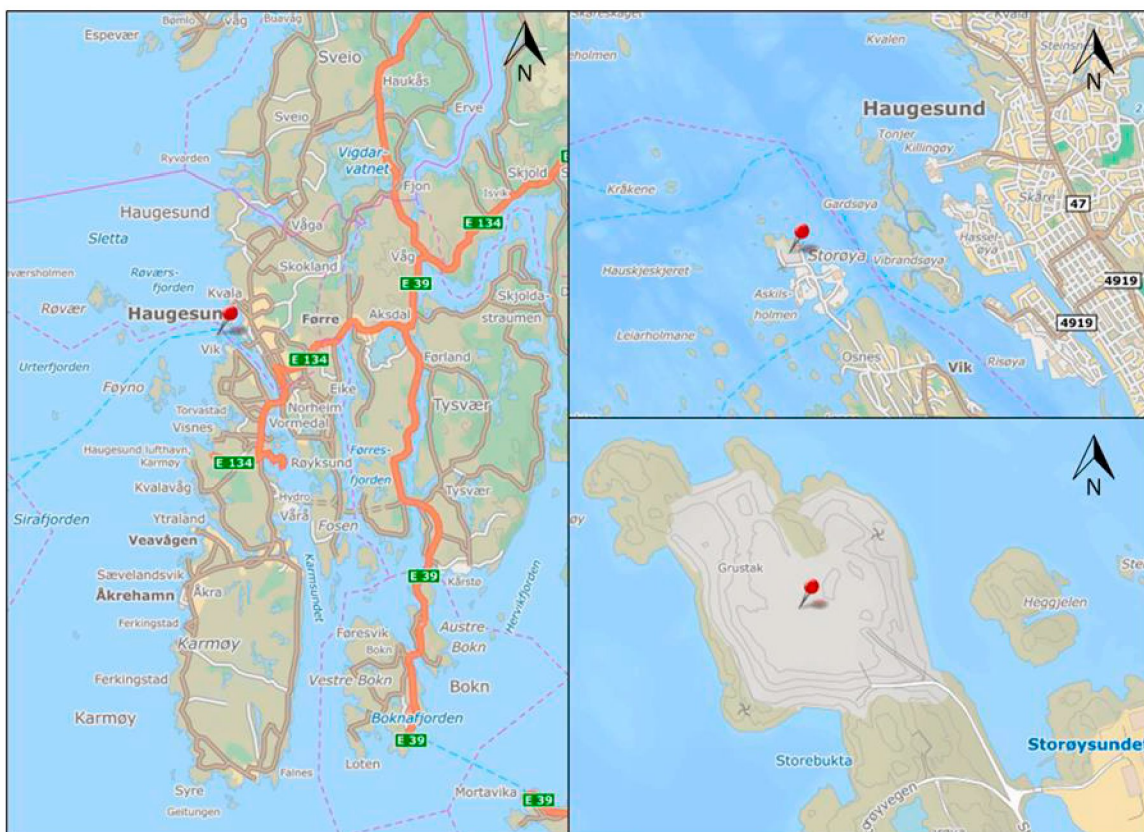
En tiltaksplan er laget for å kunne forbedre funksjonen av deponiet.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Lokalitet og bakgrunnsinformasjon

Storøy deponiet ligger lengst nord på Storøy, en adskilt gruppe øyer og holmer helt nord i Karmøy kommune, vest for Haugesund sentrum (Figur 1). Storøy er en halvøy omkranset av Røværsfjorden mot nord og vest, Føynefjorden mot sørvest og Karmsundet mot øst og nordøst.

Øya er ubebodd og regulert til industriområde, men med friarealer i randsonen i nordvest og nordøst. Solvind Prosjekt AS har etablert to vindmøller på området. Møllene er plassert i utkanten av området som utgjør dagens deponi. Ved etablering av den ene vindmøllen ble det fjernet noe avfall.



Figur 1 Oversiktskart over Storøy deponi (Finn, 2023)

Deponiet på Storøy har tatt imot saltslagg og filterstøv frem til 31.12.2008. NRC kept har tidligere drevet gjenvinning av aluminium og aluminiumoksid fra slappdeponiet på Storøy i Karmøy kommune. Gjenvinningsprosessen har foregått ved at saltslagget knuses ned og saltet vaskes ut med sjøvann, som igjen ble ført ut i sjøen via et utslippsrør. Selve gjenvinningsprosessen ble avsluttet august 2015.

Deponiet består av aluminium saltslagg (ubehandlet, ca. 400 000 tonn), aluminiumoksid (renset, ca. 60 000 tonn) og filterstøv (i bigbags, ca. 60 000 tonn). Filterstøvet består i all hovedsak av kalsiumhydroksid/kalsiumoksid og aluminiumoksid. I saltslagget er det om lag 6 % metallisk aluminium. Storøy deponi er klassifisert i kategori 1 deponi for farlig avfall i henhold til avfallsforskriften kap. 9.

2.2 Oppbygning av deponiet

I henhold til tillatelsen utarbeidet av Miljødirektoratet mai. 2017 skal deponiet utformes slik at det gir minst mulig forurensning av jord, overflatevann og grunnvann, og at man unngår setninger.

Miljørisikoanalyse og tiltaksplan

Storøy deponi

Oppdragsnr.: 52203318 Dokumentnr.: RIM02 Versjon: J02

Under deponiet er det en plastmembran, trolig av HDEP-kvalitet. Deponiet er bygd opp som en haug. Det er ikke sett vannutslag i sidene av deponiet. Derfor er det etablert sidetetting eller så står vannspeilet så lavt at sidetetting ikke er nødvendig. Videre observeres det en fiberduk i enkelte sideskråninger, dette er trolig en masseseperasjonsduk. I overflaten av deponiet er det et tett gressdekket, det sees ikke avfall som kan være relatert til det som er deponert Figur 2.



Figur 2a Historisk flyfoto av Storøy deponi tatt 2021 (Finn, 2023), b. Bilde er tatt 2023 og viser gressdekket på siden av deponiet
c. Bilde er tatt 2023 og viser gressdekket på toppen av deponiet

2.3 Geologi

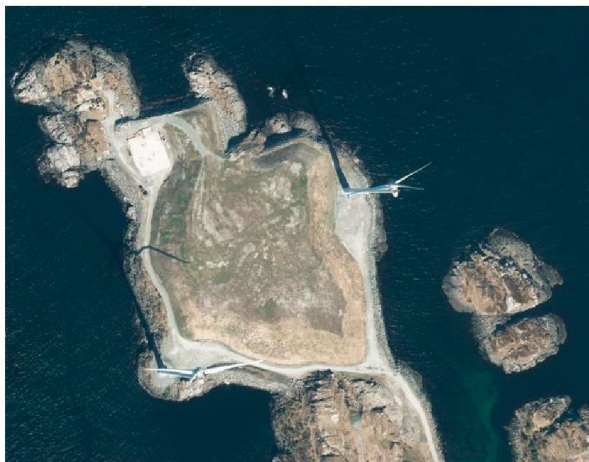
Deponiet ligger på en liten øy der det var lite løsmasser før deponiet startet (Figur 3). Det har trolig vært sprengt ut noe stein for å fylle ut i en vik i nordvest.

Berggrunnen i området består av fyllitt og grønnstein (Figur 4).

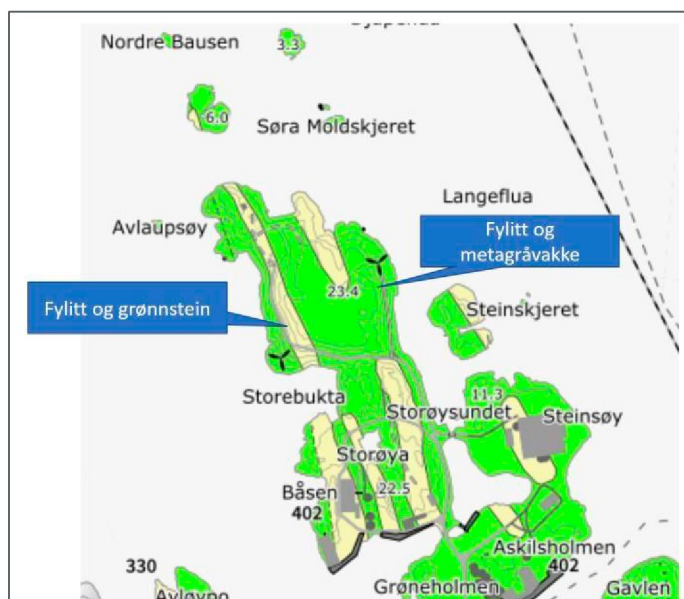
1969



2017



Figur 3 Flybilde fra 1969, før deponiet ble etablert viser at det kun er små mengde løsmasser i området. Bildet fra 2017 viser at det har vært utfylling i sjø i nordvest (norge i bilder, 2023).



Figur 4 Utsnitt av berggrunnskart for området (ngu, 2023).

2.4 Hydrogeologi

Bergartene i området er generelt ganske tette for vanngjennomstrømning. Bergartsgrensene har utstrekning nordvest-sørøst og kan potensielt ha større vannføring enn ellers. Det samme kan sprekeretninger med utstrekning fra sørvest til nordøst ha. Området ligger ikke høyt over havnivå, derfor vil det være salt grunnvann under deponiet. I strandsonen vil grunnvann fra deponiområdet derfor strømme ut tett opp mot havoverflaten.

