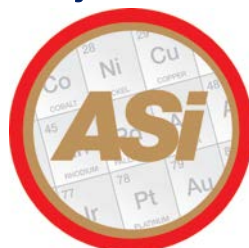




ETTERDRIFT AV RÅDAL AVFALLSDEPONI MILJØOVERVÅKNINGSPROGRAMMET 2021

HARDANGER MILJØSENTER AS
Utført av Dr. Joar Karsten Øygard



FORORD

Hardanger Miljøsentor AS har på oppdrag fra Bergen kommune, Bymiljøetaten ved Natalia Staren utført prøvetaking, analyse og utarbeiding av årsrapport for overvåkningen av Rådalen avfallsdeponi i Bergen kommune. Prøvetakingen har blitt spredd ut over året med kvartalvise prøvetakingsrunder. Prøvene er da hentet inn og analysene startet på laboratoriet samme dag som prøvene er tatt ut. Alle analyser er utført som akkrediterte analyser av laboratoriepersonell ved Hardanger Miljøsentor AS. Prøvetakingen er koordinert av laboratorieleder Åshild Oma, som også har rapportert analysedata i regneark etter endt analyse. Årsrapport med oppsummering av resultat og tolking av data er utført av Dr. Joar Øygard.

Odda 28.02.2022

Innholdsfortegnelse:		Side:
	Sammendrag	3
1.	Innledning	4
2.	Bakgrunn	5
2.1	Grunnvann og overflatevann	5
3	Vurdering av sigevannprøver	6
3.1	Analyseresultat for sigevann	10
3.1.1	Sigevann ifra pumpestasjon Pålamyra	10
3.1.2	Trendlinje for utvalgte parameter	11
3.1.3	Utvidet 5. årig analyseprogram for sigevann	13
3.1.4	Toksisitetsvurdering av sigevannet	14
3.1.5	Sigevannsediment ifra Pålamyra	15
3.1.6	Totalutslipp ifra deponiet via sigevannet ved Pålamyra pumpestasjon	17
4.	Vurdering av kvaliteten til ferskvannprøvene	19
5.	Grunnvannsbrønner	20
5.1	Grunnvannbrønn nr. 6	21
5.1.1	Utvikling av vannkvalitet i brønn 6 over tid	22
5.2	Grunnvannbrønn nr. 11	24
5.3	Grunnvannbrønn nr. 14	25
5.3.1	Utvikling av vannkvalitet i brønn 14 over tid	26
5.4	Konklusjon vedrørende miljøovervåking av grunnvann	28
6.	Kvaliteten til overflatevann	28
6.1	Vannprøve fra Pålamyrsbekken	30
6.2	Vannprøver fra overvanns avledningssystemet	34
7.	Konklusjon for ferskvann og sigevannprøver	36
	Vedlegg 1 Analyseresultat for sigevann igjennom 2021	37
	Vedlegg 2 Prøvepunkt for prøver tatt i 2021	49

SAMMENDRAG

Bergen kommune ved Bymiljøetaten har igjennom 2021 vært ansvarlig for miljøovervåkingen i henhold til etterdriften av Rådalen avfallsdeponi. Prøver av sigevannet ifra pumpestasjon ved Pålamyra har blitt tatt kvartalvis av innleid personell. Sigevannet blir analysert ihht. veileder TA-2077: 2005 («Sigevannsveilederen»). I 2021 ble det i tillegg til basis analyseprogram utført analyse av utvidet 5. årig analyseprogram på sigevann og sigevannsediment.

Sigevann

Konsentrasjoner av de fleste målte parameter var igjennom 2021 på sammen nivå som i foregående år. Sigevannet har som tidligere et forholdsvis lavt nivå av løste salter, nitrogen og KOF. Det er et forholdsvis lavt nivå av organisk stoff i sigevannet. Jernnivået er som forventet forholdsvis høyt, men nivået av tungmetall og organiske miljøgifter er generelt lavt. Det ble for sigevannet ikke påvist noen akutt toksisk effekt eller langtids toksisk effekt på vannlevende organismer eller planter.

Den totale sigevannsmengden for sigevann Pålamyra ble estimert til 402468 m³ iløp av året. Det er generelt lave konsentrasjoner av tungmetall og organiske miljøgifter i sigevannet, og sammenstilt med sigevannsmengde gir dette et moderat akkumulert utslipp av miljøgifter fra deponiet gjennom året. Siden sigevannet går via kommunalt renseanlegg før utslipp til sjø, så er det grunn til å tro at KOF belastningen og utslipp av miljøgifter som er absorbert på partikler i sigevannet er lavere enn det som blir estimert som akkumulert utslipp.

Tidsserier med parameter i sigevannet viser klar nedgang siden tidspunktet deponiet blir nedlagt, men en liten nedgang for de undersøkte parameterne de siste 10 årene.

Overflatevann (Pålamyrbekken)

Vannet i Pålamyrbekken har en svært dårlig vannkvalitet med et svært høyt nivå av total-nitrogen og organisk stoff. Vannet i bekken er sannsynligvis tilført en del sigevann på stekningen som rørledningen renner igjennom deponiet .

Overflatevann i åpen grøft

Prøve av overvann i åpen grøft som renner ut i Melkeviken viser at vannet har et noe høyt nitrogeninnhold, men har ellers lave metallnivå.

Grunnvannsbrønner

Det var iløp av året ingen indikasjoner på at grunnvannet i avrenningssoner sør og nord for deponiet var påvirket av sigevann. Vannet fra grunnvannsbrønn 14 har en forholdsvis dårlig vannkvalitet med et noe høyt nitrogen nivå, men som følge av fravær av ammonium-nitrogen og en lav ledningsevne så blir det konkludert med at grunnvannet ikke blir påvirket av sigevann.

1. INNLEDNING

Avfallsdeponiet i Rådalen ble avsluttet i 1997. For alle avfallsdeponi så foreligger det krav om etterdrift av deponiet i 30 år etter avslutning. Som del av dette kravet er overvåkning av vannressurser rundt deponiet, og sigevann fra selve deponiet. Ansvar for etterdriften av Rådalen avfallsdeponi ligger hos Bergen kommune. Når et avfallsdeponi er nedlagt og det ikke forekommer ytterligere deponering av masser der, vil det normalt over tid være en nedgang i nivåene av metall, løste salter og næringsstoff via sigevannet fra deponiet. Nedgangen til nivå som tilsvarer bakgrunnsnivå vil likevel gå svært sakte (over en periode på opp mot 100 år) med forskjell i graden av nedgang for forskjellige stoffgrupper. Det er også en risiko for at nedbrytningsprosessene i deponiene kan endre seg, slik at det på et tidspunkt forekommer økninger i utlakingshastigheten fra deponiet. Slike endringer i deponiene er ikke ønskelige, men vil kunne overvåkes ved prøvetaking av sigevannet.

Eventuelle lekkasjer av sigevann fra deponiet ned til grunnvann under eller rundt deponiet vil kunne medføre betydelige skader på vannressursen. Slik lekkasje kan forekomme i tilfeller dersom det ikke er noen form for bunntetting under deponiet, eller eventuelt at det forekommer sprekkdannelser i bunntettingen som finnes slik at sigevannet kan trenge ned i grunnen under deponiet og dermed nå grunnvannet. På grunn av dette er det vanlig å ta prøver av grunnvann og overflatevann i området ved avfallsdeponi for å kunne påvise eventuell forurensing av vannet i området rundt deponiet. Siden Rådalen avfallsdeponi er såpass gammelt (etablert på slutten av 1960 tallet) er der ikke etablert bunntetting under deponimassene, men der er etablert tetningsvoller rundt deponiet for å unngå lekkasjer til omkringliggende områder.

Som vist på oversiktsbildet på første siden av rapporten, så er deponioverflaten i dag benyttet som jordbruksland. Dette er en god bruk av arealet, siden deponimassene da får ligge mest mulig i ro, og ikke blir påvirket av graveaktivitet eller lignende. Overflatevann fra de omkringliggende områder er ledet utenom deponiet ved å bli ledet i kanaler som vist i venstre kant på bildet.

2. Bakgrunn

2.1. Grunnvann og overflatevann

For grunnvann er risikoen at sigevann skal sige ned i grunnen under deponiet, eller ut fra deponiet og inn på omkringliggende områder. Generelt vil en eventuell forurensing av grunnvann være miljømessig alvorlig siden sigevannet fra deponiet har et svært mye høyere nivå av blant annet nitrogenforbindelser enn rent overflatevann eller grunnvann vil ha. Ved eventuell forurensing av grunnvann eller overflatevann vil de ta svært lang tid før det har normalisert seg etter at tilførsel av sigevann er stoppet. Spesielt nitrogen

forbindelser vil foreligge lenge i grunnvannet etter en forurensingsepisode, siden nitrogenforbindelsene vil binde seg til jordmassene og dermed vaskes ut svært sakte.

Risikoen for forurensing av overflatevann som bekker og elver er også åpenbart ved tilsig av sigevann til bekker eller elveløp. Her er derimot potensialet for utbedring av en eventuell forurensingsepisode bedre, siden vannutskiftingen er forholdsvis høy. Påvirkning av overflatevann kan skje f.eks. ved driftsstopp på sigevannspumper slik at sigevannsnivået i deponiet stiger og dermed renner over etablerte tetningsvoller.

For å holde oversikt over ferskvannskvaliteten i området rundt deponiet i Rådalen blir det tatt prøver av tre grunnvannsbrønner, i tillegg til prøvepunkt i overvannsnett. Brønnene representerer grunnvannsstrømmen i fjell i to retninger i forhold til deponiet. Dette gjelder grunnvanns strøm nord-østover og sørover i forhold til deponiet. En tredje grunnvannsbrønn i løsmasser representerer grunnvann i løsmassene vest for Fanavegen. Det var ingen referansebrønn i drift siden tidligere brønn ble ødelagt som følge av etableringen av massedeponiet knyttet til tunellbygging på E39. Det var tidligere en brønn i drift øst for Fanaveien (brønn 10), men også denne ble tatt ut av drift i 2020 på grunn av at lokasjonen kom i konflikt med det nye tunnelprosjektet på E39. Der er dermed ikke kontrollbrønn for grunnvannsstrøm nord-øst for deponiet.

Tabell 1. Oversikt over de 3 grunnvannsbrønnene i området rundt deponiet som det ble tatt prøver av i 2021. Se også kartskissen i vedlegg 1.

Identitet:	Plassering:	Brønntype:	Tilstand på vann:
Grunnbrønn 6	Midt på Hordnesvegen langs deponi (ved innkjøring Stend jordbruksskole)	Fjellbrønn	Klart vann uten farge og lukt
Grunnbrønn 14	Sør for Hordnesvegen (ovenfor Melkevika)	Fjellbrønn	Klart vann med noe sulfid lukt
Grunnbrønn 11	Grønnestølen (vest for Fanavegen)	Løsmassebrønn	Vann med mye farge og partikler. Illeluktende vann.

For å i størst mulig grad forhindre kontakt mellom overflatevann og de deponerte avfallsmassene, er elven som opprinnelig rant igjennom det som i dag er deponiområde ledet utenom deponiområdet i en åpen renne. Elven renner da igjennom deponiområdet ifra det tidligere FSG verkstedet i nord, via lokaliteten til sigevann pumpestasjonen ved Pålamyra, og til Melkeviken sør for deponiområdet (figur 11 og 12). For å vurdere tilførselen av forurensende elementer til vannet så har det i 2021 blitt tatt prøver fra forskjellige steder i denne vannressursen.

I tillegg til overvannet som ledes ut i Melkeviken i en åpen bekk, så blir det som tidligere var Pålamyrbekken ledet ut i Fanafjorden i en rørledning (figur 9). Pålamyrbekken leder

overflatevann fra deler av deponiet i en rørledningen slik at kontakt med deponimassene unngås.

3. VURDERING AV SIGEVANNPRØVER

Det har igjennom 2021 blitt tatt prøver av sigevann fra prøvepunkt ved pumpestasjon ved Pålamyra. Sigevannsmengden er estimert utfra driftstid og kjent pumpekapasitet på sigevannspumpene. Sigevannsmengden vil i stor grad være avhengig av nedbørsmengden igjennom året, og i noe mindre grad av faktisk luft temperatur som vil avgjøre fordampingen av nedbøren ifra deponioverflaten. Ved store nedbørsmengder som overstiger kapasiteten til sigevannspumpene, vil overløp av sigevann gå i på ledningen for Pålamyrsbekken og deretter ledes ut på 40 meters dyp utenfor Melkeviken. Det har ikke gått sigevann til overløp i 2021. Eventuelt overløp kan måles med akustisk måler i sigevannskummen.

I tillegg til nedbør som faller på selve deponioverflaten så vil også vann fra avfallslagerene i fjellhallene til FSG være inkludert, og også vaskevann fra FSG sitt mottaksanlegget for avfall. Sigevann fra fjellhallene til FSG utgjorde ikke mere enn 6843 m³ iløp av 2021, og representerer altså et svært lite volum sammenlignet med den total sigevannsmengden fra deponiet. Data som er framlagt fra FSG for analyse av dette avløpsvannet i 2021 viser at konsentrasjonene av parameter enten er omtrent like med sigevannet fra deponiet, eller en del lavere. Det kan konkluderes at avløpsvannet fra FSG ikke medfører noen forverring av sigevannet som blir prøvetatt ved pumpestasjonene på Pålamyra. FSG hadde ikke vannmengde for vann tilført fra mottaksanlegget for avfall og heller ikke analyseresultat for dette vannet, slik at påvirkningen fra dette vannet per i dag ikke kan vurderes.

Etter avtale med Statsforvalteren vil det i mars 2022 ble levert en egen vurdering av påslipp til sigevanns og overvannssystemet fra andre aktører/forurensningskilder enn avfallsdeponiet.

Den totale sigevannsmengden ved pumpestasjonen ved Pålamyra blir estimert med utgangspunkt i driftstid for dreneringspumpene. Sigevannsmengden ble i 2020 estimert til 297 655 m³. For 2021 blir sigevannsmengde estimert til 402468 m³. Variasjonen av sigevannsmengden er vist i figur 3. Figuren viser tydelig forskjellen i sigevannsmengde ved perioder med mye og lite nedbør. Årsaken til den høyere sigevannsmengden i 2021 sammenlignet med 2020 er uklar. Nedbørsmengden ved meteorologisk målestasjon Bergen Florida var 3055 mm i 2020, men kun 2161 mm i 2021. Likevel er sigevannsmengden betydelig høyere i 2021 sammenlignet med 2020. Det har vært arbeid med terrengheving av et areal i den nordre enden av deponiet (Stavollstjørna og Magnusbakken). Deler av Stavollstjørna benyttes også som et tre-depot for mellomlagring av trær som har blitt flyttet i forbindelse med Bybaneprosjektet. Det ble her observert at over-vanning av trærne nok tilførte en del væske til deponiet, men det er uklart om dette kan forklare

avviket i sigevannsmengde i 2021. Tabell 2 viser sigevannsmengden og nedbørsmengde for de siste 5 årene, og det er for de fem siste årene lite samsvar mellom nedbørsmengder og sigevannsmengder.

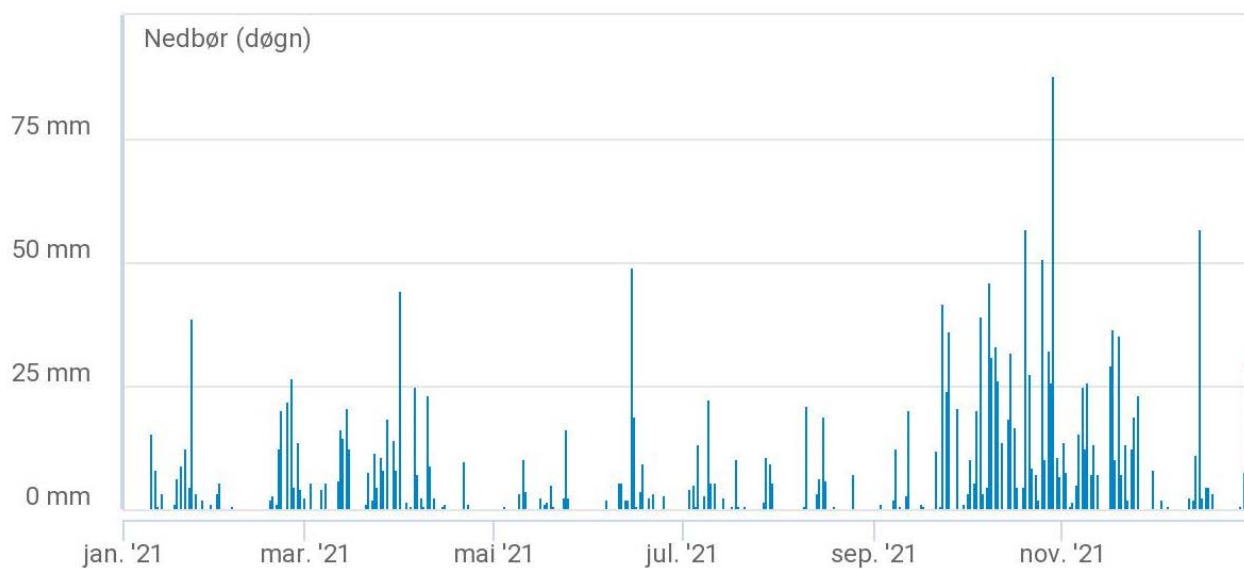
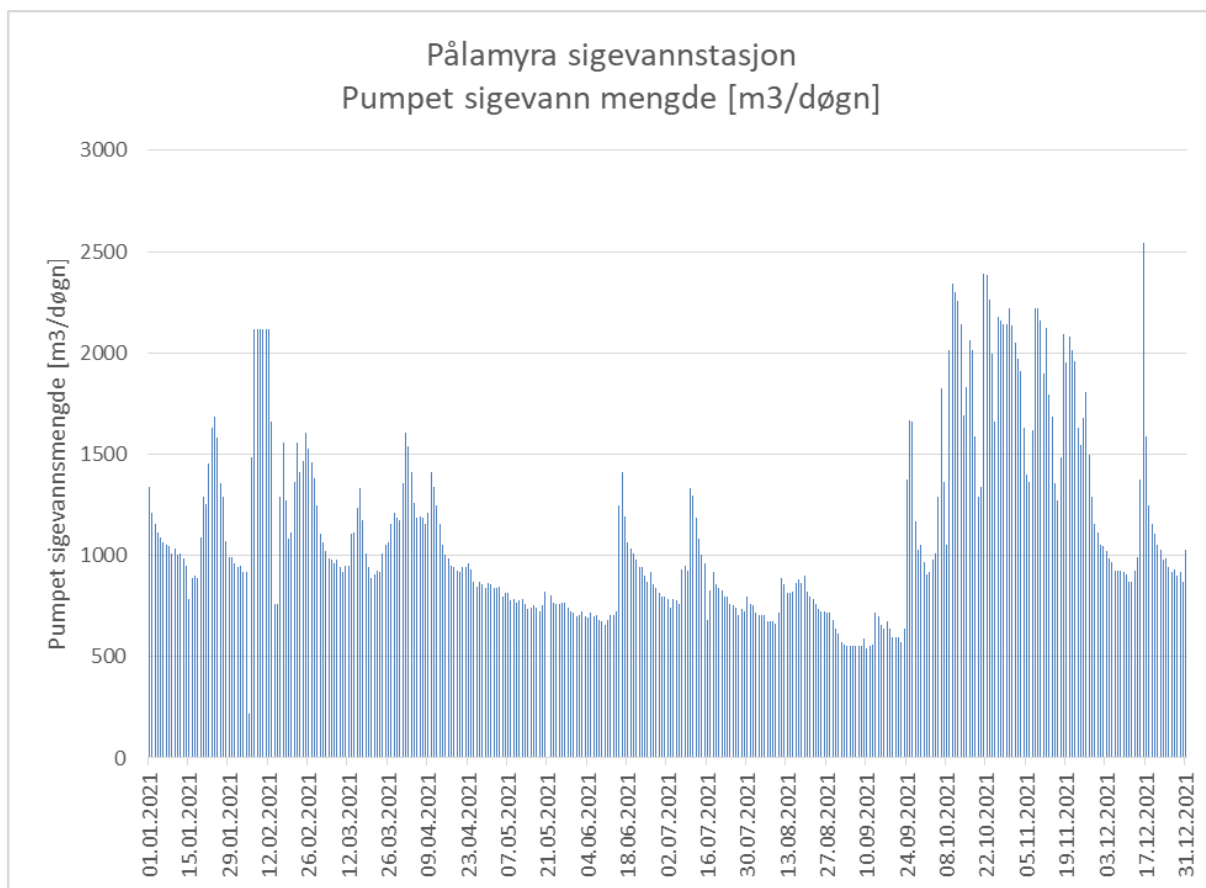


Figur 1. Sigevannprøven er tatt ut fra en stikkledning etter sigevannspumpene. Prøven blir tatt ut som en stikkprøve.

Tabell. 2 Estimerte sigevannsmengder ved Pålamyra pumpe-stasjon 2015-2021.

Årstall	Sigevannsmengde	Målt nedbør iløp av året ⁽¹⁾
2017	555006	3092
2018	437053	2387
2019	340347	2347
2020	297655	3055
2021	402468	2161

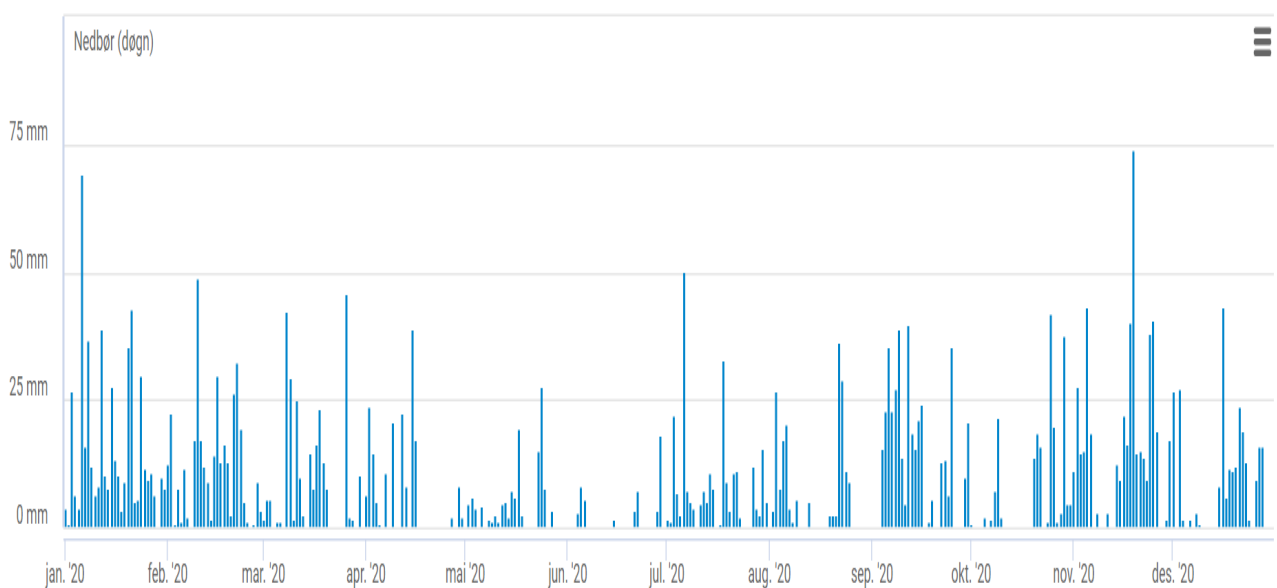
1) Nedbørsmengden er målt ved meteorologisk målestasjon Bergen Florida for hvert enkelt år.



Figur 2. Sigevannsmengde per døgn fra pumpestasjonen ved Pålamyra igjennom 2021, og samtidig nedbørsmengde målt ved Bergen Florida.

Det er ikke registrert overløp av sigevann igjennom 2021, slik at sigevannsmengden kan beregnes ved bruk av driftstid på pumpene. Det har så langt ikke blitt kvantifisert

vannmengde til overløp, men fra 2022 vil mengde overløp estimeres ut fra akkustisk måler i sigevannskummen. Driftstiden på pumpene som vist i figur 3 viser godt samsvar med nedbørsmengder i samme perioden. Tilsvarende målinger for sigevannet som i 2021 er vist i figur 4.



Figur 3. Sigevannsmengde per døgn fra pumpestasjonen ved Pålamyra igjennom 2020, og samtidig nedbørsmengde målt ved Bergen Florida.

Det er tydelig fra figur 3 at det var lavere mengder pumpet sigevann i 2020 sammenlignet med 2021.

3.1 Analyseresultat for sigevann

Sigevannet ifra Pålamyra ble igjennom 2021 prøvetatt kvartalvis som en stikkprøve. Overvåkningsprogrammet for sigevannet er utarbeidet utfra veilederen for deponiovervåkning (veileder TA-2077: 2005). Denne veilederen angir også prøvetaking av et 5-årig utvidet analyseprogram med fokus på organisk miljøgifter samt toksiske effekt. Det utvidede analyseprogrammet ble utført i 2021, slik at sigevannet ved hvert av de 4 kvartalvise prøvetakingsrundene ble analysert for både basisprogram og 5-årig utvidet program. Sigevannsprøvene er tatt som stikkprøver rett fra det strømmende sigevannet i sigevannsledningen. Etter prøvetaking er prøvene transportert til laboratoriet med oppstart av analyser / konservering samme dag som prøve er tatt. Analyseresultatene for 2020 og 2021 er vist i tabell 3.

3.1.1 Sigevann ifra pumpestasjon ved Pålamyra

Sigevannet har som tidligere år en nøytral surhetsgrad (pH 7,2 i snitt). Dette er normalt for sigevann fra kommunale avfallsdeponi, og viser at det ikke forekommer surning av avfallsmassene. Ledningsevnen til sigevannet er helt lik som i 2020, og ligger på et moderat nivå. Kloridnivået er noe høyere enn for 2020, men er som for ledningsevnen moderat. En vil forvente et moderat nivå av lett løselige salter i sigevann fra et deponi som har vært avsluttet såpass lang tid. Nedgang i f.eks. kloridnivået i sigevann fra avfallsdeponi tar likevel svært lang tid, siden sigevannet vil renne i kanaler med lite motstand i avfallsmassene, og dermed vil det hele tiden være deler av massene som har begrenset kontakt med sigevann.