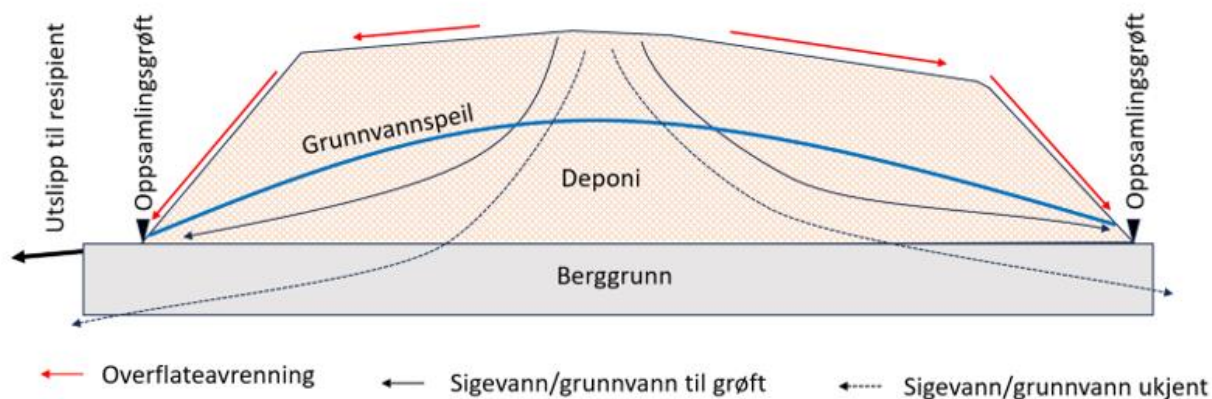
Miljørisikoanalyse og tiltaksplan

Storøy deponi

Oppdragsnr.: 52203318 Dokumentnr.: RIM02 Versjon: J01

I deponiet er det generelt forventet at det er relativt tette masser og at grunnvannstanden i deponiet står høyt.

Basert på topografien og forventet permeabilitet i massene er det i Figur 5 vist en prinsippskisse av vannstrømningen. Rundt deponiet i dag er det en oppsamlingsgrøft som leder rent overflatevann inn i deponiet, se bilde i Figur 6 tatt våren 2023.



Figur 5 Hydrogeologisk prinsippskisse. Dronefoto øverst.



Figur 6 Oppsamlingsgrøft på utsiden av deponiet, bildet er tatt våren 2023

2.5 Resipienten Karmsundet

DNV har på oppdrag fra Harsco Metals AS utført en resipientundersøkelse i sjøresipient utenfor deponiet (Veritas D. N., 2011). Bakgrunnen for resipientundersøkelsen var å avdekke eventuelle negative miljøeffekter. Undersøkelsene ble utført før deponiets toppdekke ble anlagt.

Det ble utført en strandsone befaring som avdekket flere diffuse utslippspunkt og ROV transekt for et utvalg av punktene. Ved unntak av ROV- transektet utenfor avløpsrøret på vestsiden, ble det ikke gjort noen avsetningsfunn eller klare funn av miljøpåvirkninger under de visuelle kartleggingene med ROV. (Avløpsrøret på vestsiden av deponiet har vært tørrlagt etter etablering av toppdekket i 2020.)

Røret med utløp i sør har en relativt stor andel av avrenningen og det påvirkede området i strandsonen var her noe større enn ved de andre avløpsrørene. Den diffuse avrenningen i nordøstlig del av deponiet påvirket et stort område. Et 2-3 m bredt belte med avsetning (slag) gikk ut i sjøresipient. Ved ca. 1,5 -2 m dyp var det ingen tegn til avsetning og florsamfunnet var tilsvarende det som ble funnet i området uten påvirkninger.

Befaringen fra resipientundersøkelsen i 2011 påviste klare tegn til diffuse utslipp av sigevann fra nordsiden av deponiet ved Storøy. Den miljømessige påvirkningen var meget lokal og strakk seg ikke lenger utover enn 2 m ut i sjøresipienten. Påvirkningen var tydelig med fraværet av vanligvis tilstedeværende flora og fauna uten noen glidende overganger. Sammenlignet med tidligere sigevannsprøver fra avløpsrørene viser vannprøven fra sprutsonen at fortynning skjer umiddelbart ved kontakt med sjøresipient og er høy allerede i strandsonen. Til sammenlikningen viser simuleringresultatene utført i dataprogrammet BJET (Veritas D. N., 2002) en fortynning på inntil 1560 ganger i en avstand på 20 m fra utslippspunkt.

Konklusjonen fra resipientundersøkelsen utført i 2011 er at den miljømessige påvirkningsgraden er tydelig, men avgrenset til områdene rett utenfor avløpsrørene og det registrerte diffuse utslippet.

3 Feltarbeid og datainnsamling

3.1 Vannmåling- og prøvetaking

Vannmåling

På Storøy deponi er det lokalisert 4 kummer som har til hensikt å samle opp sigevannet fra deponiet (Figur 7). Det var vannføring i kum 1, 2 og 3. Kum 4 var tørrlagt under hele måleperioden. Det ble utført 23 vannmålinger i perioden august, 2022 til april, 2023. Målingene ble utført ved at en bøtte samlet opp vannet samtidig som tiden ble tatt.

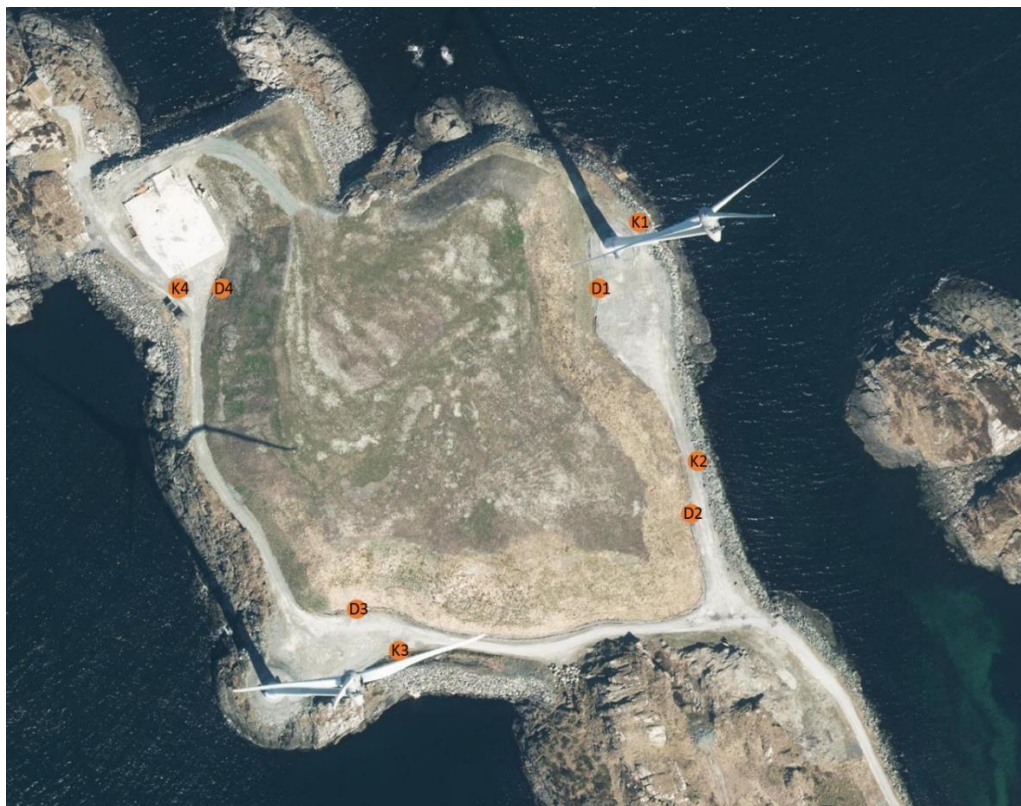
I kum 1 gikk det to rør inn i kummen, et svart som er lagt i nyere tid og et oransje som er en del av de eldre dreneringene til deponiet. Det oransje røret var hovedsakelig tørt, og det ble ikke gjort målinger fra dette røret. Det var tidvis en del strøm inn i kummen som enkelte av målingene er noe unøyaktige. I utløp U1 ble det gjort målinger når værforholdene tillot det.

I kum 2 gikk det to rør inn i kummen, et svart som er lagt i nyere tid og et oransje som er en del av de eldre dreneringene til deponiet. Det svarte røret var under utløpspunktet til kummen og det var derav ikke mulig å måle vanngjennomstrømningen. For det oransje røret var det utfordrende å gjøre en god måling. Det ble derfor i kum 2 hovedsakelig tatt vannprøver fra utløp U2.

I kum 3 gikk det to rør inn i kummen, et svart som er lagt i nyere tid og et oransje som er en del av de eldre dreneringene til deponiet. Det ble utført vannmåling på begge innløpene, men ved det svarte røret var det en del lekkasje som ikke var mulig å samle opp under målingene. Når værforholdene tillot det, ble det utført vannmålinger ved utløp U3.

Det ble registrert ammoniakk lukt både i K1, K2 og K3. K3 skilte seg ut fra de øvrige punktene ved at ammoniakk lukten var betydelig sterkere og det var mer avgassing. Ved utløp U3 ble det også observert en del utfelling.

Observasjoner i felt antyder at de svarte rørene som kommer inn i kummene responderer raskere på nedbør enn de oransje rørene. Det er også i disse målepunktene det observeres fargevariasjon i vannet fra gult til gulskjær avhengig av sesong.



Figur 7 - Oversiktskart som viser plasseringen til kummene og drenekassene.

Vannprøvetaking

I perioden september, 2022 til april, 2023 ble det tatt vannprøver 1 gang i måneden. Det ble gjort vannprøvetaking i K1, K3, U1, U2 og U3. Ved dårlig værforhold ble det ikke utført vannprøvetaking ved utløpspunktene.

Vannprøvene ble sendt til akkreditert laboratorium for analyse av metaller i urent vann uten oppslutning, suspendert stoff iht NS 4733, pH i vann, ammonium + ammoniakk i vann, ledningsevne/konduktivitet i vann, klorid (Cl-) i vann, nitrogen, total i vann (N-total) og natriumhydroksid. Det var også ønskelig å utføre analysen «Aluminium, reaktivt og ikke-labil i vann», men på grunn av høy pH var ikke dette mulig.

3.2 Digitale vannmålere

Montering av utstyr for overvåkning av sigevann

Det er montert målere i utslippspunkter med mål om kontinuerlig fjernavlesning av vannmengder og temperatur. De er plassert på følgende punkter:

- I utløpsrør fra Kum 1
- I utløpsrør fra Kum 2
- I de to innløpsrørene til Kum 3

Sensorene er montert i rørender fra kumsiden. Ledninger fra sensorene går i trekkerør til styringsbokser montert i el-skap. Skapene er boltet fast i betongfundamenter for beskyttelse mot vær og vind.



Figur 8 Skap med måleutstyr ved K3.

Målerne logger kontinuerlig vannføring, vann-nivå og temperatur, med automatisk utsending av data på mobilnettet 1 gang pr. døgn til nettbasert brukergrensesnitt. Data lagres også lokalt og kan hentes ut ved tilkobling med kabel.