Den målte mengden av suspendert stoff er noe høy, og høyere enn det som ble målt i 2019 og 2020, men tilsvarende det som ble målt i 2018. Mengden suspendert stoff vil være en kilde til både metall og organiske miljøgifter i sigevannet, siden miljøgiftene gjerne vil være bundet til partiklene i sigevannet. En vesentlig del av det suspendert stoffet består av jern som feller ut fra sigevannet straks etter tilførsel av luft. Det er et noe høyt jernnivå i sigevannet og dermed kan dette tildels forklare mengden av suspendert stoff. Ved etablering av et renseanlegg for sigevannet så vil en kunne oppnå god renseeffekt for suspendert stoff.

Det er som tidligere år moderate nivå av fosfor i i sigevannet. Det er få kilder til fosfor i deponimassene, og dermed er det i dag forholdsvis lave fosfor nivå i sigevannet. Fosfornivået i sigevannet igjennom 2021 tilsvarer omtrent fosfornivået i godt rensset avløpsvann. Nitrogennivået ligger på samme nivå som det som har blitt påvist i 2018 - 2020. Nitrogenforbindelsene foreligger 90 % som ammonium-nitrogen. Det er forholdsvis

lave nivå av nitrogenforbindelser i sigevannet. Nitrogen i sigevann kommer i stor grad fra nedbrytning av organisk stoff. Det er forventet med nedadgående mengder organisk stoff i deponimassene, så dermed er det også som forventet med moderate nitrogen konsentrasjoner i sigevannet. Urenset sigevannet fra norske avfallsdeponiet har et nitrogennivå som gjerne ligger i området 114 - 140 mg/l.

Som tidligere år så blir det påvist en forholdsvis lav konsentrasjon av TOC i sigevannet. Igjenom 2021 så blir et klart lavere TOC nivå sammenlignet med foregående år. TOC nivået i sigevann fra aktive avfallsdeponi vil gjerne ligg 10 ganger høyere enn det som blir påvist ved deponiet i Rådalen. Som for nitrogen nivået er det lave TOC nivået i sigevannet en god indikator på at det i dag er synkende mengder av organisk stoff i avfallsmassene i deponiet. Nedbrytningen av det organiske stoffet tar lang tid i et avfallsdeponi på grunn av det oksygenfri kjemiske miljøet i deponimassene.

Konsentrasjonen av jern er på linje med konsentrasjonen påvist i 2018 - 2020. Utslipp av jern vil normalt være høyt fra sigevann ifra kommunale deponi, og da spesielt fra eldre avfallsdeponi der det er deponert avfall der jern avfall ikke har blitt ut-separert. På grunn av betingelsen i deponimassene vil jern i avfallsmassene bli løst opp. De samme red-oks betingelsen vil derimot binde opp de fleste tungmetaller, slik at de ikke lekker ut ifra deponiet. Det tar generelt lang tid før jernnivåene i sigevann vil synke i avsluttede avfallsdeponi, siden oppløsningen av jern i avfallsmassene vil gå sakte.

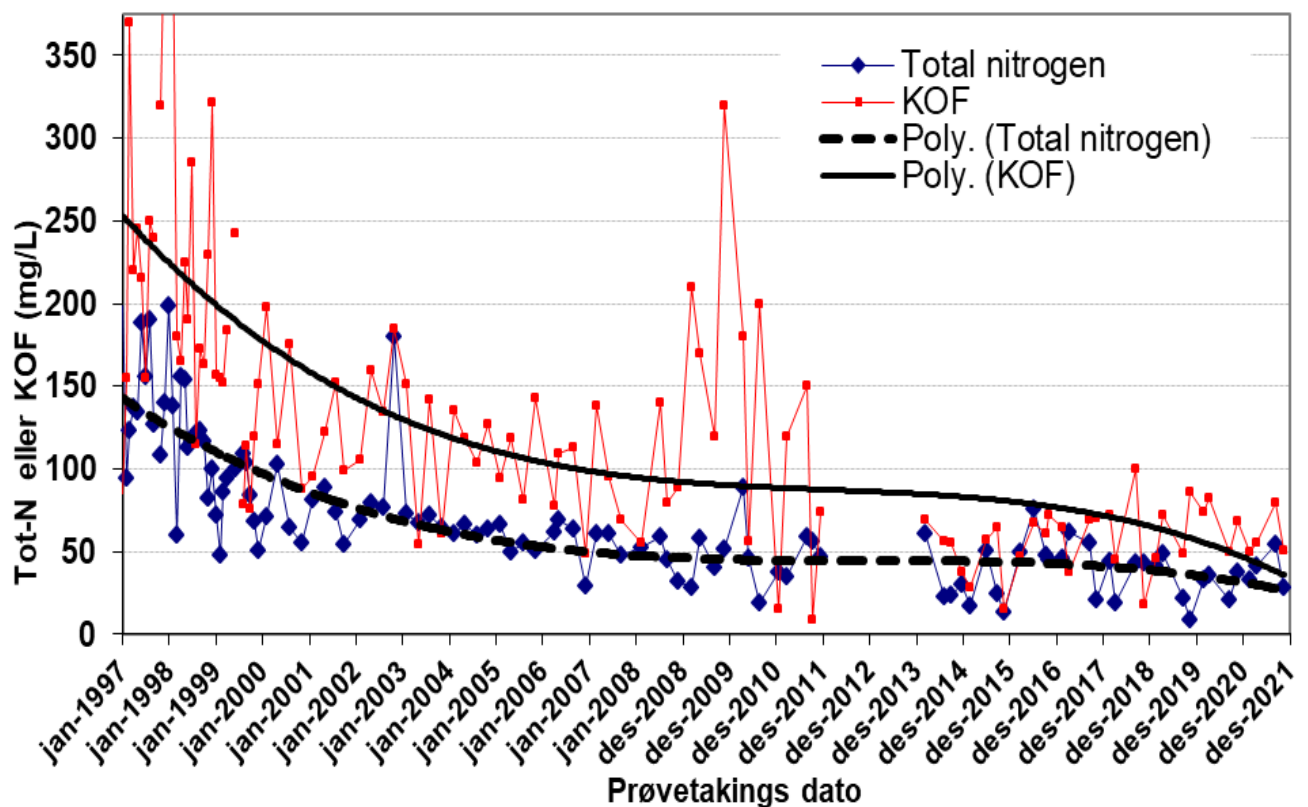
Som tidligere år er tungmetallinnholdet i sigevannet lavt for alle målte tungmetall bortsett fra sinknivået. Også kobber og sinknivået er lavt i sigevannet, men konsentrasjonene er klart høyere enn de øvrige undersøkte tungmetallene i sigevannet. Dette er et resultat av at sink og kobber er de av tungmetallene som foreligger i høyest konsentrasjon i deponimassene.

Det ble kun påvist et svært lavt nivå av aromatiske løsemiddel i sigevannet igjenom 2021. Som tidligere år er det kun xylener som blir påvist i sigevannet. Det ble påvist et lavt oljenivå i tre av de fire målingene i 2021. Det ble derimot påvist PAH-forbindelser ved alle de fire målingene i igjenom 2021. Det er vanlig å påvise lave nivå av PAH-forbindelser i sigevann, siden disse forbindelsene i liten grad vil bli nedbrutt over tid, og gjerne vil foreligge i lave konsentrasjoner i forskjellige avfallsmasser.

3.1.2 Trendlinjer for utvalgte parameter

Det er forventet å ha synkende nivå i sigevannet ettersom det går lengre tid siden deponi ble avsluttet. Det endelige målet for et avfallsdeponi er deponimassene skal være inerte og ikke medføre noen miljømessig risiko. En slik utvikling tar derimot svært lang tid (opp mot 100 år), og selv over den pålagte etterdriftsperioden på 30 år vil det være begrenset reduksjon i avrenning fra deponimassene.

For å studere utvikling av utvalgte parameter i sigevannet, er plott av påviste verdier for parameteret fra januar 1997 og frem til i dag vist i figur 4 og 5. KOF og nitrogen i sigevannet vil generelt være et resultat av nedbrytning av organisk materiale i avfallsmassene. Som vi ser av figur 5 så er det en betydelig nedgang i KOF og nitrogen nivået de første 10 årene etter avslutning av deponiet. Fra 2007 og frem til i dag er derimot utviklingen i konsentrasjonene ganske flat for nitrogennivået. Utviklingen i KOF nivået viser derimot en tydelig reduksjon de siste 5 årene. Det er forventet merkbar reduksjon i både KOF og nitrogennivået de kommende årene.

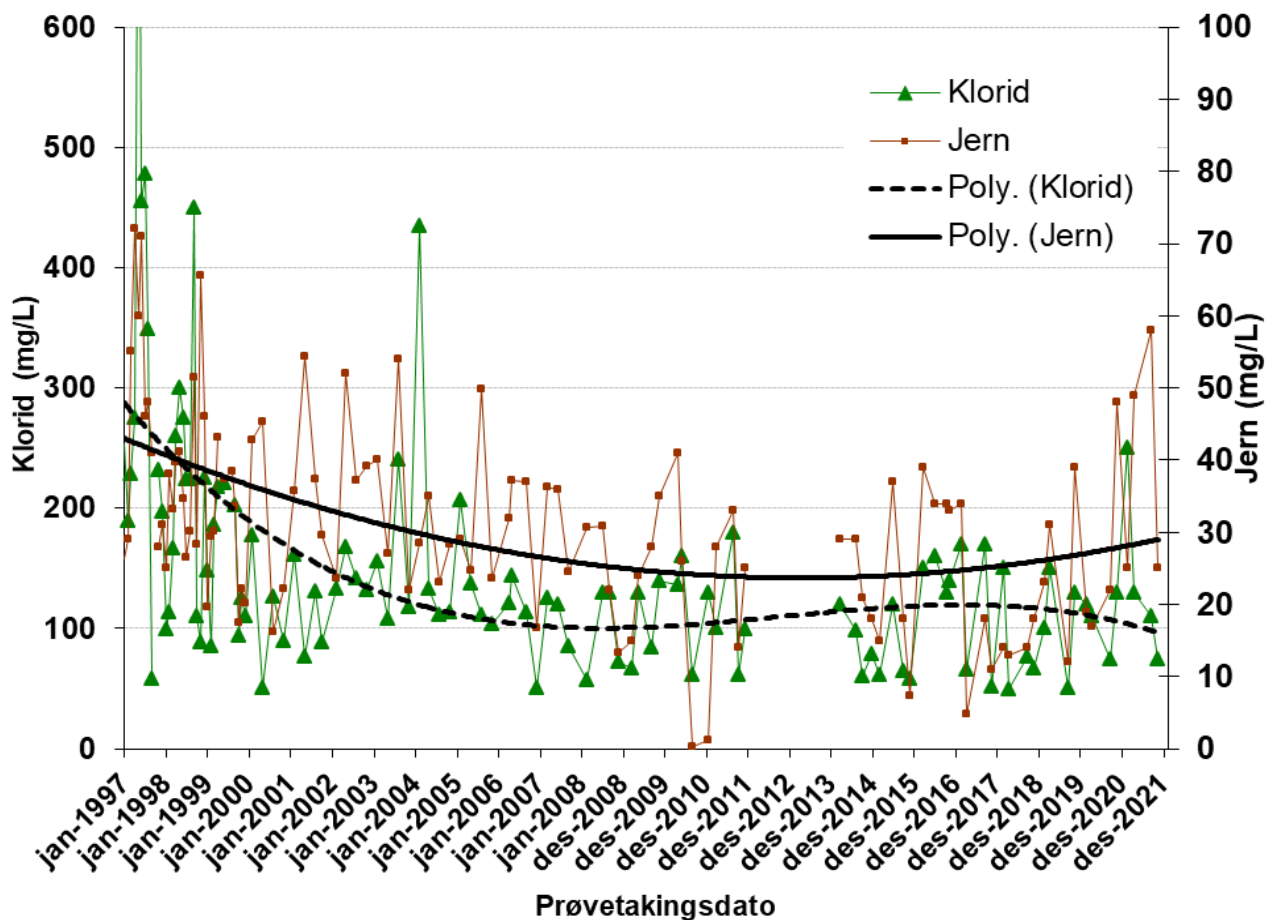


Figur 4. Utvikling av påvist konsentrasjon av KOF og Total-Nitrogen i sigevann fra Pålamyra i perioden januar 1997 til november 2021.

Figur 6 viser utviklingen av klorid og jernnivået i sigevann for perioden 1997 til november 2021. Disse to parameterne har ingen tilknytting til hverandre. Det er forventet en betydelig reduksjon i kloridnivået i sigevann i årene etter avslutningen. Fra 1997 til 2007 så blir kloridnivået i sigevannet redusert med over 60 %. Kloridnivået synker såpass rask siden klorid vil være lett løselige og vil dermed vaskes rask ut fra massene. Fra 2007 og fram til 2021 har det derimot ikke vært noen ytterligere reduksjon. I en periode så kan det se ut til at det har vært en økning i konsentrasjonene i sigevannet. Dette kan være forårsaket av en reduksjon i sigevannsmengde i denne perioden, noe som kan gi en lavere grad av fortykning av sigevannet. Den manglende reduksjonen av klorid i

sigevannet de siste 15 årene kan være et resultat av kanalene for sigevannstrøm som danner seg i deponiet, og som gjør at utvaskingen fra massene tar lang tid.

Med omsyn på jernnivået i sigevannet så har det vært en beskjeden reduksjon siden avslutningen av deponiet. Dette er et resultat av at jern, for å kunne løses i sigevannet, vil måtte oksideres fra metallisk jern til Fe(II) av prosesser som går relativt sakte. Over tid vil det være en reduksjon i konsentrasjonen i sigevannet, men siden det er en del jern i avfallsmassene og prosessen med å løse gjerne går sakte, så må en forvente relativt høye konsentrasjoner i mange år.



Figur 5. Utvikling av påvist konsentrasjon av klorid og jern i sigevann fra Pålamyra i perioden januar 1997 til november 2021.

3.1.3 Utvidet 5. årig analyseprogram for sigevann

Det ble igjennom 2021 tatt prøver for analyse av det utvidede 5. årige analyseprogrammet for sigevannet. Resultatene er oppsummert i vedlegg 1. Det utvidede analyseprogrammet for sigevann består av en utvidet liste med grunnstoff og en rekke organiske miljøgifter som ellers ikke inngår i basis analyseprogrammet for sigevann. Dette analyseprogrammet utføres normalt kun hvert 5. år.

Det ble påvist kun lave nivå av tungmetallene som ble analysert ihht. utvidet program. Som forventet ble det påvist forholdsvis høye konsentrasjoner av kalsium og magnesium i vannet. For de fleste av de undersøkte miljøgiftene i sigevannet ble det ikke påvist noe av forbindelsene. Dette er som forventet siden deponiet etterhvert er ganske gammelt. Selv om nedbrytningen av disse forbindelsene tar svært lang tid så vil det forekomme nedbrytninger av stoffene. Noen av disse forbindelsene vil også forsvinne fra deponimassene via deponigass.

Det ble påvist et lavt nivå av bisfenol-A og tetrabrom bisfenol A. I tillegg var lave nivå av HBCD forbindelser og PBDE-209. Alle disse forbindelsene har tidligere vært ganske vanlig å bruke som overflatebehandling i forskjellige materialer.

Det blir påvist et lavt nivå av tributyltinn. Tributyltinn ble tidligere brukt en del i forbindelse med overflatebehandling av blant annet båtskrog for å hindre groing på skroget. Det er dermed ikke overraskende å finne lave konsentrasjoner av disse stoffene i sigevannet. Ved den ene av fire prøvetakingsrunder så ble det påvist moderate konsentrasjoner av fenoletoksilater. Det ble i tillegg påvist et lavt nivå av forskjellige fenoksyryrer. Mange organisk miljøgifter som er undersøkt har svært liten løselighet i vann, men fenoksyryrer og fenol-forbindelser er grupper av organisk miljøgifter som har noe løselighet i vann. Disse gruppene av miljøgifter blir derfor ofte påvist i sigevann i høyere konsentrasjoner enn andre organisk miljøgifter.

Ut fra analysene som er gjort av de utvidede analysepakkene igjennom 2021 så kan det konkluderes at det generelt er lave eller ikke påviselige nivå av organisk miljøgifter i sigevannet.

3.1.4 Toksisitetsvurdering av sigevannet

Det ble utført måling av akutt toksisitet (Microtox) for sigevannet ved alle de fire prøvetakingsrundene på sigevannet. Microtox analysen blir gjort ved å tilsette varierende volumet av sigevann prøvene til kolonier med bakterien *Vibrio Fisheri*, der en måler levedyktigheten til bakterier før og etter tilsatsen av vannprøvene. Denne bakterien har en fluoriserende effekt og levedyktigheten/ kolonistørrelsen kan måles ved å måle luminescens fra kulturen. Med utgangspunkt i microtox testen ble det ikke påvist noen akutt toksisk effekt for sigevannet.

I de utvidede analysene som ble gjort som del av den 5. årige analysen på sigevannet så ble det også utført 3 toksisitetstester i tillegg til microtox testen. Det ble utført toksisitetstester om testet toksisitet på vannlevende krepsdyr, vannlevende alger / planter og mutagene egenskaper for sigevannet. Det var ingen påviselige toksisk effekt i de tre forskjellige toksisitetstestene som ble utført. Det blir altså ikke påvist noen toksiske effekter for sigevannet fra Rådalen avfallsdeponi.

3.1.5 Sigevannsediment ifra Pålamyra

Det blir tatt en årlig prøve av sigevannsediment fra sigevannet ved Pålamyra pumpestasjon. Sigevannsediment ble samlet opp ved sedimentering av sediment fra sigevann og utseparering ved filtrering. Oppsamlet faststoff representerer da suspenderte partikler (suspendert stoff) i sigevannet som har felt ut ifra sigevannet i ledningsnett. Siden metall har en tendens til å danne partikler ved agglomerering eller feste seg på partikler i sigevannet, og de organiske miljøgiftene også vil binde seg til faststoffet i sigevannet, vil de oppsamlede sedimentene representerer en vesentlig del av miljøgiftene i sigevannet.

Analyseresultat for sigevannsedimentene er vist i vedlegg 1.

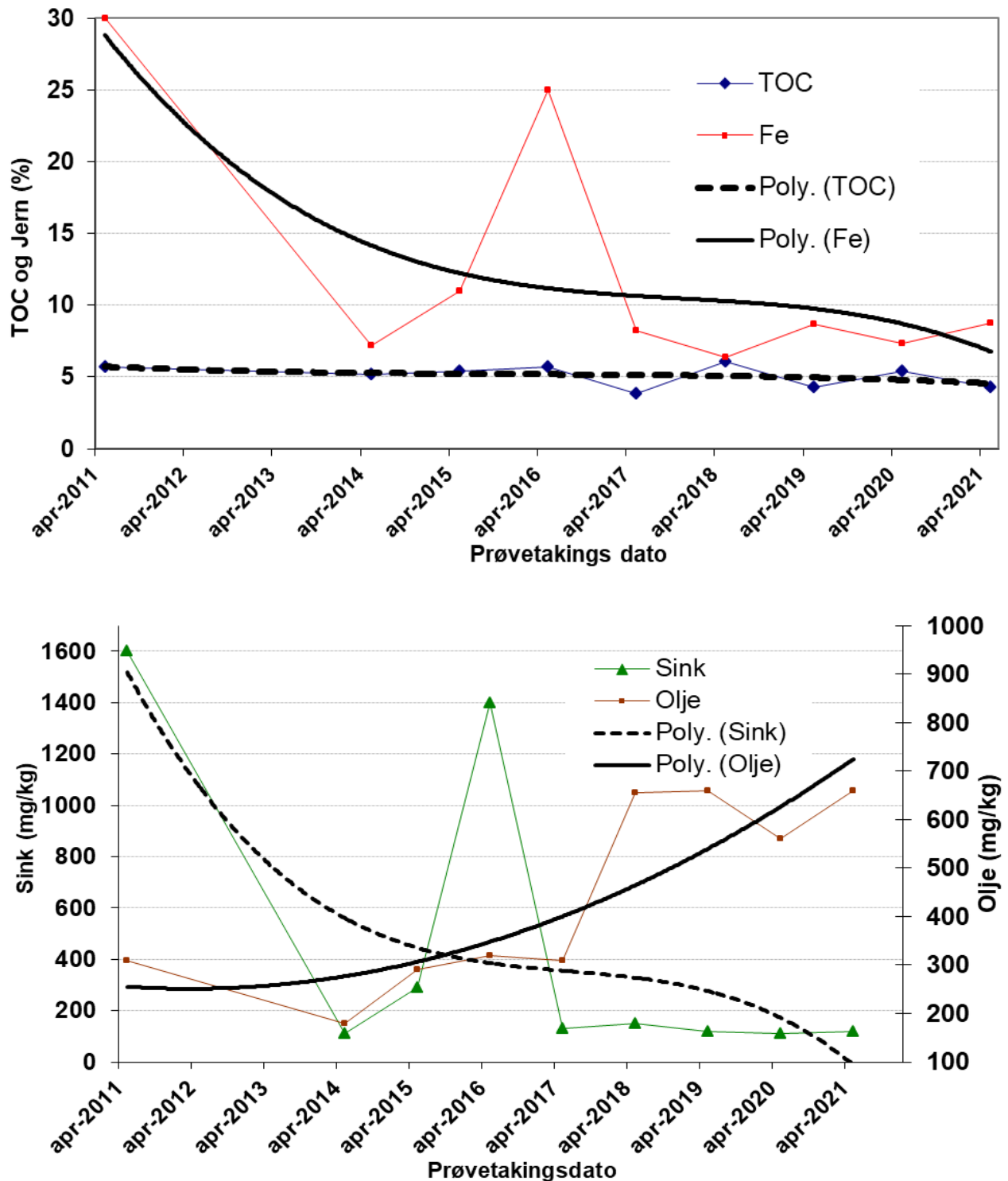
Sedimentprøven hadde et jerninnhold på 6,6 % jern, noe som tilsvarer omtrent 10 % jernoksyd (Fe_2O_3). Jern i avfallsmassene vil løse seg i det anoksiske miljøet i deponimassene, og løst jern (foreliggende som Fe(II)) vil raskt felle ut fra sigevannet ved tilgang til oksygen som oksyderer lett løselige Fe(II) til lite løselige Fe(III). Dermed vil sedimentene fra sigevann vanligvis ha et høyt jerninnhold når det er en del jern i deponimassene. Mengden organisk stoff (målt som TOC) i sedimentene er 5,2 %, noe som er normalt sammenlignet med sediment fra andre avfallsdeponi. Når andelen jern og organisk stoff er kvantifisert, så kan en anta at den resterende andel av sedimentene er inerte materiale som silt og sand. Sedimentene fra sigevannet består da i all hovedsak (over 80 %) som sand eller leire, og dermed må regnes som inert.

Som forventet, siden tungmetallkonsentrasjonen i sigevannet er svært lavt, er det generelt kun lave nivå av tungmetall i sigevannsedimentene. Alle tungmetallene som er undersøkt foreligger i konsentrasjoner som er lavere enn det som blir regnes som bakgrunnsnivå for rene sediment/ jord. Det var som tidligere år lave / moderate nivå av olje i sedimentene, med påvist olje hovedsakelig foreliggende som smøreolje (C16 - C35). Det blir påvist både PCB og PAH forbindelser i sedimentene. Nivåene er likevel lave, og sedimentene kan regnes å være forholdsvis lite forurenset («God» eller «Meget god») med omsyn på miljøgifter som tungmetall, olje og PAH/PCB. Konklusjonen etter analyse av sedimentene er altså at det har en svært lik tilstand som tidligere år, og at sedimentene fremstår som hovedsakelig lite forurenset.

Som del av det 5. årlige overvåkningsprogrammet for deponiet, så er det tatt ekstra analyser av en rekke organiske miljøgifter i sigevannsedimentene. En del organiske miljøgifter vil akkumuleres i sedimentene, siden disse forbindelsene vil binde seg til fast stoff heller enn være løst i vannfasen i sigevannet. Det er 2,3 % kalsium i sedimentene, men ellers foreligger de øvrige tungmetallene og grunnstoffene i lave konsentrasjoner.

Det blir påvist et lavt nivå av forskjellige bromerte flammehemmere i sedimentprøven. Det var da spesielt PBDE-99 og HBCD som ble påvist. Det ble også påvist et lavt nivå av bisfenol-A. Det ble påvist lave nivå av forskjellige alkyfenol forbindelser i sedimentene.

Det blir også påvist moderate konsentrasjoner av tributyl tinn og trifenylyttinn i sedimentprøven.



Figur 6. Tidsserie for TOC (%), jern (%), sink (mg/kg) og olje (mg/kg) i sigevannsedimentene.

Det ble ikke påvist klorbensener i sedimentene, men derimot ble det påvist et lavt nivå av klorerte parafiner. Det ble også påvist varierende lave nivå av en rekke polyklorerte naftalener. Det ble ikke påvist klorerte pesticider, og heller ikke dioksinforbindelser blir påvist i sedimentprøven. Det var dermed ingen av de organiske miljøgiftene som skilte seg ut med unormalt høye nivå. For en rekke av forbindelsene så er det ikke påviselige mengder i sedimentene, og de som kan påvises foreligger i lave konsentrasjoner.

For å se på utviklingen av sigevannsedimentene over tid så er tidsserier for utvalgte analyseparameter presentert i figur 6. Sedimentprøvene ble først tatt i 2021, slik at tidsserien er for årene 2011 - 2021. Det mangler data for 2012 - 2013 siden prøvetaking og analyser da ble utført av et annet selskap enn Hardanger Miljøsender AS. Det er ikke mulig å se noen spesifikke trender for konsentrasjonen av organisk stoff (TOC) eller jern i sedimentene. Nivået av organisk stoff i sedimentene har vært veldig stabilt igjennom hele 10-år perioden som prøvene er tatt.

Oljenivået har vist en økning i sedimentene over 10-årsperioden som de er tatt. Årsaken til dette er uklart, siden det ikke har vært noen økning i oljenivået i sigevannet. Sink nivået har vært litt varierende, men det kan ikke sees noen trend for konsentrasjonen av sink igjennom perioden 2011 - 2021.

3.1.6 Totalutslipp ifra deponiet via sigevannet ved Pålamyra pumpestasjon

Sigevannsmengden i 2021 er en del høyere enn det som ble målt i 2020. Total utslipp fra deponiet blir beregnet ved å multiplisere snitt verdier for den aktuelle parameteren med total sigevannsmengde iløp av året. Siden sigevannsmengden er klart høyere i 2021 sammenlignet med 2020, samtids som konsentrasjonene i sigevannet er ganske lik, så er det forventet at estimerte totale utslippsmengder er en del høyere i 2021 enn i foregående år.