Det har imidlertid vært utfordringer med manglende pålitelige avlesninger av vannmengder grunnet en generell vannstand i rørene som er for nære minimumskravene til vanndybde for sensorene. Temperaturavlesninger fungerer som de skal.

Basert på feilsøking og vurderinger fra leverandør vil det trolig være nødvendig med montering av oppdemninger i bunn av rør for å øke vannstand over sensorene, samt flytting av sensorer lenger inn i rørene. Alternativt vurderes det utbytting til en annen type sensor. Endelig løsning avhenger av anbefalinger fra leverandør og produsent som er til vurdering, med mål om pålitelige avlesninger av vannmengder til fremtidige års-rapporteringer.

3.3 Andre fysiske arbeider - rørinspeksjoner, spyling og reparasjoner av rørlengde

Det er utført rørinspeksjoner og rørspylinger i inn- og utløpsrør fra kum 1-4. Det ble oppdaget en nedknekkning av rør på strekningen mellom drenskum 3 (D3) og kum 3 (K3) hvor det er gravd opp og byttet ut en rørlengde på cirka 6 meter. Nedknekkningen antas å kunne stamme fra vektbelastning fra kran eller anleggsutstyr ved byggingen av vindmøllen ved siden av.



Figur 9 - Utbytting av rørstrekning mellom D3 og K3.

3.4 Prøvetaking av toppdekket

3.4.1 Prøvetakingsprogram

Det ble utført prøvetaking av toppdekket for å undersøke status i forhold til kravet i tillatelsen. Prøver ble samlet inn, lagret kaldt og senere analysert for miljøparameter.

Prøvetakingsplan viser plassering av prøvepunkt, presentert i Figur 10.

Prøvene ble sendt til akkreditert laboratorium og analysert for tungmetaller, olje (THC), PAH16, PCB7 og BTEX.



Figur 10 Prøvetakingsplan

3.4.2 Feltarbeid

Miljøtekniske grunnundersøkelser med sjaktning ble utført av Norconsult ved Cecilie Tellefsen mars. 2022 og desember. 2022. Det ble tatt prøver i 9 posisjoner med sjaktedybder varierende mellom 0,7 – 1,3 meter.

Toppdekket besto av gress og det var ingen infrastruktur i grunnen som måtte hensyntas. Mer detaljert beskrivelse er spesifisert i feltlogg med bilder (Vedlegg A).

3.5 Droneinnmåling

Det ble utført drone- scanning av deponiet høsten 2022. Hensikten med datainnsamling var å få hentet ut terrengprofiler som kunne benyttes til en vurdering av skråningsstabiliteten til deponiet.

3.6 Kontroll av tettheten i overdekningen

Det er gjort tester på deponioverflaten det vann ble tilsatt kontrollert både med infiltrometer og ved infiltrasjonstest direkte fra 25 * 25 *25 cm gravde hull i bakken. Infiltrasjon med en trykksensor som kontinuerlig målte vannstandsending gav best resultat. Det ble tilført en mengde vann som fikk vannstanden til å stige og deretter avtok vannstanden igjen. Denne senkningen av vannstand er brukt til å estimere hydraulisk konduktivitet ved en forenklet bruk av Darcy's lov.

3.7 Gassmåling

Det ble målt etter deponigasser på fyllingsoverflaten med Sensit® HXG-3 målere. Dette er en svært følsom måler som registrerer gass fra 1ppm og % LEL til opp mot EX sone.

Metoden er derfor velegnet for å påvise lekkasjepunkt for deponigass på fyllingsoverflaten, men også for å kartlegge bakgrunnsnivå på deponiområdet. Måleinstrumentet er kalibrert for å måle metangass, men vil gi utslag på flere oksiderbare gasser. Dersom det er andre gasser enn metan vil ikke verdiene som måles i ppm være presise, men for å påvise diffus gass lekkasje og identifisere lekkasjeområder er det de relative forskjellene som er av betydning. Målingene er gjennomført av Site Service Norway (Vedlegg B).

4 Resultater

4.1 Analyseresultater av toppdekket

Totalt 12 jordprøver ble innsendt til analyse for innhold av tungmetaller, olje (THC), PAH16, PCB7 og BTEX. Analyseresultatene fra innsendte prøver er presentert i Tabell 1 og i vedlegg C. I Tabell 1 er analyseresultatene for de parameterne det er normverdi presentert. Det er ingen overskridelser over normverdi for noen av parameterne.

Miljørisikoanalyse og tiltaksplan

Storøy deponi

Oppdragsnr.: 52203318 Dokumentnr.: RIM02 Versjon: J01



Tabell 1 Det ble utført analyser på totalt 12 prøver og vurdert opp mot normverdiene i forurensningsforskriften kapitel 2. Resultatene er fargelagt i henhold til veileder for forurenset grunn. Blått tilsvarer tilstandsklasse 1 og betyr at påviste konsentrasjoner i prøvene er under normverdi.

Parameter	Enhet	P1	P2	P3-1	P3-2	P4	P4-2	P5	P6-1	P6-2	P7	P8	P9	Normverdi
Tørrstoff ved 105 grader	%	78.2	70.6	83.1	92.5	87.1	87.2	84.4	92.3	92.8	88		83	
As (Arsen)	mg/kg TS	<0.50	0.59	4.9	0.86	0.7	2.2	3.8	1.84	<0.50	1.7	0.98	1.7	8
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	<0.10	<0.02	<0.02	<0.02	0.22	<0.02	0.066	<0.10	<0.10	<0.02	<0.10	<0.02	1.5
Cr (Krom)	mg/kg TS	25.2	28	21	43	25	18	36	14.9	30.4	17	32	48	50
Cu (Kobber)	mg/kg TS	24.6	36	22	37	41	40	42	23.9	36.3	21	58.3	49	100
Pb (Bly)	mg/kg TS	8.3	12	5.8	2.3	11	5.1	33	9.2	7.9	4.4	11.1	15	60
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	<0.20	0.056	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.20	<0.20	<0.01	<0.20	0.02	60
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	18.9	17	15	23	14	14	20	10	24.1	9.3	19.6	30	1
Zn (Sink)	mg/kg TS	53.8	63	50	21	62	59	100	37.8	57	28	70.1	73	60
Sum PCB-7	mg/kg TS	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	200
Naftalen	mg/kg TS	0.029	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.026	0.012	<0.01	0.05	<0.01	0.01
Fluoren	mg/kg TS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.023	0.072	<0.01	<0.01	0.07	0.03	0.8
Fluoranten	mg/kg TS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.018	0.059	<0.01	<0.01	0.06	0.03	0.8
Pyren	mg/kg TS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.0332	<0.01	<0.01	<0.01	0.03	0.03	1
Benzo(a)pyren^	mg/kg TS	0.04	0.036	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	0.068	0.403	0.012	<0.16	0.404	0.36	1
Sum PAH-16	mg/kg TS	<0.005	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.005	<0.005	<0.01	<0.005	<0.01	<0.01	1
Benzen	mg/kg TS	<0.10	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.10	<0.10	<0.04	<0.10	<0.04	0.1
Toluen	mg/kg TS	<0.021	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.02	<0.02	<0.04	<0.02	<0.04	2
Etylbensen	mg/kg TS	<0.016	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.015	<0.015	<0.04	<0.015	<0.04	0.01
Xylener	mg/kg TS	<7.0	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<7.0	<7.0	<2.5	<7.0	<2.5	0.3
Fraksjon >C5-C6	mg/kg TS	<7.00	<7.0	<7.0	<7.0	<7.0	<7.0	<7.0	<7.00	<7.00	<7.0	<7.00	<7.0	0.3
Fraksjon >C6-C8	mg/kg TS	<5.00	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<5.00	<5.00	<10	<5.00	<10	0.2
Fraksjon >C8-C10	mg/kg TS	<3.0	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<3.0	<3.0	<10	<3.0	<10	0.2
Fraksjon >C10-C12	mg/kg TS													7
Fraksjon >C12-C35 (sum)	mg/kg TS		77	<10	<35	20	12	45			<35		<10	7
														10
														50
														100

4.2 Toppdekkets egenskaper

Våren 2022 ble Norconsult engasjert av NRC Kept for å dokumentere tildekning ved Storøy deponi. Det ble utført prøvegravinger ved ulike posisjoner og materialet ble sendt inn til analyse for å undersøke leirinnholdet i massene. Resultatene fra felt- og de geotekniske laboratorium undersøkelsene avdekket at massene ikke inneholdt leire, se vedlegg D for fullstendig rapport.

Kravet om 1 m med leirblandet komprimert jord som overdekning antas å ha to intensjoner:

- 1 Å hindre direkte kontakt med avfallet
- 2 Å redusere sigevannsdannelsen

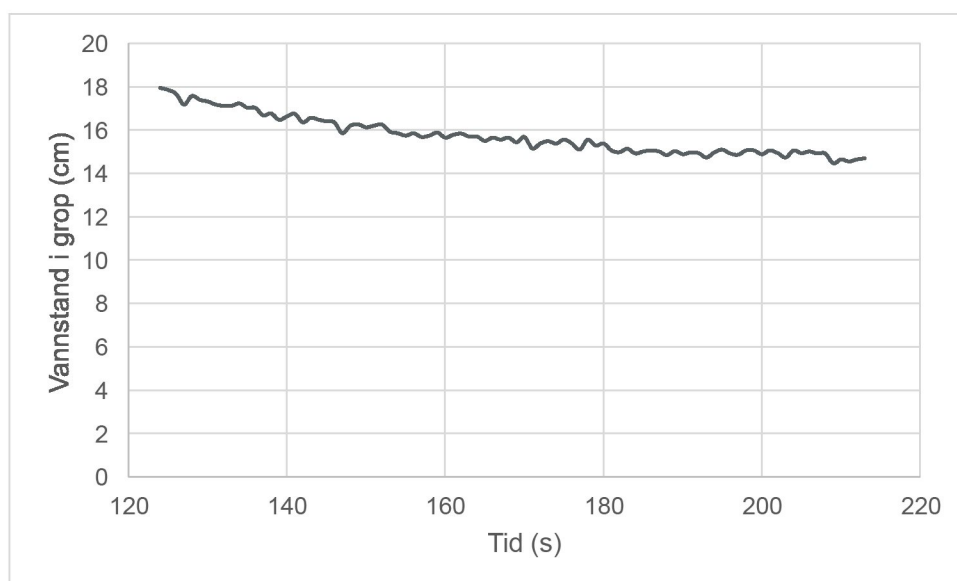
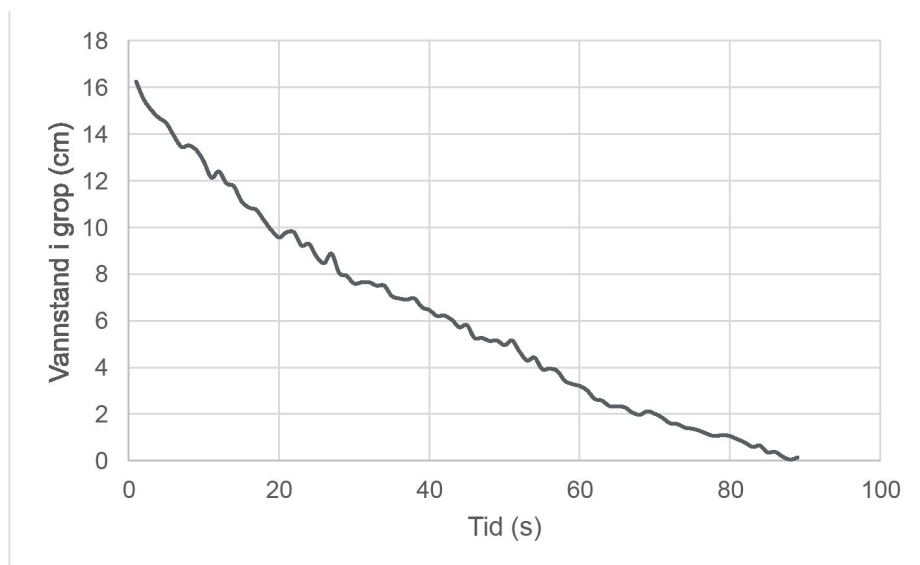
For punkt 2 skal ikke overflaten være så tett at det ikke slipper gass ut av deponiet. Det er ikke mer spesifisert hvilke krav til tetthet (permeabilitet) av massene.

Høsten 2022 er det gjort tester på deponioverflaten der vann ble tilsatt kontrollert både med infiltrometer og ved infiltrasjonstest direkte fra 25 * 25 *25 cm gravde hull i bakken. Resultatet varierte fra at vannet infiltrerte svært raskt til at det ikke infiltrerte i det hele. Deponioverflatens hydrauliske egenskaper er altså svært variable. Illustrasjon i variasjonen i overflatemassene går frem av Figur 11, noen steder er det organisk materiale, andre steder er det leirblandet jord.



Figur 11 Bilder av tildekkingslaget over deponiet.

Eksempel på to infiltrasjonstester er vist i Figur 12. Estimert av permeabilitet (e.g. hydraulisk konduktivitet) i disse to testene er $1 \cdot 10^{-5}$ m/s for øverste test og $7 \cdot 10^{-6}$ m/s for nederste test. Dette antas å være gjennomsnittsmålinger, det er funnet steder med lavere og høyere infiltrasjon og dermed permeabilitet.



Figur 12 Eksempel på infiltrasjonstester.

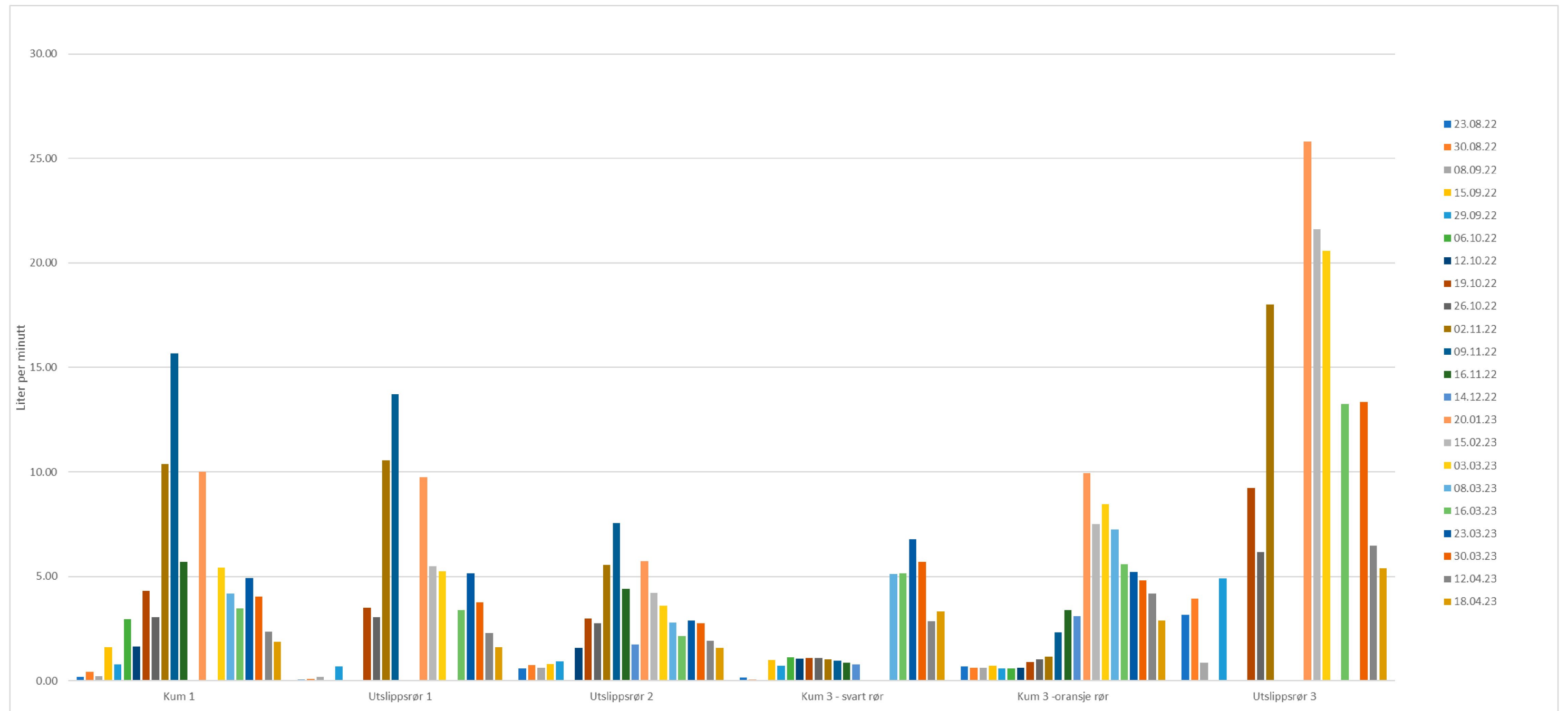
4.3 Skråningsstabilitet

Norconsult er engasjert av NRC Kept AS v/Torstein Viko for å dokumentere stabilitet av permanent deponi ved Storøy. Bakgrunnen for at stabiliteten skal dokumenteres fremkommer av krav fra Miljødirektoratet i forbindelse med avslutning av deponiet.

Basert på utførte stabilitetsvurderinger av deponiet ved Storøy er stabiliteten å anse som tilstrekkelig. Fullstendig rapport er presentert i vedlegg E.

4.4 Manuell vannmålinger

Resultatene fra de manuelle vannmålingene er presentert i Figur 13 for alle målepunkter i perioden 23.08.22 – 18.04.23. Beregnet gjennomsnittsvannføring fra de tre utslippspunktene til sjø er 17 liter per minutt og vil totalt utgjøre 8 940 m³ per år.



Figur 13 Grafisk fremstilling av de manuelle vannmålingene utført i perioden 23.08.22 - 18.04.23. Gjennomsnittsvannføring i utløpspunktene er beregnet til 17 liter per minutt

4.5 Sigevannets innhold

Det ble sendt inn vannprøver for analyse av tungmetaller, klorid, ledningsevne, suspendert stoff, ammonium + NH₄⁺, pH, totalt nitrogen og NaOH en gang i for måneden september 2022 til april 2023.

Analyseresultatene fra innsendte prøver er presentert i Tabell 2, Tabell 3, Tabell 4, Tabell 5 og vedlegg F.

I Tabell 2 er lavest og høyest referanseverdi for vannprøvene vist, samt gjennomsnitt og medianverdi. Videre er gjennomsnittverdien vurdert opp mot AA-EQS, MAC-EQS, og SFT terskelverdier.

Ifølge resultatene, har nesten alle parameterne overskredet AA-EQS, mens halvparten av verdiene for MACEQS har blitt overskredet.

I Tabell 3, Tabell 4 og Tabell 5 er lavest og høyest referanseverdi, samt gjennomsnittverdi og medianverdi vist for hvert enkelt målepunkt.

Det er videre gjort en beregning av utslipp kg/per år fra sigevannet. Utslippsmengder per år er basert på konsentrasjoner i vannprøver og sigevannsmengde. Sigevannsmengde på 8941 m³/år er beregnet ut ifra de manuelle vannmålingene. Ved vannbalansevurderingen er det beregnet to ulike avrenninger ved å benytte Thorntwaite og Tamms formel. Et gjennomsnitt av disse to beregningene tilsvarer en årlig sigevannsdannelse på 13 514 m³/år. For å beregne utslipp kg/år er sigevannsmengden 8941 m³/år og 13514 m³/år benyttet, se Tabell 6. Resultatet viser at en er under tillatelsen for alle tungmetaller ved unntak av kobber.

Tabell 2 Konsentrasjonene i deponiets sigevann, basert på vannprøvetakingen utført fra september, 2022 til april 2023. Det er vist lavest og høyest referanseverdi for vannprøvene, samt median og gjennomsnittsverdi. Tabellen viser også grenseverdier i kystvann for de parametere som har det. Grenseverdiene AA-EQS og MAC-EQS er hentet fra Veileder M-608 (Miljødirektoratet, 2016). og SFT er hentet fra veileder TA1995/2003 (forurensningstilsyn, 2003). Gjennomsnittsverdien er vurdert opp mot AA-EQS, MAC QS og SFT. Verdiene som er merket rødt er lavere enn påvist gjennomsnittskonsentrasjon i sigevannet.