Sigevannet blir ledet til kommunalt renseanlegg før utslipp til den endelige resipienten. Siden endelig resipient for sigevannet vil være sjøvann, vil utslipp av klorid, natrium og bor uansett ikke ha noen miljømessig betydning. Heller ikke jern og mangan utslippet medfører et miljømessig problem siden resipient sedimentene uansett har et noe høyt jern og mangan nivå helt naturlig. Det er også sannsynlig at en del av jernet blir renses ut fra sigevannet i det kommunale renseanlegget.

Sigevann har et moderat nitrogen innhold, men en av de forbindelsene som sannsynligvis medfører størst akutt miljøproblem ved utslipp til resipienten er ammonium-nitrogen og KOF utslippet. Det kommunale renseanlegget (Flesland renseanlegg) er driftet for spesifikt å rense vekk KOF ifra vannet, og det er grunn til å tro at utslippet av KOF til resipienten er klart lavere enn det som blir estimert som totalutslipp fra Rådalen. Det er vanskelig å rense ut løst nitrogen fra avløpsvann og reduksjonen av nitrogen i renseanlegget vil derfor være lav, slik at det er grunn til å tro at estimert totalutslipp kun

overestimerer utslippet til resipienten noe. Nitrogenutslippet vil medføre en gjødsling av resipienten som igjen medfører algevekst og forbruk av oksygen. Den høyere

Tabell 3. Gjennomsnittlige analyseverdier for sigevannet ved Pålamyra, og estimat av totalt utslipp til avløpsnett i 2021 (n=4).

Parameter:	Snitt kons. i 2021	Snitt kons. i 2020	Totalt utslipp 2021 ¹	Totalt utslipp 2020 ²
Fysikalske parametere:				
pH-verdi	6,8	6,7	-	-
Ledningsevne	129	120	-	-
	mS/ m			
Suspendert stoff	85	65	34,1 tonn	19,2 tonn
	mg/L			
Næringsstoff:				
Total nitrogen	39	32	15,7 tonn	9,5 tonn
Ammonium-N	35	33	13,9 tonn	9,7 tonn
Total fosfor	0,48	0,53	193 kilo	159 kilo
	mg/l			
Organiske stoff:				
TOC	16	34	6,3 tonn	10 tonn
KOC _{Cr}	59	69	23,7 tonn	20,4 tonn
BOF	< 16,5	< 5,7	< 6,6 tonn	< 1,7 tonn
	mg/L			
Kjemiske parameter:				
Klorid	141	109	56,7 tonn	32,4 tonn
Jern	39	26,5	15,7 tonn	7,9 tonn
Mangan	653	595	263 kilo	177 kilo
Natrium	107	99	43 tonn	29 tonn
Bor	< 0,160	< 0,225	< 644 kilo	< 679 kilo
	mg/l			
Tungmetall:				
Kvikksølv	< 0,017	< 0,017	< 6,8 gram	< 5,1 gram
Bly	4,4	6,8	1,8 kilo	2,0 kilo
Kadmium	< 0,08	< 0,11	< 32 gram	< 32 gram
Krom	7,0	5,9	2,8 gram	1,8 gram
Kopar	25	20	10,2 kilo	6,0 kilo
Sink	64	109	26 kilo	32 kilo
Arsen	1,18	1,5	475 gram	439 gram
Nikkel	5,5	5,4	2,2 kilo	1,6 kilo
	µg/l			
Org. miljøgifter:				
Sum aromater (BTEX)	< 1,4	< 0,93	< 563 gram	< 277 gram
Sum olje (C10-C35)	< 115	< 133	< 46 kilo	< 39 kilo
PAH (EPA-16)	1,46	0,85	589 gram	253 gram
	µg/l			

¹ Basert på sigevannsmengden 402 468 m³ i 2021.

² Basert på sigevannsmengden 297 665 m³ i 2020.

sigevannsmengden i 2021 sammenlignet med foregående år medfører et høyere totalutslipp i 2021, men totalutslippet av 15,7 tonn nitrogen ville uansett ha påvirket resipienten dersom det hadde vært en svak resipient. I dette tilfelle kan resipienten regnes som sterk med stor grad av vannutskifting, og det er lite sannsynlig at tilførselen av nitrogen fra sigevannet medfører noen målbar skade på resipienten.

Som følge av det lave nivået av tungmetall i sigevannet, så vil det kun være et lavt totalt utslipp av tungmetall fra deponiet. Den estimerte totale utslippsmengdene av de forskjellige tungmetallene var likt med eller litt høyere enn det foregående året. Selv om sigevannsmengden har gått opp i 2021, så er konsentrasjonen for noen del av tungmetallene i snitt lavere i 2021 enn i 2020. Iløp av 2020 ble det sluppet ut mindre enn 6,8 gram kvikksølv, mindre enn 32 gram kadmium og mindre enn 1,8 kilo bly. Siden metallene er forventet å foreligge i sigevannet bundet til partikler, så er det grunn til å tro at en del av metallene i sigevannet vil bli rensset ut av sigevannet i det kommunale renseanlegget før utslippet til resipienten.

Av de organiske miljøgiftene ble det estimert et totalt utslipp under 560 gram av aromatiske løsemiddel, mindre enn 46 kg olje og 590 gram PAH-16. På lik linje med tungmetallene er det grunn til å tro at de organiske miljøgiftene er bundet til partikler i sigevannet, og dermed i noen grad blir rensset ut fra vannet i det kommunale renseanlegget.

Den faktiske belastningen på resipienten fra metallene og de organiske miljøgiftene er uklar, siden en vesentlig del av partiklene som vil være kilden til miljøgiftene i sigevannet vil bli rensset ut i det kommunale avløpsrenseanlegget. Dette gjelder også KOF og i noen grad organisk stoff i sigevannet. Det er liten grunn til å tro at miljøgiftene i sigevannet vil ha noen akutt giftighet i resipientvannet. Det er uansett ingen påvist akutt giftighet målt i selve sigevannet, og dermed er det enda mindre grunn til å tro at sigevannet etter rensing vil medføre noen akutt giftighet.

4. VURDERING AV KVALITETEN TIL FERSKVANNPRØVENE

For å påvise eventuelle påvirkninger av grunnvannet som følge av innsig av forurenset vann fra deponiet har det blitt tatt prøver av grunnvann fra de to avrenningssonene ifra deponiområdet (i retningene nord-øst (brønn 11) og sørover ifra deponiet (brønn 14). I tillegg er det tatt prøve av grunnvann i fjellet under deponiet (brønn 6). Grunnvannet som blir prøvetatt fra brønn 6 og 14 er fra grunnfjellet, og kan være påvirket som følge av lekkasjer av sigevannet ned i fjellet via sprekker. Grunnvannet fra brønn 11 kommer fra løsmassene nord-øst for deponiet. Det er ingen tilgjengelig referansebrønn per idag, så resultatene kan sammenlignes med teoretiske verdier for vannkvaliteten uten noen korreksjon for bakgrunnsverdier for grunnvann i dette området.

Da det er sigevann som er kilden til forurensing som blir sett etter både for grunnvannet og overflatevannet, blir grunnvannet og overflatevannet kun analysert etter et utvalg av parameter som blir funnet i relativt høye konsentrasjoner i sigevann, men som blir forventet å foreligge i betydelig lavere konsentrasjoner i uforurenset grunn og overflatevann. Disse indikator-parameterne vil altså gi gode indikasjoner på om sigevann påvirkning finner sted eller ikke. Kvaliteten på grunnvannet blir klassifisert ihht. veileder 608 og O2:2018 (Klassifisering av miljøtilstand i vann). Grenseverdier fra veilederen som er benyttet er oppført i tabell 4.

Tabell 4. Grenseverdier ($\mu\text{g/l}$) for klassifisering av grunnstoff og næringssalt i ferskvann ihht. klassifiseringsveileder O2:2018 (Kalkrikt vann).

Parameter:	Klasse I «Svært god»	Klasse II «God»	Klasse III «Moderat»	Klasse IV «Dårlig»	Klasse V «Meget Dårlig»
Total-N	325	550	775	1325	> 1325
Total-P	13	20	39	65	> 65
Krom	0,10	3,4	3,4	3,4	> 3,4
Sink	1,5	11	11	60	> 60
Arsen	0,15	0,50	8,5	85	> 85
Kobber	0,30	7,8	7,8	15,6	> 15,6
Bly	0,02	1,2	14	57	> 57
Nikkel	0,5	4	34	67	> 67
Kadmium	0,003	0,08	0,45	4,5	> 4,5

5. GRUNNVANNS BRØNNER

Det ble iløp av 2021 tatt prøver av grunnvannet rundt deponiet på 3 forskjellige punkt. Grunnvannsbrønn 10 er ikke lenger i drift siden brønnen har blitt ødelagt på grunn av anleggsaktivitet i området rundt denne brønnen. Grunnvann ifra de 3 brønnene som ble prøvetatt vil vise tilstanden til grunnvann i området rundt og under det nedlagte deponiet, og vil kunne påvise eventuell tilførsel av sigevann eller forurenset overflatevann til grunnvannet. Påviste konsentrasjoner av utvalgte parameter er oppført i tabell 5.

Tabell 5. Gjennomsnittverdier og klassifisering av forskjellige parameter i grunnvannet ved Rådalen avfallsdeponi (n=2).

Parameter:	Brønn 6	Brønn 11	Brønn 14
Total-N	800	395	745
Klorid	17	6,1	6,5
KOF-Mn	< 2,4	< 1	< 2,5
Jern	36	1510	303
Mangan	< 66	132	22,7
Sink	14	108	31
Arsen	0,25	0,15	0,27
Kobber	10	1,8	4,2
Bly	0,56	0,94	0,45
Nikkel	0,75	1,2	0,80
Kadmium	0,04	0,72	0,02

5.1 Grunnbrønn nr. 6

Vannet i grunnbrønn 6 er grunnvann i fjellet sør for deponiet. Dersom det er sprekker i fjellet i området for brønn 6 vil en kunne se påvirkning av grunnvannet i fjellet som følge av lekkasjer av sigevann gjennom sprekkeene. Vannet fra brønnen er klart og uten partikler. Vannet har så langt alltid vært luktfritt. Grunnvannet fra brønn 6 ble første gang prøvetatt i 2011.

pH verdien til vannet er nøytralt. Det er ingen fungerende referansebrønn i området, slik et en ikke kan sammenligne med naturlige tilstand for grunnvannet i Rådalen. Ledningsevnen og kloridnivået til grunnvannet er lavt/moderat, og utfra dette er det ingen indikasjon på at grunnvannet er påvirket av deponiet. Nitrogen nivået i vannet er noe høyt, med det blir ikke påvist ammonium-nitrogen. Konsentrasjonen av organisk stoff målt som KOF er lavt. På bakgrunn av kun total-nitrogen konsentrasjonen så kan en anta noe forurensing av grunnvannet fra en kilde, men siden det ikke blir påvist ammonium-nitrogen, så avkrefter dette i stor grad at nitrogenforurensing kan komme fra sigevann. Nitrogen i sigevann vil i all hovedsak foreligge som ammonium-nitrogen.

Klassifisering av grunnvannet med omsyn på tungmetall gir betydelig variasjon fra metall til metall, men et lavt arsen, kadmium bly og nikkelnivå, og et forholdsvis høyt kobber og spesielt sink nivå.

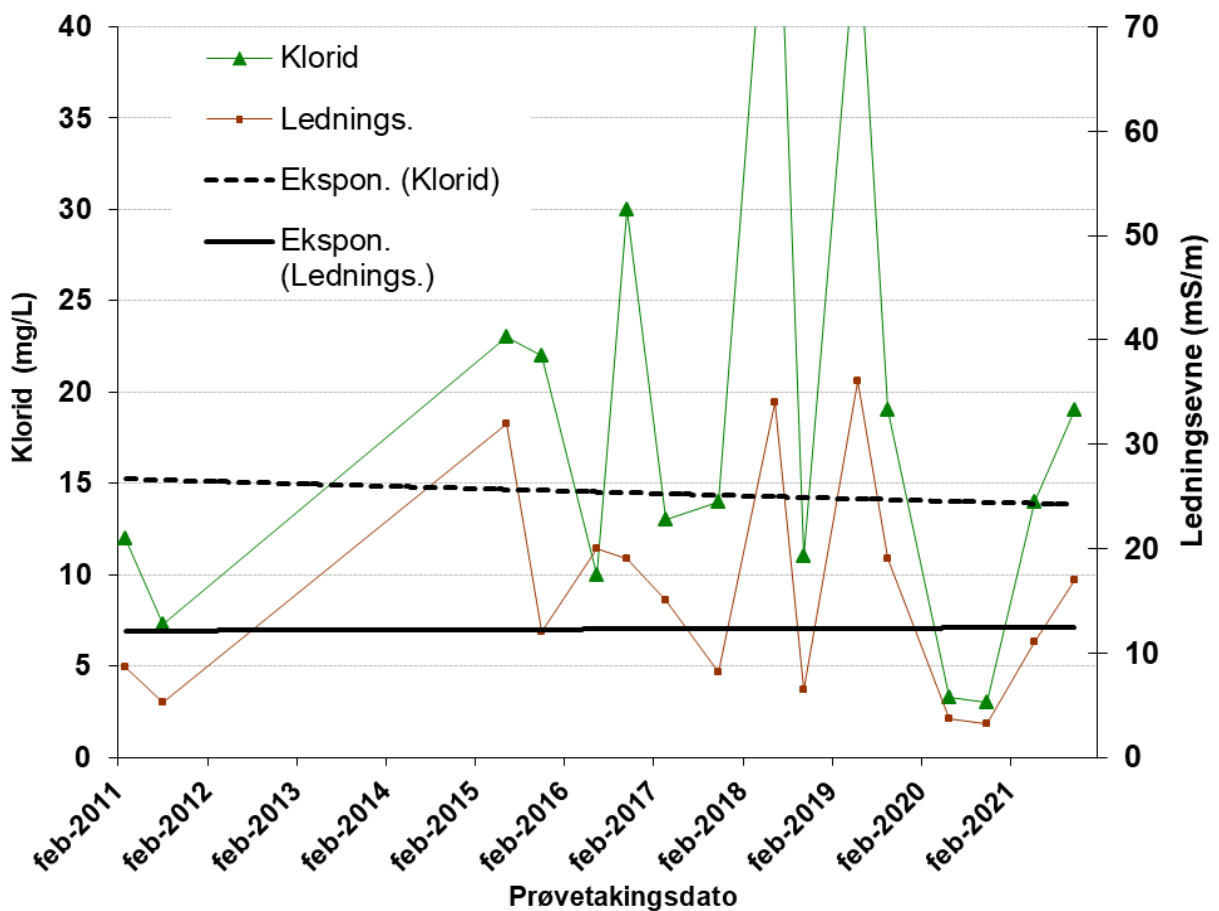
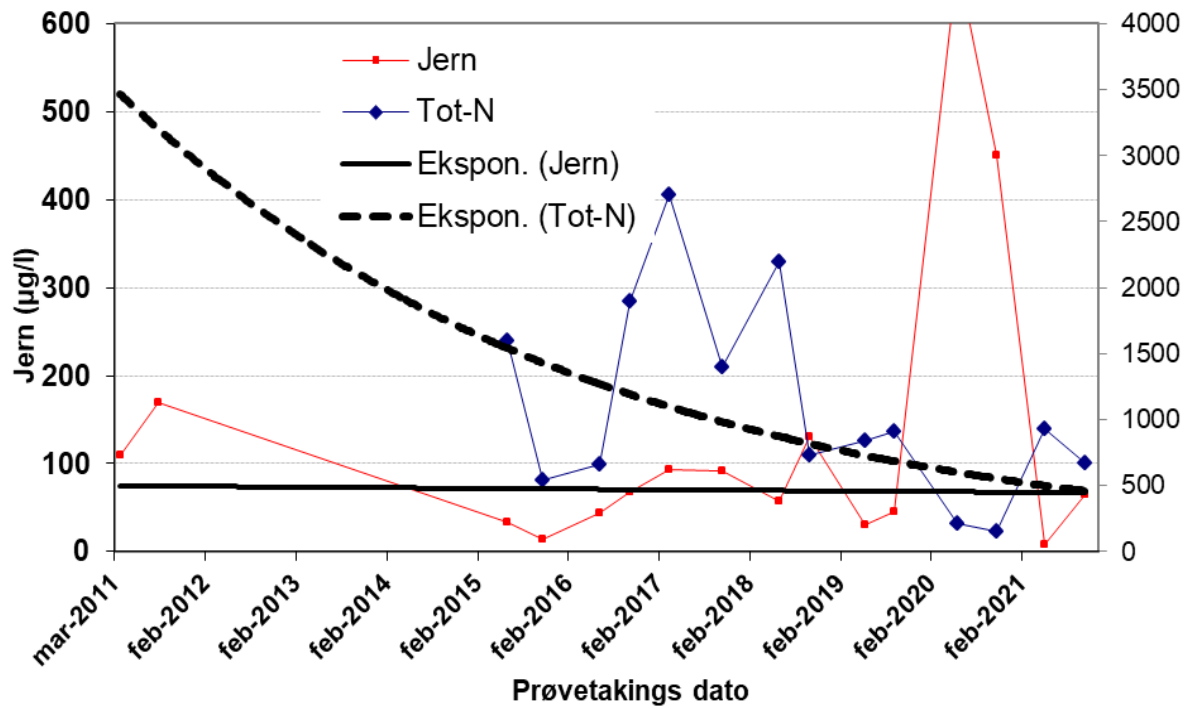
Det har tidligere blitt vurdert som mulig at grunnvannet fra denne brønnen blir påvirket av deponidriften. Med utgangspunkt i målingen i 2021 så ansees det som lite sannsynlig at vannet er påvirket av sigevann. Siden det ikke blir påvist ammonium-nitrogen så er det neppe tilførsel av sigevann til grunnvannet ved dette prøvepunktet, slik at grunnvannet under deponiet kan ansees å være upåvirket av deponiet.



Figur 7. Brønnhode for brønn 6 er vist midt i bildet. Brønn 6 er en dyp fjellbrønn som gir grunnvann som er representativ for vann under selve deponiet.

5.1.1 Utvikling av vannkvalitet i brønn 6 over tid

For å vurdere vannkvaliteten i grunnvannsbrønn 6 over tid så er tidsserier for utvalgte parameter plottet fra oppstarten av prøvetakingen av brønnene og fram til i dag. Resultatene for tidsserien for klorid, total-nitrogen, jern og ledningsevne er vist i figur 8.



Figur 8. Tidsserier for analyseresultat for total-N, jern, klorid og ledningsevne i prøver fra grunnvannbrønn 6 i perioden 2011 og fram til november 2021.

Parameterne som er plottet er valgt siden de representerer parameter som potensielt vil bli påvirket ved tilførsel av sigevann fra deponiet. Det er forholdsvis store variasjoner i analyseverdier for de undersøkte parameterne igjennom måleperioden. For klorid og ledningsevne så kan det ikke observeres noen utvikling i noen retning igjennom måleperioden. Selv om det kan se ut som at det er nedadgående nivå av total-nitrogen i den undersøkte tidsperioden, og er det i realiteten vanskelig å konkludere med utvikling i noen retning. For jernnivået så er det ingen utvikling i noen retning. Utfra tidsseriene som er plottet så kan vi ikke observere noen tydelige endringer i vannkvaliteten på de utvalgte parameterne igjennom perioden som målingene er gjort.

5.2 Grunnbrønn nr. 11

Grunnvannsbrønn 11 ligger på vestsiden av Fanaveien nord for deponiområdet. Brønnen er etablert i løsmasser, og angir dermed eventuell lekkasje av sigevann igjennom løsmassene i denne avrenningsretningen for deponiet. Ved prøvetaking av løsmassebrønner er det vanskeligere å ta gode prøver enn ved fjellbrønner, siden det gjerne vil være noe slam fra løsmassene i grunnvannet. For å fjerne feilkilder i form av partikler fra selve brønnen blir vannprøvene (både fra løsmasser og fjellbrønner) filtrert med 0,45 µm filter før analysene. Vannet fra brønnen har normalt noe farge og er noe illeluktende. Dette indikerer lite vannutskifting i brønnen, og dermed stillestående vann som kan være lite representativt for det reelle vannet i brønnen.

Vannet fra denne brønnen er noe surt. Dette kan igjen medføre et høyt metallnivå i grunnvannet siden det sure vannet vil medføre at metall i løsmassene løses opp. Ledningsevne og kloridnivået er lavt i grunnvannet. Dette er normalt for grunnvann fra løsmasser, siden det i slike masser vil være lite tilgjengelige løste alter for utvasking til grunnvann. Den lave ledningsevnen og kloridnivået i grunnvannet er en god indikator på at det ikke / forekommer tilførsel av sigevann til grunnvannet i dette området.

Det blir ikke påvist organisk stoff i form av KOF i grunnvannet. Det er dermed lite organisk stoff løst i grunnvannet. Nitrogen nivået er lavt og innenfor tilstandsklassen «god». Jernkonsentrasjonen i grunnvannet er derimot høyt. Som nevnt så kan dette være som følge av jern i løsmassene og den noe lave surhetsgraden som vil føre til at jern løses opp. Sink konsentrasjonen er også svært høy, og kadmium konsentrasjonene betydelig høyere enn det oms er normalt. De øvrige tungmetallene foreligger derimot i moderate konsentrasjoner. Sink og kadmium konsentrasjonen er høyere enn det som blir påvist i sigevannet, så det høye nivået av disse metallene er ikke en indikator på sigevannsforurensing.

Det lave kloridnivået, ledningsevnen og nitrogennivået til vannet indikerer som tidligere år at det ikke er noen indikasjoner på grunnvannet fra brønn 11 er påvirket av avrenning fra deponiet.

På grunn av variasjoner i vannkvalitet over tid for denne brønnen, så har det blitt vurdert som lite hensiktsmessig å lage tidsserie for resultat fra brønnen.

5.3 Grunnbrønn nr. 14

Brønn 14 er en fjellbrønn som er lokalisert sør for deponiet, og representerer grunnvann i sørlig retning i forhold til deponiet, slik at grunnvannet potensielt kan være direkte påvirket av avrenning ifra deponiområdet i denne retningen dersom tetningstiltakene ikke fungerer slik de skal. Det er etablert tetningsvoller i sørenden av deponiet i Rådalen, men ved eventuelle sprekker i berggrunnen under deponiet vil grunnvann i denne avrenningssonen kunne bli påvirket. Vannet fra brønnene er helt klart uten farge og partikler. Ved noen prøvetakingsrunder så har det vært noe sulfid-lukt i grunnvannet.

Vannet har en noe sur karakter. Ledningsevnen og kloridnivået er lavt i grunnvannet ved begge målingen som ble gjort. Nitrogen nivået i grunnvannet ble påvist å være høyt ved den en av de to målingene, men lavt ved den neste. Snitt nivået for 2021 blir da påvist å være noe høyt, og vannet blir klassifisert som moderat forurensset (tilstandsklasse 3) med omsyn på nitrogen. Det blir derimot kun påvist ammonium-nitrogen ved prøvetakingsrunden da det var et lavt total-nitrogen nivå, slik at ammonium-nitrogen nivået er en god del lavere enn total-nitrogen nivået. KOF nivået er lavt i grunnvannet, og det blir ikke påvist et unormalt nivå av organisk stoff. Jernnivået i grunnvannet er noe høyt, og sink nivået er helt klart en del høyere enn det ideelle. De øvrige tungmetallene foreligger derimot i mere normale konsentrasjoner.

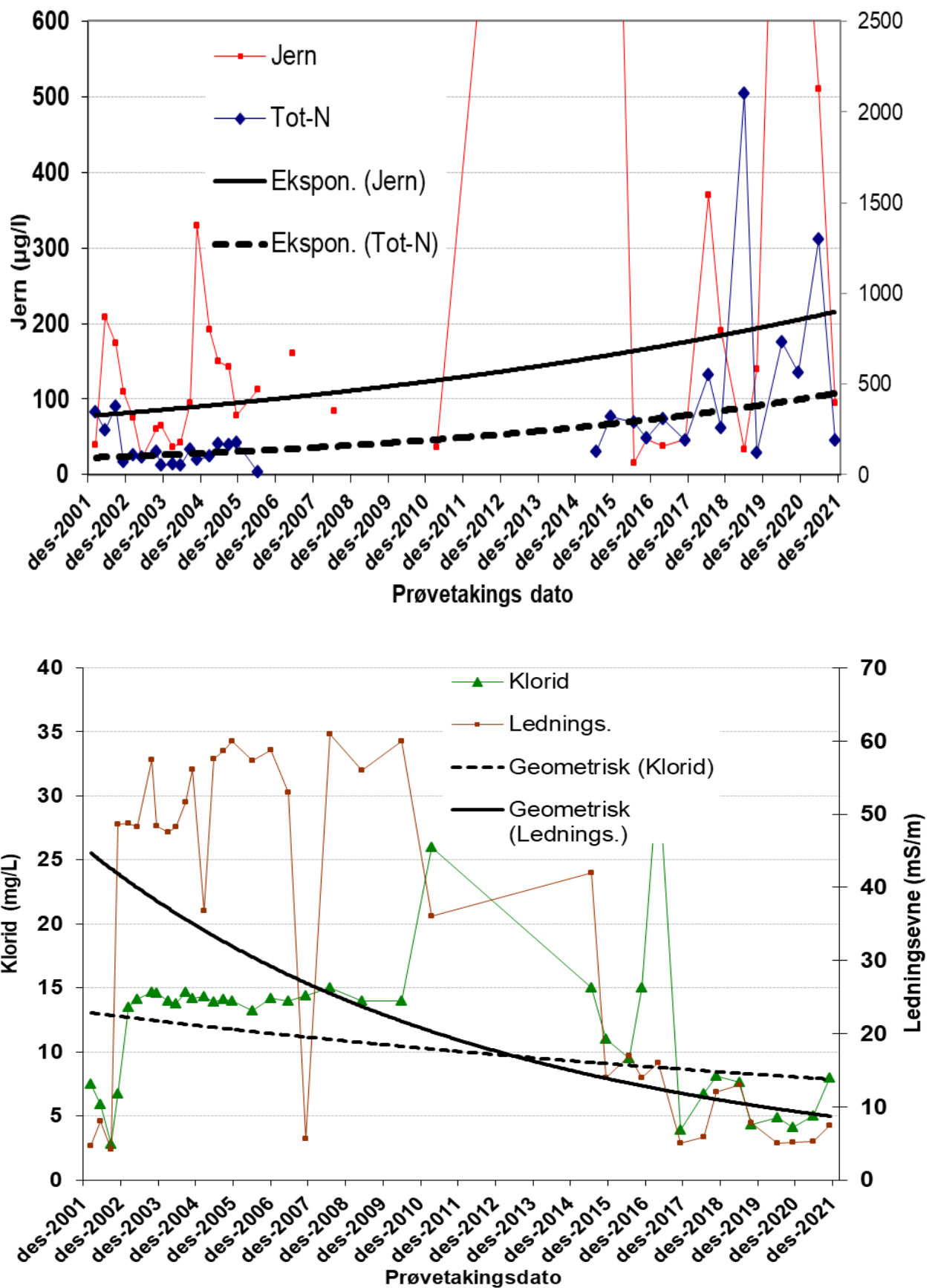
Grunnvannet har en noe dårlig vannkvalitet for parameter som nitrogen og til dels jern. Den lave ledningsevnen og fraværet av ammonium-nitrogen viser klart at det ikke kan forekomme tilførsel av sigevann til dette grunnvannet. Konklusjonen blir som tidligere år at grunnvannet fra brønn 14 ikke blir påvirket av tilførsel av sigevann, men grunnvannet har en noe dårlig vannkvalitet.