Parameter	Enhet	Lavest Samlet	Høyest Samlet	Gj.snitt Samlet	Median Samlet	AA-EQS	MAC-EQS	SFT
Al (Aluminium)	µg/L	40	27800	7105	3310			
As (Arsen)	µg/L	4.95	105	24	15	0.6	8.5	2
Ba (Barium)	µg/L	4.42	314	115	98			
Ca (Kalsium)	mg/L	4	57	16	16			
Cd (Kadmium)	µg/L	0.05	11	2.1	0.90	0.2	1.5	0.1
Co (Kobolt)	µg/L	0.13	8.03	2.2	1.5			
Cr (Krom)	µg/L	0.5	19.6	4.8	3.3	3.4	35.8	1
Cu (Kobber)	µg/L	15	2370	546	242	2.6	2.6	1.5
Fe (Jern)	mg/L	0.02	2.48	0.25	0.0989			1
Hg (Kvikksølv)	µg/L	0.02	0.02	0.02	0.02	0.047	0.07	0.01
K (Kalium)	mg/L	509	3620	1806	1850			
Mg (Magnesium)	mg/L	2.000	229	14	9			
Mn (Mangan)	µg/L	1.000	74.4	20	13			100
Mo (Molybden)	µg/L	148	1110	491	389			
Na (Natrium)	mg/L	7180	115000	52866	40000			1
Ni (Nikkel)	µg/L	0.64	169	25	7.1	8.6	34	5
Pb (Bly)	µg/L	0.20	13	2.3	0.98	1.3	14	1
V (Vanadium)	µg/L	732	7760	3239	2340			
Zn (Sink)	µg/L	3.2	3660	995	97	3.4	6	3
Klorid (Cl-)	mg/L	9830	3000000	277935	67500			1
Ledningsevne (konduktivitet)	mS/m	3120	23900	14540	13600			1
Suspendert stoff	mg/L	5.000	990	226	100			
Ammonium + NH4+	mg/L	220	8000	2356	1000			
Total nitrogen (Tot-N)	mg/L	250	7800	2446	1300			1
NAOH	%	0.10	1.7	0.58	0.27			

Tabell 3 Konsentrasjonene i deponiets sigevann, basert på vannprøvetakingen utført fra september, 2022 til april 2023 i målepunkt K1 og U1. Det er vist lavest og høyest referanseverdi samt i tillegg median og gjennomsnittsverdi for hvert av målepunktene.

		Lavest	Høyest	Gj.snitt	Median	Lavest	Høyest	Gj.snitt	Median
Parameter	Enhet	K1	K1	K1	K1	U1	U1	U1	U1
Al (Aluminium)	µg/L	226	2950	1825	2165	136	1710	1223	1530
As (Arsen)	µg/L	5.0	17	10	8.9	5.47	11	8.5	8.46
Ba (Barium)	µg/L	4.4	47	36	37	20.3	30.9	27	28
Ca (Kalsium)	mg/L	4.0	20	12	10	5.84	20	14	16
Cd (Kadmium)	µg/L	0.05	0.30	0.13	0.10	0.09	0.30	0.16	0.15
Co (Kobolt)	µg/L	0.13	1.5	0.9	0.7	0.331	0.58	0.42	0.38
Cr (Krom)	µg/L	0.5	3.9	2.1	1.9	1.0	2.29	1.458	1.0
Cu (Kobber)	µg/L	24	68	34	30	15	41	24	21
Fe (Jern)	mg/L	0.02	2.5	0.8	0.5	0.09	0.34	0.17	0.10
Hg (Kvikksølv)	µg/L	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
K (Kalium)	mg/L	509	2030	1595	1725	935	2040	1599	1680
Mg (Magnesium)	mg/L	2.0	11	7.7	7.5	4.0	60	19	9.98
Mn (Mangan)	µg/L	7.8	74	46	45	10.8	45	23	19
Mo (Molybden)	µg/L	148	436	323	327	196	438	318.8	332
Na (Natrium)	mg/L	7180	42200	32500	36100	18100	42200	33520	36200
Ni (Nikkel)	µg/L	0.6	5.2	2.4	1.8	1.0	2.0	1.322	1.0
Pb (Bly)	µg/L	0.20	1	0.7	0.50	0.4	1.0	0.56	0.40
V (Vanadium)	µg/L	1650	7760	5715	6140	4930	7460	6726	7230
Zn (Sink)	µg/L	3.2	23	12	10	4.0	10	6.082	4.58
Klorid (Cl-)	mg/L	9830	661000	146355	55950	13900	651000	168120	59400
Ledningsevne (konduktivitet)	mS/m	3120	13800	11195	12350	6970	13900	11934	13000
pH-verdi		10	10	10	10	9.6	9.9	9.75	9.75
Suspendert stoff	mg/L	5.0	320	125	100	15	82	45.4	51
Ammonium + NH4+	mg/L	340	480	340	350	240	350	298	290
Total nitrogen (Tot-N)	mg/L	310	540	378	380	250	390	322	340
NAOH	%	0.14	0.17	0.13	0.14	0.10	0.16	0.14	0.14

Tabell 4 Konsentrasjonene i deponiets sigevann, basert på vannprøvetakingen utført fra september, 2022 til april 2023 i målepunkt U2 og K3 svart. Det er vist lavest og høyest referanseverdi samt i tillegg median og gjennomsnittsverdi for hvert av målepunktene.

		Lavest	Høyest	Gj.snitt	Median	Lavest	Høyest	Gj.snitt	Median
Parameter	Enhet	U2	U2	U2	U2	K3 svart	K3 svart	K3 svart	K3 svart
Al (Aluminium)	µg/L	226	5500	2365	1985	2110	11400	6493	5620
As (Arsen)	µg/L	4.95	105	19	7.2	6.6	30	18	16
Ba (Barium)	µg/L	4.42	46	16	12	98	159	130	135
Ca (Kalsium)	mg/L	4.0	10	6.3	4.3	10	20	16	20
Cd (Kadmium)	µg/L	0.05	0.3	0.13	0.10	1.0	11	4.8	5.17
Co (Kobolt)	µg/L	0.13	1.17	0.32	0.19	2.0	5.0	3.3	3.05
Cr (Krom)	µg/L	0.50	9.4	2.8	1.9	2.2	20	8.3	5.67
Cu (Kobber)	µg/L	23.6	47	33	32	304	2360	1285	1360
Fe (Jern)	mg/L	0.02	1.4	0.28	0.11	0.06	0.13	0.09	0.08
Hg (Kvikksølv)	µg/L	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
K (Kalium)	mg/L	509	1830	1048	987	621	2000	1471	1850
Mg (Magnesium)	mg/L	2.0	5.1	3.6	4.0	4.0	9.0	7.3	9.0
Mn (Mangan)	µg/L	7.8	67	20	11	2.4	33	14	5.83
Mo (Molybden)	µg/L	148	472	292	279	164	524	362	389
Na (Natrium)	mg/L	7180	27600	15683	14750	23800	75200	55043	65200
Ni (Nikkel)	µg/L	0.64	9.8	2.5	1.3	5.8	29	20	23.3
Pb (Bly)	µg/L	0.2	2.31	0.6	0.36	0.25	1.0	0.6	0.64
V (Vanadium)	µg/L	1650	2820	2355	2405	919	3600	2120	2100
Zn (Sink)	µg/L	3.16	97	26	14	89	2780	1121	1140
Klorid (Cl-)	mg/L	9830	117000	33779	21800	17000	1720000	314386	103000
Ledningsevne (konduktivitet)	mS/m	3120	9790	6153	6160	8720	21000	16289	19400
pH-verdi		10	10	10	10	10	10	10	10
Suspendert stoff	mg/L	5.0	200	84	43	74	710	249	160
Ammonium + NH4+	mg/L	340	1400	779	735	370	3700	2131	1800
Total nitrogen (Tot-N)	mg/L	310	1400	789	670	1000	3900	2514	2600
NAOH	%	0.14	0.32	0.21	0.19	0.16	0.78	0.50	0.62

Tabell 5 Konsentrasjonene i deponiets sigevann, basert på vannprøvetakingen utført fra september, 2022 til april 2023 i målepunkt K3 oransje og U3. Det er vist lavest og høyest referanseverdi samt i tillegg median og gjennomsnittsverdi for hvert av målepunktene.

		Lavest	Høyest	Gj.snitt	Median	Lavest	Høyest	Gj.snitt	Median
Parameter	Enhet	K3 oransje	K3 oransje	K3 oransje	K3 oransje	U3	U3	U3	U3
Al (Aluminium)	µg/L	5120	27800	18941	22650	40	16600	8824	8560
As (Arsen)	µg/L	26	91	41	29	22	56	45	50
Ba (Barium)	µg/L	217	314	269	278	108	241	189.6	208
Ca (Kalsium)	mg/L	10	40	21	20	20	57	27	20
Cd (Kadmium)	µg/L	0.90	9.83	4.0	2.4	1.4	4.4	2.9	3.2
Co (Kobolt)	µg/L	1.38	3.22	2.1	1.7	5.4	8.0	7.0	7.0
Cr (Krom)	µg/L	3.22	19.4	7.2	4.14	4.0	10.3	6.0	5.03
Cu (Kobber)	µg/L	242	2370	907	455	536	1360	890	850
Fe (Jern)	mg/L	0.03	0.28	0.10	0.05	0.05	0.52	0.17	0.06
Hg (Kvikksølv)	µg/L	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
K (Kalium)	mg/L	2720	3620	3086	3010	759	2270	1902	2180
Mg (Magnesium)	mg/L	4.0	20	9.75	9.0	9.0	229	53	9.0
Mn (Mangan)	µg/L	1.0	46	13	5.16	1.0	18	7.7	2.2
Mo (Molybden)	µg/L	838	1110	997	1028	174	752	553	575
Na (Natrium)	mg/L	98100	115000	105888	103000	26600	82400	68260	79800
Ni (Nikkel)	µg/L	34.9	169	78	63.45	17.1	39.9	33.1	36.9
Pb (Bly)	µg/L	5.03	13	7.605	6.01	1.62	3.02	2.304	2.45
V (Vanadium)	µg/L	947	3000	1940	1835	732	2570	1840	1920
Zn (Sink)	µg/L	1850	3660	2838	2805	481	2190	1586	1740
Klorid (Cl-)	mg/L	140000	3000000	522875	171500	39800	2040000	493360	126000
Ledningsevne (konduktivitet)	mS/m	21100	23900	22938	23400	9080	21600	18696	20600
pH-verdi		10	11	10.2	10	10	10	10	10
Suspendert stoff	mg/L	42	990	519	575	43	470	258	220
Ammonium + NH ₄ ⁺	mg/L	1500	8000	5938	6650	1600	5200	3940	4700
Total nitrogen (Tot-N)	mg/L	4400	7800	6113	6200	1300	4600	3740	4500
NAOH	%	1.1	1.7	1.4	1.4	0.17	1.3	0.88	0.93

Tabell 6 Utslippsmengder per år basert på konsentrasjoner i vannprøver og sigevannsmengde. Sigevannsmengde på 8941 m³/år er beregnet ut ifra de manuelle vannmålingene, mens sigevannsmengde på 13514 m³/år er beregnet ut ifra vannbalansevurdering.