Figur 9. Brønnhode for brønn 14. Brønnene er en dyp fjellbrønn som gir grunnvann som er representativ for vann som renner i sørlig retning mot Melkevikken. Bekk for avledning av overflatevann vist til venstre på bildet.

5.3.1 Utvikling av vannkvalitet i brønn 14 over tid

For å vurdere eventuell utvikling av vannkvaliteten i grunnvannet fra brønn 14 over tid, så er tidsserier for utvalgte parameter utarbeidet. Det er valgt å plote tidsserien for total-nitrogen, klorid, jern og ledningsevne. Dette vil være parameter som viser miljøkvaliteten i grunnvannet, og som vil vise eventuell endring i vannkvaliteten som følge av tilførsel av forurensing. Tidsseriene er vist i figur 10.



Figur 10. Tidsserier for analyseresultat for total-N, jern, klorid og ledningsevne i prøver fra grunnvannbrønn 14 i perioden 2001 og fram til november 2021.

Tidsseriene viser ingen klar utvikling over tid av de utvalgte parameterne. For jern og total-N kan det virke som det er en økning i konsentrasjoner over tidsserien, men konsentrasjonen varierer såpass mye at det ikke kan konkluderes med noen økning over perioden. For kloridkonsentrasjonen og ledningsevnen så kan det se ut som det er en nedgang i nivå igjennom 10-årsperioden, men også her er det tidvis store variasjoner, slik at det ikke kan konkluderes med at eventuell forurensende elementer er redusert iløp av perioden.

Det er ut fra tidsserien i figur 10 igjen tegn til vesentlige endringer i vannkvaliteten for grunnvannet i brønn 14 i perioden 2001 til 2021.

5.4 Konklusjon vedrørende miljøovervåkning av grunnvann

Ut fra de prøvene som er tatt av grunnvann fra området rundt deponiet, er det lite som tyder på at grunnvannet fra verken brønn 6, 11 eller 14 blir forurenset av sigevann fra deponiet. Grunnvannet fra brønn 14 har en noe dårlig vannkvalitet, men siden klorid og ammonium-nivået er lavt i grunnvannet nivået så kan det ikke være sigevann som er årsaken til den dårlige vannkvaliteten. Det er mye sink i grunnvannet fra alle de tre brønnene, men siden sigevann uansett har svært lave konsentrasjoner av tungmetall inklusiv sink så er dette ikke forårsaket av deponiet.

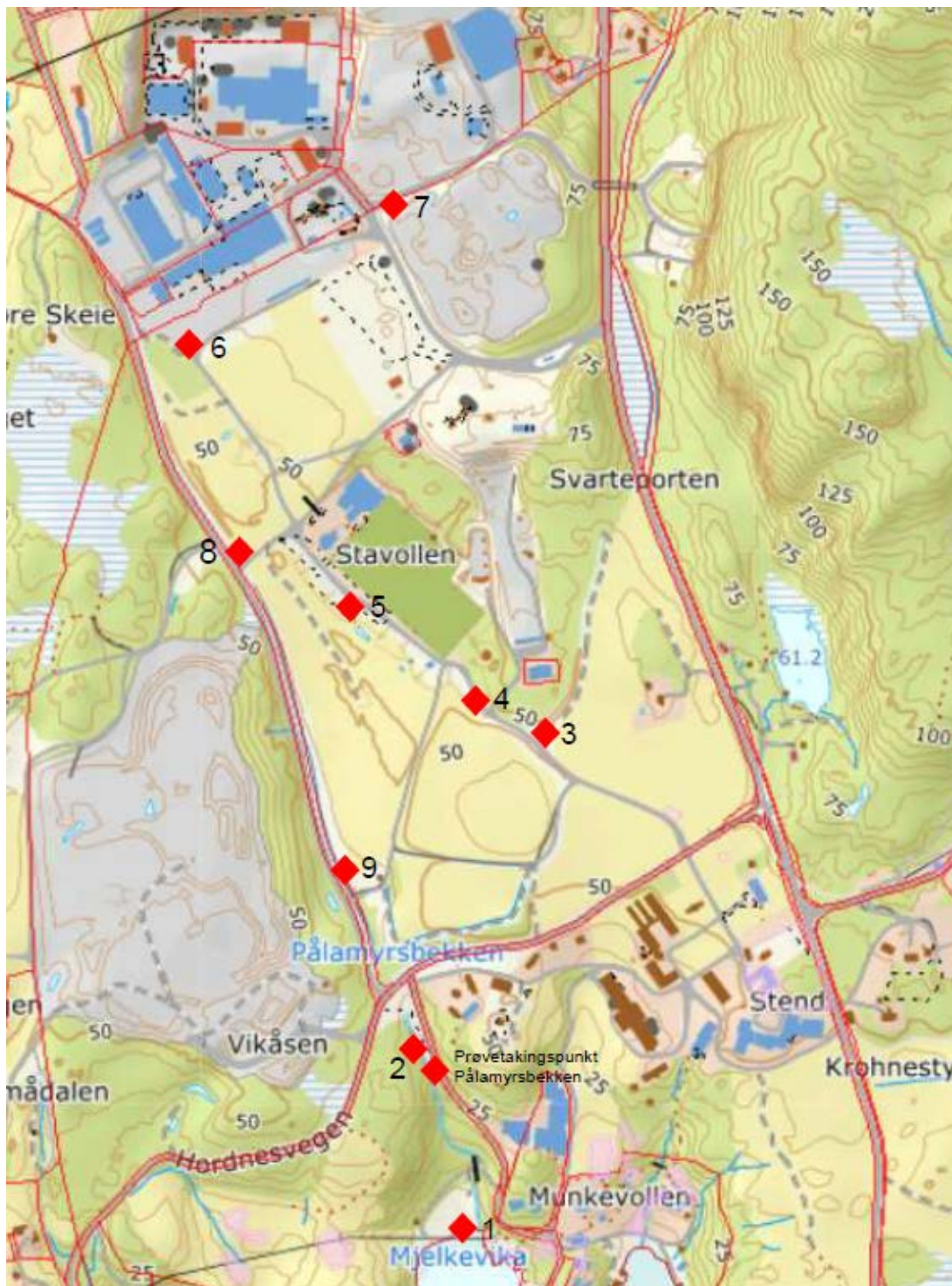
6. KVALITETEN TIL OVERFLATEVANN

Overflatevannet ved Rådalen avfallsdeponi er avledet fra deponimassene ved at åpne renner og bekker leder vannet utenom deponimassene (figur 4), eller ved at overflatevann renner i rørledninger (Pålamyrsbekken). Vannet i de åpne rennene blir ledet ut i Fanafjorden via Melkeviken i en åpen bekk (figur 11 og 12). Overflatevannet som ledes i lukket rørledningen (Pålamyrsbekken) ledes ut på 40 meters dyp i Fanafjorden. På denne måten blir kontakt mellom overflatevann og de deponerte massene avgrenset så mye som mulig. Ved å forhindre kontakt med avfallsmassene vil man forhindre dannelse av sigevann ifra deponiet, eller eventuelt forurensing av ellevannet som følge av innsig av sigevannet i ellevannet.



Figur 11. Overvann fra områdene rundt deponiet og til dels fra den rene overflate av deponiet ledes i en åpen kanal ned mot Melkeviken.

Ved befaring ved Rådalen våren 2021 så ble det i tillegg til det tidligere prøvepunktet i Pålamyrsbekken tatt prøver på forskjellige steder i overvannssystemet (figur 12). Overflatevannet renner via prøvepunkt 3, 4 og 5, før det ledes videre til rørledningen som defineres som Pålamyrsbekken. Den åpne overvannsstrømmen (figur 11 og 12) ledes via prøvepunkt 7, 6, 8, 9, 2 og 1. Vannet renner da ut i Melkeviken i bekken som kan sees der på østsiden av turområdet.



Figur 12. Prøvepunkt ved prøvetaking av prøver fra overvannsystem igjennom 2021.

6.1 Vannprøve fra Pålamyrbecken

Vannprøver fra prøvene som blir definert som Pålamyrbecken blir tatt direkte fra rørledningen som renner ca. 3 meter under bakken ved punktet vist i figur 9. Denne rørledningen leder vannet ut på 40 meters dyp i Fanafjorden. Som følge av en

misforståelse under befaring av avfallsdeponiet i mai, så ble det ikke tatt prøver fra Pålamyrsbekken i november. Det foreligger altså kun en prøve fra Pålamyrsbekken i 2021.

Vannet som ledes inn på avløpsledningen som omtales som Pålamyrsbekken, begynner i bekken som ledes forbi prøvepunkt 3 i figur 12. På dette punktet er det påslipp av drivevann fra FSG sine fjellhaller og overflatevann fra industriområdet til FSG nord for deponiet. Dette vannet blir rensert i to sedimenteringsbasseng for påslipp til Pålamyrsbekken. Total vannmengde fra FSG utgjør rundt 40 000 m³ per år. Det er utført analyser av vannet fra FSG kvartalvis, men disse resultatene foreligger ikke for Bergen kommune per 28.02.2021. Tilstedeværelse av høyere nitrogennivå enn rent vann er derimot forventet i påslippsvannet fra FSG. Det vil bli gjort en gjennomgang av dette påslippet iløp av 2022. Videre fra prøvepunkt 3 i figur 12, så renner vannet til prøvepunkt 4. Prøvepunkt 4 ligger like ved et areal som benyttes for mellomlagring av gjødsel for Stend jordbruksskole. Det er derfor mulig at det forekommer tilførsel av avrenning fra gjødselen til bekken. Prøvepunkt 5 ligger ved parkeringspallen for Stavollen, og bekken går etter dette i rør på tvers av deponiarealet og ned til prøvepunktet. Det er forskjellige tilførselsledninger til rørledningen i tillegg til bekken som er prøvetatt.

Ved prøvetaking av vann fra Pålamyrsbekken så senkes en pumpe ned i bekken og pumpes opp i en prøve som en stikkprøve. Ved prøvetaking av bekken så er det lett å kjenne den karakteristiske lukten av sigevann fra prøvepunktet. Rørledningen blir tilført eventuelt overløp av sigevann forut for prøvetakingspunktet, men det ble ikke registrert overløp av sigevann i 2021, slik at vannet som er prøvetatt er antatt å være representativt for vannet i Pålamyrsbekken.

Tabell 6. Analyseresultat for overflatevann prøvetatt fra Pålamyrsbekken i 2021.

Parameter	Eining	Mai	November	Snitt:
<i>Dato for prøvetaking:</i>		28.5	04.11	
pH-verdi		6,9	-	6,9
Leidningsevne	mS/m	150	-	150
Klorid	mg/l	140	-	140
Ammonium-N	µg/l	43000	-	43000
Total-N	µg/l	53000	-	53000
Natrium	mg/l	150	-	150
KOF-Cr	mg/l	92	-	92
Jern	µg/l	17000	-	17000
Mangan	µg/l	660	-	660
Sink	µg/l	38	-	38
Arsen	µg/l	1,4	-	1,4
Kobber	µg/l	8,0	-	8,0
Bly	µg/l	0,71	-	0,71
Nikkel	µg/l	4,3	-	4,3
Krom	µg/l	7,5	-	7,5
Kadmium	µg/l	< 0.010	-	< 0.010
Kvikksølv	µg/l	< 0.004	-	< 0.004

Analysene som ble gjort i mai viser at elvevannet er betydelig påvirket av sigevann. Det er grunn til å tro elvevannet i hovedsak består av sigevann, siden påvist konsentrasjon av nitrogen er høyere i Pålamyrsbekken enn det som er påvist i sigevann på samme tid (mai 2021). Også kloridnivået og ledningsevnen er høy og samsvarer med det en finner i rent sigevann. Det er et høyt innhold av jern i vannet, men kun relativt lave konsentrasjoner av tungmetall.

Vannprøvene prøvetatt i bekken forut for rørledningen som leder vannet igjennom deponiet er vist i tabell 7 - 9.