Parameter	Utslipp kg per år ved sigevannsmengde 8941 m ³	Utslipp kg per år ved sigevannsmengde 13514 m ³	Tillatelse kg per år
Målepunkt	U1, U2, U3	U1, U2, U3	
Al (Aluminium)	111	168	
As (Arsen)	0.65	1.0	2.5
Ba (Barium)	2.1	3.1	
Ca (Kalsium)	431.1	652	
Cd (Kadmium)	0.03	0.04	
Co (Kobolt)	0.07	0.10	
Cr (Krom)	0.09	0.14	0.15
Cu (Kobber)	8.5	13	7.5
Fe (Jern)	5.5	8.4	
Hg (Kvikksølv)	0.0005	0.0008	0.001
K (Kalium)	41	61	
Mg (Magnesium)	0.68	1.0	
Mn (Mangan)	0.46	0.70	
Mo (Molybden)	10.4	16	
Na (Natrium)	1050	1587	
Ni (Nikkel)	0.33	0.50	1
Pb (Bly)	0.03	0.047	0.05
V (Vanadium)	98	148	
Zn (Sink)	14	22	54
Klorid (Cl-)	6216	9396	
Suspendert stoff	3463	5235	
Ammonium + Ammoniakk som NH ₄ ⁺	44855	67796	
Totalt nitrogen (Tot-N)	43371	65553	
NAOH			

4.6 Gassmåling

Det ble registret gass på deponioverflaten på stort sett hele deponiområdet, men målte konsentrasjoner var lave og relativt homogene var i området 30-100 ppm. Kun noen enkle målinger på fyllingsoverflaten viste konsentrasjoner på 100-120 ppm. I skråningene ble det generelt målt noe høyere konsentrasjoner 100-160 ppm. I gravegropene ble det målt 200 - 400 ppm. Etter ca. 1 time var konsentrasjonene i gravegropene omtrent på samme nivå, eller bare noe lavere.

Miljørisikoanalyse og tiltaksplan

Storøy deponi

Oppdragsnr.: 52203318 Dokumentnr.: RIM02 Versjon: J01

Dette viser at det er gassutvikling og diffus lekkasje av gass fra deponiet. Den diffuse lekkasjen synes å være svært homogen fra hele arealet. Funnene indikerer videre at det er forholdsvis lav grad av oksidering av gassen i overdekningsmassene.

Dette er uvanlige funn sammenlignet med hva som er vanlig på deponi som inneholder organisk avfall og hvor deponigassen i hovedsak er metan. Funnene ligner mer på hva som er funnet på askedeponi og er tolket som hydrogengass. Funnene av denne undersøkelsen alene gir ikke grunnlag for å anbefale tiltak på deponiet i form av forsterket overdekning eller tettlag. Snarere gir undersøkelsen en forsiktig indikasjon på at tildekningen allerede er hensiktsmessig i forhold til lekkasje av gass.

5 Trinn 1: Kildekarakterisering

5.1 Avfallstyper

I tilsynsrapporten fra Miljødirektoratet av 2021 står det at Storøy deponi er klassifisert i kategori 1 deponi for farlig avfall i henhold til avfallsforskriften kap. 9. På deponiet er det deponert saltslagg, filterstøv og aluminiumoksid. Det ligger totalt ca. 524 000 tonn masser i deponiet. Sigevannsanalysene gir indikasjoner på innholdet i deponiet.

6 Trinn 2: Transportkarakterisering

6.1 Avrenningsanalyse og vannbalanse

Det er tidligere gjort en vannbalansevurdering for deponiet. Den var basert på at hele arealet inklusiv driftsarealet var en del av deponiet. Basert på flybilder fra 2001 (Figur 14), kan deponiarealet bestemmes mer nøyaktig enn tidligere. Med utgangspunkt i det historiske flybildet er det gjort en vurdering av at deponiarealet utgjør 23400 m² (Figur 15).



Figur 14 Flybilde fra 2001 som viser aktivt deponiareal (Norge i bilder, 2023).

Miljørisikoanalyse og tiltaksplan

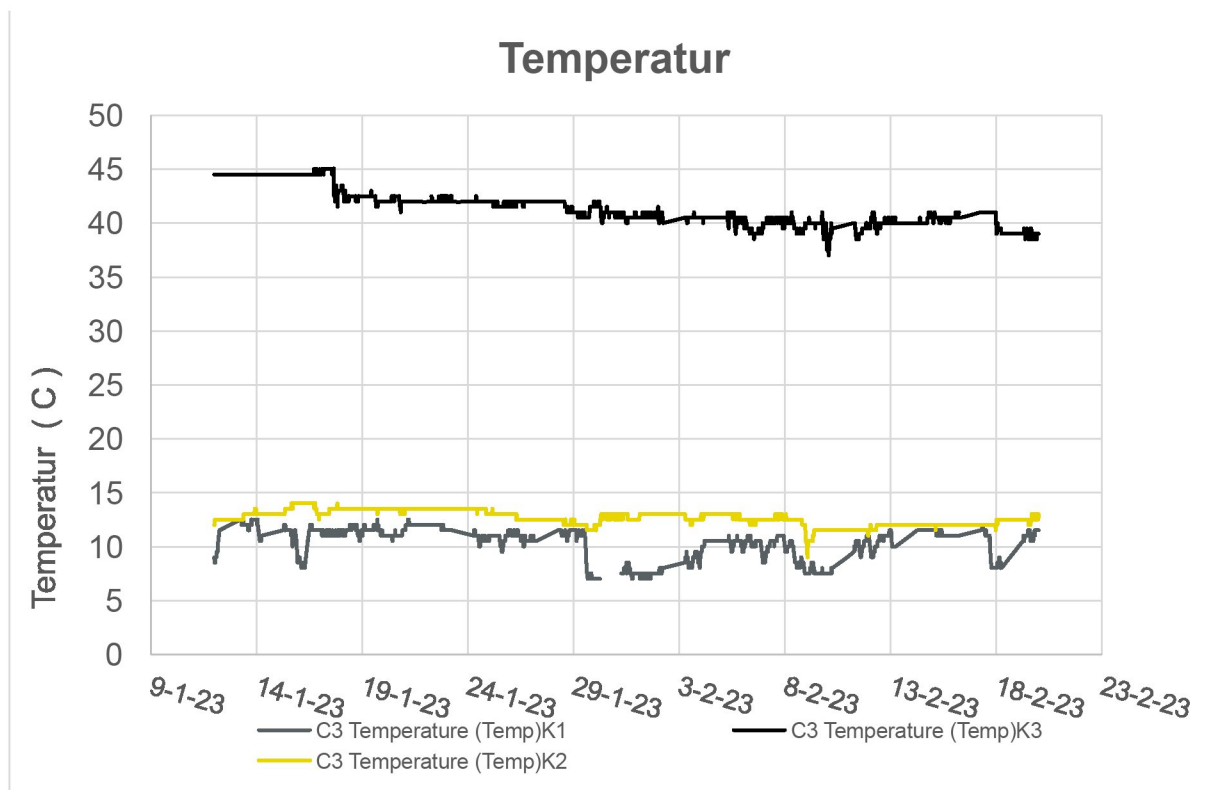
Storøy deponi

Oppdragsnr.: 52203318 Dokumentnr.: RIM02 Versjon: J01



Figur 15 Deponiarealet er beregnet til 23400 m², utgangspunkt er plassering av avskjærende grøfter på utsiden av deponiarealet og det historiske flybildet fra 2001 som viser at i nordlige del ikke var deponi med et driftsområde.

Det er også montert instrumenter for måling av vannføring og vanntemperatur i kummer det sigevannet kommer ut. Instrumentet er ikke ferdig kalibrert for vannføring, men det foreligger data for vanntemperatur i vannet (Figur 16).



Figur 16 Temperaturmålinger i deponiet, logget i kum1, kum 2 og kum 3..

Det er påfallende høy temperatur i kum 3, som er hovedutløpet av sigevann. Om man tar en gjennomsnittstemperatur på 20 ° C i alle sigevannsutløpene og bruker dette som temperatur i deponiet, kan man regne fordampning av deponiet ved hjelp av denne temperaturen.

Ved å legge inn 20 ° C inn i Thorntwaites ligning får man en nettonedbørsmengde på 535 mm/år. Ved å bruke samme temperatur i Tamms formel får man nettonedbør på 620 mm/år.

Nedbørsarealet er satt til deponiarealet, lik 23400 m² (Figur 15). De ulike estimatene for sigevannsavrenning er vist i Tabell 7.

Tabell 7 Estimat av avrenning.

	Målt avrenning (l/s)	Netto-nedbør (mm/år)	Deponiareal (m ²)	Avrenning pr år (m ³)	Avrenning (l/s)
Manuelle målinger	0,3		23400	8941	0,30
Vannbalanse, Thorntwaite		535	23400	12519	0,40
Vannbalanse Tamms formel		620	23400	14508	0,46
Vannbalanse, gj.snitt Thorntwaite og Tamms formel		578	23400	13514	0,43

I tillatelsen er det lagt til grunn en årlig utslippsmengde på 25 000 m³/år. Ved å benytte det høyeste anslaget for avrenning utgjør det ca. 60 % av 25 000 m³/år.

6.1.1 Hydrogeologisk vurdering og spredningsveier

Det foreligger lite informasjon om oppbygging og konstruksjon av deponiet. Det er en synlig plastmembran i ytterkant av deponiet og det er ikke funnet utsig av vann andre steder enn gjennom kontrollerte utløp. De manuelle vannføringsmålingene gir en lavere vannmengde enn det vannbalansen tilsier. Dette kan være en indikasjon på at det er ukontrollert lekkasje, men foreløpig er vannføringsmålingene for usikre til å konkludere.

7 Vurdering av påvirkning av resipient

Utslippstillatelsen har bl.a. krav til øvre mengde utslipp pr. år for enkelte tungmetaller (Tabell 8).

Tabell 8 Utslippsgrenser i tillatelsen.

Følgende utslippsbegrensninger gjelder:			
Kilde	Komponent	Utslippsgrenser kg/år	Gjelder fra
Sivevann fra deponi i samløp med overflatevann	Arsen	2,5	21.02.2018
	Sink	54	21.02.2018
	Kobber	7,5	21.02.2018
	Nikkel	1	21.02.2018
	Bly	0,05	21.02.2018
	Krom	0,15	21.02.2018
	Kvikksølv	0,001	21.02.2018

Utslippsgrensene er satt på bakgrunn av en årlig totalmengde av sive- og overflatevann på 25 000 m³.

Tabell 6 viser at utslippet av årlige mengder ligger under kravene i utslippstillatelsen for alle tungmetaller ved unntak av kobber. Det er valgt å vurdere utslippene litt mer i detalj får å kunne estimere påvirkning i resipienten.

Fortynning og spredning av sivevann i en resipient vil i stor grad være styrt av sivevannets karakteristika og strømforhold i kystvann.

I henhold til veileder M-2520 kan det benyttes en trinnvis tilnærming for vurdering av konsentrasjoner av stoffer i sivevann.

Trinn 1 - Konsentrasjoner av stoffer i sivevannet sammenlignes med AA-EQS og MAC-EQS. Er konsentrasjon under AA-EQS og MAC-EQS, vil miljømålet i vannforskriften være tilfredsstillt mht. dette stoffet. Resultatene presentert i Tabell 2 viser konsentrasjoner over AA-EQS og MAC-EQS for flere av parameterne og en må gå videre til trinn 2.

Trinn 2 - Krav til fortynning (F) av sivevann i resipient beregnes (ofte kalt primærfortynning), slik at konsentrasjonene blir lavere enn AA-EQS og MAC-EQS. Konsentrasjon av stoff i sivevann (C_{stoff}) deles på AA-EQS og MAC-EQS for å beregne hvor mange ganger konsentrasjonen av stoffet i sivevannet må fortynnes (F) for at konsentrasjon i resipient blir lavere enn AA-EQS og MAC-EQS.

$$F = C_{stoff} / AA-EQS \text{ og } C_{stoff} / MAC-EQS$$

I Tabell 9 er det vist hvor mange ganger sivevannet må fortynnes for at konsentrasjonen blir lavere enn AA-EQS og MAC-EQS.

Tabell 9 Beregning av hvor mange ganger gjennomsnittskonsentrasjonen av stoffet i sivevannet må fortynnes (F) for at konsentrasjon i resipient blir lavere enn AA-EQS og MAC-EQS.

Parameter	C _{stoff} /AAEQS	C _{stoff} / MAC- EQS	C _{stoff} /AAEQS	C _{stoff} / MACEQS	C _{stoff} /AAEQS	C _{stoff} / MACEQS	C _{stoff} /AA- EQS
Utslippspunkt	U1	U1	U2	U2	U3	U3	Gj.snitt
As (Arsen)	14	1	32	2	75	5	40
Cd (Kadmium)	1	0	1	0	14	2	5.3
Cr (Krom)	0	0	1	0	2	0	1.0
Cu (Kobber)	9	9	13	13	342	342	122
Hg (Kvikksølv)	0	0	0	0	0	0	0.4
Ni (Nikkel)	0	0	0	0	4	1	1.4
Pb (Bly)	0	0	0	0	2	0	0.9
Zn (Sink)	2	1	8	4	467	264	159

Utslipp til kystvann, 10 - 100 x fortytning. Dersom utløpet ligger i over denne fortytningen skal man gå videre til trinn 3.

Trinn 3 - Vurder antatt fortytning i resipient. Stedegen informasjon om sigevannets karakter (f.eks. fluks, tetthet og dimensjoner på avløpsrør) og resipient (f.eks. saltholdighet, strømdata og temperatur) må innhentes.

7.1 Samlet vurdering av utslipp til resipient

Konsentrasjonene i sigevannsutslippet har blitt vurdert opp mot grenseverdiene AA-EQS og MAC-EQS i henhold til veileder M-608. Konsentrasjonene er over grenseverdiene AA-EQS og MAC-EQS for de fleste parameterne. I henhold til veileder M-2520 er miljømålet i vannforskriften ikke tilfredsstillt ved en slik overskridelse. Videre kan en undersøke hvor mange ganger sigevannet må fortynnes i resipient for å bli lavere enn AA-EQS og MAC-EQS.

Fortynningen som er nødvendig for at sigevannet skal bli lavere enn AA-EQS og MAC-EQS vurderes som akseptabel i U1 og U2. I U3 kreves det betydeligere høyere fortytning for å komme under AA-EQS og MACEQS, på bakgrunn av dette anbefales det å utføre tiltak for å øke fortytningseffekten av sigevannet når det når resipienten. Tiltaket som anbefales er å etablere utløpet til et mer værutsatt området og 5 meter under havnivå. Målt mengde sigevann fra utløp 3 er ca. 0,17 l/s og ved å utføre følgende tiltak forventes det at resipienten ikke vil bli merkbart påvirket av utslippet.

8 Avbøtende tiltak

Vurdering av tiltak

I punkt 1.3 i tillatelsen står det at det er en plikt til å redusere forurensning så langt som mulig. Selv om utslippene holdes innenfor fastsatte utslippsgrenser, plikter bedriften å redusere sine utslipp, så langt dette er mulig uten urimelige kostnader. Plikten omfatter også utslipp av komponenter det ikke gjennom vilkår i pkt. 3 flg. uttrykkelig er satt grenser for.

Toppdekket oppfyller ikke kravene i tillatelsen, men intensjon til toppdekkets funksjon er fulgt.

Sigevannsmengden er lavere enn hva som er gitt i tillatelsen, videre er det en overskridelse av kg kobber per år enn hva som er lagt til grunn i tillatelsen. Det er sett på effekten av ytre miljø og hvordan ytre miljø er påvirket.

For å vurdere miljøbelastningen er det sett på tiltak som reduserer utslippet av sigevann. Hvis kun toppdekket hadde vært gjort tettere uten andre tiltak ville dette vannet ha rent ned i oppsamlingsgrøftene rundt deponiet, og videre inn i dette for så å bli til sigevann.

Det er vurdert at reduksjon av sigevannsmengden er tiltak som gir god miljøeffekt.

Rundt deponiet er det anlagt en grøft for oppsamling av overflatevann (Figur 17). I grøften samles det opp overflatevann, og dette vannet føres inn under deponiet og blir til sigevann.



Figur 17 Overflateavrenningen føres ned til grøft og videre infiltreres dette og går inn under deponiet.

Hvor mye av nedbøren som infiltreres til grunnen, er avhengig av grunnforhold, terreng og vegetasjon. COWI (2015) har på oppdrag av Miljødirektoratet gjort en sammenstilling av kjent kunnskap om ulike avrenningsfaktorer. I rapporten til COWI er det vist en oversikt over avrenningsfaktor for overflatetyper iht. Norsk Standard NS-EN 752:2008 (Tabell 10).

Tabell 10 Avrenningsfaktorer for ulike overflater (COWI, 2015). Avrenningsfaktoren er dimensjonsløs.

Overflatetype	Avrenningsfaktor, C	Kommentar
Impermeable arealer og bratte tak*	0,9 – 1,0	Avhengig av gropsformasjon/lagring
Store flate tak	0,5	Over 10 000 m ²
Små flate tak	1,0	Mindre enn 100 m ²
Permeable arealer	0,0 – 0,3	Avhengig fall og overflate

For bratte overflater brukes de høyeste verdiene (COWI, 2015).

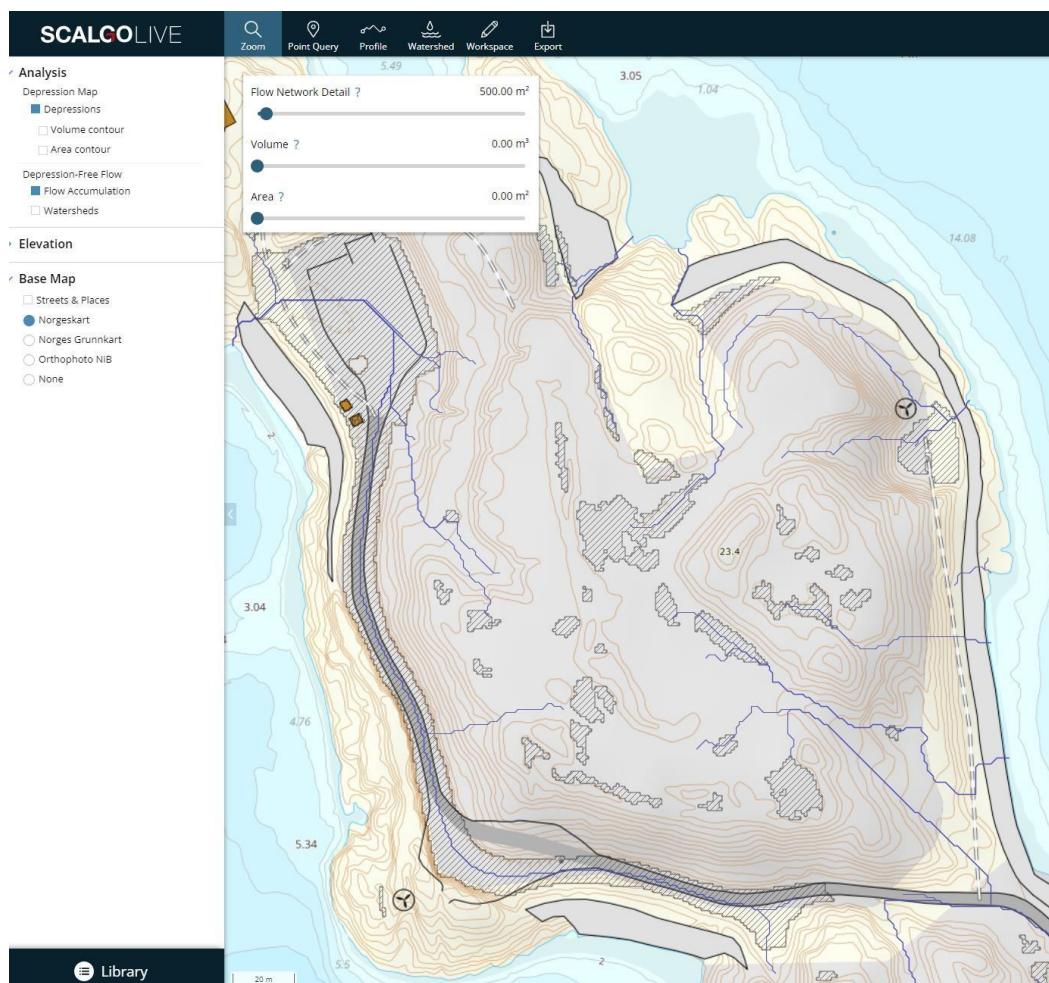
Toppen av deponiet er relativt flat og har en gressdekket overflate også på sidene er det tett gressdekke. Avrenningsfaktoren, c, som kan benyttes i dette tilfellet for hele deponiet er 0,3.

Det foreslås at grøftene på sidene tettes. Overflatevann vil da renne over oppsamlingsgrøftene og man unngår at dette vannet går inn i deponiet og danner sigevann. Det må lages et system for å lede overflatevannet over veien og ut til sjø.

Hvis man benytter høyeste anslag over sigevannsdannelse på 13514 m³/år, kan man ved tetting av grøftene rundt deponiet redusere sigevannsdannelsen med 30 % (c=0,3). Dette er en utvikling som vil ta tid siden deponiet som trolig er lavpermeabelt og trenger tid til drenering.

Årlig sigevannsmengde kan da teoretisk bli i størrelsesorden 9460m³.

Overflaten på deponiet har også noen forsenkinger (Figur 18).Figuren viser at vann kan samles opp og bli stående enkelte steder. Dette kan være potensial for unødvendig infiltrasjon og sigevannsdannelse. Kartet er trolig ikke helt oppdatert og det anbefales å ta en gjennomgang i felt for å avgjøre om forsenkinger kan fylles opp eller om grøfter kan lede vannet ut.



Figur 18 Skraverte områder viser forsenkinger i deponioverflaten. Blå streker viser avrenningsretninger (Scalgo, 2023).

Utslippsledning 3 har utslipp over havnivå (Figur 19). Utslipper over vann er en visuell forurensning som kan skape usikkerhet for de som bruker sjøområdene. Det er mest sannsynlig at det er natriumhydroksid som danner utfellingen. Dette stoffet kan være etsende. I tillegg vil et utslipp under havnivå gi bedre fortykning i resipienten (NGI, M-2520). Det foreslås å bore gjennom fjellknausen på bildet for å få et sikkert utslippspunkt under havnivå. Det antas at det kan bores på skrå fra fjellknausen til et utslipp ca 5 m under havnivå. Standard boring med borkrope på f.eks 140 mm vil ha kapasitet til å ta unna nødvendige vannmengder.



Figur 19 Utslipp over havnivå fra utslippsrør 3. Hvitt belegg er utfellinger.

8.1 Beregnet utslipp etter gjennomførte tiltak

Ved å utføre tiltakene beskrevet ovenfor kan en redusere sigevannsdannelsen med 30 %. Forutsatt at alt sigevann har samme konsentrasjon så vil utslippene reduseres tilsvarende som sigevannsmengden, se Tabell 11.

Miljørisikoanalyse og tiltaksplan

Storøy deponi

Oppdragsnr.: 52203318 Dokumentnr.: RIM02 Versjon: J01

Tabell 11 Beregnede utslipp kg/år etter gjennomføring av tiltak.

	Før tiltak	Etter tiltak	Før tiltak	Etter tiltak	
Parameter	Utslipp kg per år ved sigevannsmengde 8941 m ³	Utslipp kg per år ved 30 % reduksjon av sigevannsmengde 8941 m ³	Utslipp kg per år ved sigevannsmengde 13514 m ³	Utslipp kg per år ved 30 % reduksjon ved sigevannsmengde 13514 m ³	Tillatelse kg per år
Målepunkt	U1, U2, U3	U1, U2, U3	U1, U2, U3	U1, U2, U3	
Al (Aluminium)	111	78	168	118	
As (Arsen)	0.65	0.455	1	0.7	2.5
Ba (Barium)	2.1	1.47	3.1	2.2	
Ca (Kalsium)	431	302	652	456	
Cd (Kadmium)	0.03	0.021	0.04	0.028	
Co (Kobolt)	0.07	0.049	0.1	0.07	
Cr (Krom)	0.09	0.063	0.14	0.098	0.15
Cu (Kobber)	8.5	6.0	13	9.1	7.5
Fe (Jern)	5.5	3.9	8.4	5.88	
Hg (Kvikksølv)	0.0005	0.00035	0.0008	0.00056	0.001
K (Kalium)	41	28.7	61	42.7	
Mg (Magnesium)	0.68	0.476	1	0.7	
Mn (Mangan)	0.46	0.322	0.7	0.49	
Mo (Molybden)	10.4	7.3	16	11.2	
Na (Natrium)	1050	735	1587	1110.9	
Ni (Nikkel)	0.33	0.231	0.5	0.35	1
Pb (Bly)	0.03	0.021	0.047	0.0329	0.05
V (Vanadium)	98	68.6	148	103.6	
Zn (Sink)	14	9.8	22	15.4	54
Klorid (Cl-)	6216	4351	9396	6577	
Suspendert stoff	3463	2424	5235	3665	

Tab 11 forts	Før tiltak	Etter tiltak	Før tiltak	Etter tiltak	
Parameter	Utslipp kg per år ved sigevannsmengde 8941 m ³	Utslipp kg per år ved 30 % reduksjon av sigevannsmengde 8941 m ³	Utslipp kg per år ved sigevannsmengde 13514 m ³	Utslipp kg per år ved 30 % reduksjon ved sigevannsmengde 13514 m ³	Tillatelse kg per år
Målepunkt	U1, U2, U3	U1, U2, U3	U1, U2, U3	U1, U2, U3	
Ammonium + Ammoniakk som NH4+	44855	31399	67796	47457	
Totalt nitrogen (Tot-N)	43371	30360	65553	45887	
NAOH					

8.2 Thorntwaites formel

For å følge opp effekten av de avbøtende tiltakene kan Thorntwaites formel benyttes for å beregne utslipp kg/mnd, basert på nedbørsdata fra yr og analyseresultater av vannprøver.

Thorntwaites formel

E= Månedlig fordamping

$$E = (16 * \frac{T_n^a}{I})$$

T_n = Månedlig middeltemperatur

$$I = \sum_{1}^{12} i_n$$

$$i_n = (T_n/5)^{1,514}$$

$$a = 6751 * 10^{-10} * I^3 - 771 * 10^{-7} * I^2 + 1792 * 10^{-5} * I + 49239 * 10^{-5}$$

Månedlig nedbørsmengde fra yr eller tilsvarende tjenester minus E = netto nedbør (mm/mnd).

Areal nedbørsfelt (23 400 m²)

Netto nedbør (m/mnd) * areal nedbørsfelt (m²) = Avrenning (m³/mnd) Fase

2 (avrenningsfaktor er satt til 30 %, beskrevet i kapittel 8).

Avrenning (m³/mnd) * 0,7 = Sigevannsmengde (m³/mnd)

Utslipps mengde per mnd = sigevannsmengde * gjennomsnittskonsentrasjon i vannprøve

9 Konklusjon

- Ingen av jordprøvene i toppdekket overskrider normverdi.
- Toppdekket er av variabel kvalitet og tilfredsstillende ikke formelt kravene om 1 m komprimert leirjord, men intensjonen til toppdekket er fulgt.
- Skråningsstabilitet er stabil.
- Sigevannets gjennomsnittskonsentrasjoner overskrider AA-EQS og MAC-EQS for de fleste parameterne. Fortynningsfaktoren som er nødvendig for at sigevannet skal bli lavere enn AA-EQS og MAC-EQS vurderes som akseptabel i U1 og U2. I U3 kreves det høyere fortynning for å komme under AA-EQS og MAC-EQS, på bakgrunn av dette anbefales det å utføre tiltak for å øke fortynningseffekten av sigevannet ved utslipp til resipient.
- Utslipp over grenseverdi i tillatelsen for kobber må påregnes. Det anbefales å følge utvikling to år etter avbøtende tiltak er utført for å se effekten av dette. Om det ikke medfører endring i utslippsmengde for kobber må en vurdere om en skal endre utslippstillatelsen.
- Avbøtende tiltak for å redusere miljøbelastning vil være å lede overflatevann vekk fra drengroft, lede vann vekk i fra forsengkninger i deponiet eller lage dreneringsgrøfter og etablere utløp 3 under havnivå. De avbøtende tiltakene vil redusere sigevannsmengden og sigevannet blir ført ut på dypere vann som medfører større fortynning, dette vil redusere miljøbelastningen av resipienten.

10 Referanser

COWI. (2015). *Gjennomgang av avrenningsfaktorer - oppdrag A060729*.

Finn. (2023, 04). Hentet fra <http://www.finn.no> forurensningstilsyn, S.

(2003). *TA 1995/2003*.

Miljødirektoratet. (2016). *M608 - Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota*.

NGI, N. N. (M-2520). *Vurdering av sgievann fra deponier i Norge. ngu*.

(2023). Hentet fra www.ngu.no

norge i bilder. (2023, 05). Hentet fra www.norgebilder.no

Scalgo. (2023). Hentet fra www.scalgo.com

Veritas, D. N. (2002). *Miljøvurdering av deponi, utslipp til sjø*.

Veritas, D. N. (2011). *Avslutningsplan Storøy deponi*.

11 Vedlegg

Vedlegg A – Feltlogg for miljøtekniske grunnundersøkelser

Vedlegg B – Gassundersøkelser

Vedlegg C- Analyseresultater miljøtekniske grunnundersøkelser

Vedlegg D – 52203318-RIG-01- Vurdering av toppdekket

Vedlegg E – 522003318-RIG-02- Skråningsstabilitet

Vedlegg F – Analyseresultater sigevannsprøver