Tabell 7. Analyseresultat for prøvepunkt 3 i bekk som ledes inn på Pålamyrsbekken.

Parameter:		Mai - 28.05	September - 10.09	Snitt
pH		8,9	6,9	7,9
Ledningsevne,	mS/m	62	66	64
Klorid,	mg/l	11	51	31
Ammonium-N	µg/l	< 25	<25	< 25
Total-N,	µg/l	14300	3500	8900
KOF _{Mn} ,	mg/l	3,5	3,8	3,65
Natrium, Na	mg/l	35	58	46,5
Jern, Fe	µg/l	130	540	335
Mangan, Mn	µg/l	16	53	34,5
Arsen, As	µg/l	0,13	0,20	0,165
Kadmium, Cd	µg/l	0,012	0,02	0,016
Bly, Pb	µg/l	0,075	0,95	0,5125
Kvikksølv, Hg	µg/l	< 0,004	<0,004	< 0,004
Nikkel, Ni	µg/l	0,52	0,90	0,71
Sink, Zn	µg/l	3,5	11	7,25
Kobber, Cu	µg/l	2,1	4,1	3,1
Krom, Cr	µg/l	0,22	0,51	0,365

Prøver av bekken ved prøvepunkt 3 -5 viser at elvevannet har er forholdsvis dårlig vannkvalitet allerede før vannet ledes inn i rørledningen. Det er et høyt nivå av nitrogen i vannet, og en noe høy ledningsevne og kloridnivå. Dette viser at vannet er forurenset fra en kilde forut for prøvepunkt 3. Det er mulig at denne kilden kan være overflatevannet fra FSG. Det var ingen forverring i vannkvaliteten ved prøvepunkt 4, slik at det ikke er noen påvisbare påvirkning fra avrenning fra gjødsellageret.

Prøvene viser at vannkvaliteten blir betydelig forverret i rørledningen i deponiet. Det er sannsynlig at det er lekkasjer av sigevann inn på ledningen for Pålamyrsbekken i dette området.

Tabell 8. Analyseresultat for prøvepunkt 4 i bekk som ledes inn på Pålamyrsbekken.

Parameter:		Mai - 28.05	September - 10.09	Snitt
pH		6,9	8,7	7,8
Ledningsevne,	mS/m	66	62	64
Klorid,	mg/l	50	110	80
Ammonium-N	µg/l	<25	< 25	< 25
Total-N,	µg/l	3500	11100	7300
KOF _{Mn} ,	mg/l	3,8	< 1	3,8
Natrium, Na	mg/l	58	37	47,5
Jern, Fe	µg/l	540	150	345
Mangan, Mn	µg/l	53	7,5	30,25
Arsen, As	µg/l	0,20	0,17	0,185
Kadmium, Cd	µg/l	0,02	0,012	0,016
Bly, Pb	µg/l	0,95	0,13	0,54
Kvikksølv, Hg	µg/l	<0,004	< 0,004	< 0,004
Nikkel, Ni	µg/l	0,90	0,57	0,735
Sink, Zn	µg/l	11	3,1	7,05
Kobber, Cu	µg/l	4,1	2,4	3,25
Krom, Cr	µg/l	0,51	0,26	0,385

Tabell 9. Analyseresultat for prøvepunkt 5 i bekk som ledes inn på Pålamyrsbekken.

Parameter:		Mai - 28.05	September - 10.09	Snitt
pH		7,1	8,3	7,7
Ledningsevne,	mS/m	64	48	56
Klorid,	mg/l	45	32	38,5
Ammonium-N	µg/l	<25	40	< 25
Total-N,	µg/l	2900	4300	3600
KOF _{Mn} ,	mg/l	4,0	4,8	4,4
Natrium, Na	mg/l	57	27	42
Jern, Fe	µg/l	210	600	405
Mangan, Mn	µg/l	31	110	70,5
Arsen, As	µg/l	0,18	0,20	0,19
Kadmium, Cd	µg/l	0,01	< 0,01	0,01
Bly, Pb	µg/l	0,24	0,095	0,1675
Kvikksølv, Hg	µg/l	<0,004	< 0,004	< 0,004
Nikkel, Ni	µg/l	0,72	0,74	0,73
Sink, Zn	µg/l	4,8	10	7,4
Kobber, Cu	µg/l	3,6	3,1	3,35
Krom, Cr	µg/l	0,27	0,39	0,33

6.2 Vannprøver fra overvannssystemet

Overvannssystemet som ledes i den åpne bekken til Melkeviken er etablert iløp av de to siste årene, og det er ikke tatt prøver av denne vannressursen tidligere. Iløp av 2021 ble det tatt prøver av vannet både i mai og i september. Prøvepunktene var som vist i figur 12, der denne vannressursen ble prøvetatt ved prøvepunkt 1, 2, 6, 7 og 8. Analyseresultatene som ble påvist er vist i tabell 10 og 11. Rekkefølgen for prøvene fra øverste punkt til nederste vil være 7, 6, 8, 2 og 1. Det ble tatt en prøve av bekken ved prøvepunkt 1, men denne viste seg senere å ha et høyt innhold av sjøvann siden den er tatt helt nede ved sjøen, slik at den ikke kan benyttes for vurdering av vannkvaliteten.

Vannet viser en gradvis forverring av vannkvaliteten fra prøvepunkt 7 til 2. Dette kan spesielt sees på total-nitrogen nivået. Også ledningsevnen og kloridnivået viser en økning på strekningen fra prøvepunkt 7 og 2. Der er altså noe tilførsel av forurenset vann. Vannet som renner ut i bekken i Melkeviken har en noe dårlig vannkvalitet, men dette gir seg hovedsakelig utslag i et høyt nitrogennivå. Konsentrasjonen av tungmetall er lavt i ellevannet.

Tabell 10. Analyseresultat for prøvepunkt 2 i bekk som ledes til åpent bekkeløp ut i Melkeviken.

Parameter:		Mai - 28.05	September - 10.09	Snitt
pH		7,1	8,5	7,8
Ledningsevne,	mg/l	90	88	89
Klorid,	µg/l	5,3	5,4	5,4
Ammonium-N	µg/l	<25	160	160
Total-N,	mg/l	3700	3100	3400
KOF _{Mn} ,	mg/l	6,5	6,5	6,5
Natrium, Na	µg/l	53	36	45
Jern, Fe	µg/l	86	120	103
Mangan, Mn	µg/l	22	120	71
Arsen, As	µg/l	0,69	0,66	0,675
Kadmium, Cd	µg/l	0,04	0,016	0,028
Bly, Pb	µg/l	0,25	0,016	0,133
Kvikksølv, Hg	µg/l	<0,004	<0,004	< 0,004
Nikkel, Ni	µg/l	1,8	1,5	1,7
Sink, Zn	µg/l	3,5	2,2	2,9
Kobber, Cu	µg/l	3,9	2,4	3,2

Tabell 11. Analyseresultat for prøvepunkt 6, 7 og 8 i bekk som ledes til åpent bekkeløp ut i Melkevikken.

Parameter:		Bekk 6 Mai - 28.05	Bekk 7 September - 10.09	Bekk 8 September - 10.09
pH		8,0	8,8	7,8
Ledningsevne,	mg/l	4,7	47	89
Klorid,	µg/l	19	12	27
Ammonium-N	µg/l	1200	380	160
Total-N,	mg/l	2300	1100	3400
KOF _{Mn} ,	mg/l	< 1	7,3	6,5
Natrium, Na	µg/l	22	58	45
Jern, Fe	µg/l	4000	440	103
Mangan, Mn	µg/l	220	37	71
Arsen, As	µg/l	0,47	0,60	0,675
Kadmium, Cd	µg/l	0,013	0,011	0,028
Bly, Pb	µg/l	0,45	0,22	0,133
Kvikksølv, Hg	µg/l	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Nikkel, Ni	µg/l	1,7	1,5	1,65
Sink, Zn	µg/l	24	11	2,85
Kobber, Cu	µg/l	2,5	3,6	3,15

7. KONKLUSJON FOR FERSKVANN OG SIGEVANNSPRØVER

Ut fra miljøovervåkingsprogrammet for avfallsdeponiet i Rådalen som ble utført i 2021 kan det konkluderes følgende:

- Prøver fra Pålamyrsbekken viste at elvevannet hadde en svært dårlig vannkvalitet. Elvevannet har et høyt nivå av nitrogen og organisk stoff. Vannkvaliteten viser at elvevannet blir tilført betydelige mengder med sigevann fra deponiet.
- Det er tatt prøver av grunnvann i fjell og løsmasser i avrenningssoner rundt deponiet. Prøvetakingen viste at det ikke kunne påvises noen påvirkning av grunnvannet ved brønnene som kunne tilskrives sigevann fra deponiet. Vannet i grunnvannsbrønn 14 har en noe dårlig vannkvalitet, men det er ingen indikasjoner på tilførsel av sigevann til grunnvannet.
- Trendkurver av uvalgte parameter i grunnvannsbrønn 6 og 14 igjennom henholdsvis 10 og 20 år viser ikke trender på stigende eller synkende nivåer av de studerte parameterne.
- Prøver fra vannet som renner i åpne renner langs Skeieveien og som ender opp i Melekviken i en åpen bekk er noe forurenset av nitrogen, men viser ellers en bra vannkvalitet.
- Sigevannet ifra deponiet har som tidligere år en nøytral surhetsgrad, og et moderat/lavt nivå av løste salter sammenlignet med sigevann fra andre avfallsdeponi. Det er et moderat nivå av suspendert stoff. Nitrogen og KOF nivået ligger som for tidligere år på et moderat/lavt nivå sammenlignet med andre avfallsdeponi. Trendkurver av KOF, nitrogen og klorid viser at nedgangen i konsentrasjonen av disse parameterne i sigevannet har vært lav de siste 15 årene.
- Tilsvarende som tidligere år er konsentrasjonen av tungmetall og miljøgifter i sigevannet er lavt. Det blir kun påvist lave nivå av de undersøkte tungmetallene. Som tidligere år, og som forventet, blir det påvist et lavt nivå av PAH forbindelser i sigevannet ved alle målingene i 2021.
- Det ble gjennomført utvidet 5. årig analyseprogram for sigevannet iløp av årer. Analysene viste funn av enkelte organisk miljøgifter, men konsentrasjonene som blir påvist er lave. Det var ingen av miljøgiftene som skilte seg ut med unormalt høye konsentrasjoner.
- Sigevannsedimentene ifra pumpestasjon ved Pålamyra har et innhold av jern som tilsvarer rundt 10 % jernoksyd. Nivået av organisk karbon ligger på 5,2 %. Det konkluderes at sigevannsedimentene i stor grad består av av inert sand og leire, med

kun et lavt nivå av tungmetall og organiske miljøgifter. Dette indikerer også at suspendert materiale i sigevannet i stor grad består av inert sand og leire partikler.

- Den totale sigevannsmengden ifra deponiet for 2021 ble estimert til å være en del høyere enn foregående år. Som følge av den økede sigevannsmengden, så blir totalt utslipp estimert til å være noe høyere enn i 2020 for enkelte parameter. Etter rensing av sigevannet i kommunalt renseanlegg så er det grunn til å tro at en del av de partikkelbundne miljøgiftene blir rensset ut og at sigevannet, og at sigevannet sannsynligvis ikke medfører en påvisbar påvirkning av resipienten.

Vedlegg 1

Analyseresultat for sigevann igjennom 2021

Sigevann

2021

Rådal avfallsdeponi

Parameter	Eining	Månad				Snitt	Standard
		Mars	Mai	September	November		
<i>Dato for prøvetaking</i>		8.3.	28.5.	10.9.	4.11.	2021	avvik
pH-verdi		6.80	6.30	7.00	7.20	6.83	0.39
Leidningsevne	mS/m	173	140	130	74	129	41
Suspendert stoff	mg/L	68	87	130	54	85	33
Total Nitrogen	mg/l	33	41	54	28	39	11
Ammonium - N	mg/l	37	38	32	31	35	4
Total Fosfor	µg/l	510	250	850	310	480	271
KOF Cr	mg/l	50	55	80	51	59	14
TOC	mg/l	23	4.5	27	8.2	16	11
BOF	mg/l	< 5	44	12	< 5	< 16.5	18.6
Klorid	mg/l	250	130	110	74	141	76
Sulfat	mg/l	37	19	15	36	26.8	11.4
Jern	mg/l	25	49	58	25	39.3	16.9
Mangan	µg/l	700	680	690	540	653	75
Bor	µg/l	< 150	< 30	300	< 150	< 160	135
Natrium	mg/l	238	113	< 4	73	107	98
Kvikksølv	µg/l	0.008	< 0.003	0.019	0.0069	< 0.017	0.007
Bly	µg/l	0.57	0.99	14.00	2.00	< 4.39	6.43
Kadmium	µg/l	< 0.05	< 0.01	0.11	< 0.05	< 0.08	0.04
Krom	µg/l	8	5.1	9.7	5.1	6.98	2.3
Kopar	µg/l	4.7	3.7	86	6.8	25.30	40.5
Arsen	µg/l	0.79	0.93	1.70	1.30	1.18	0.41
Sink	µg/l	38	30	150	37	64	58
Nikkel	µg/l	7.1	4.2	5.5	5.2	5.5	1.2
Bensen	µg/l	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	0.0
Toluen	µg/l	1	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 1.0	-
Etylen	µg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
Xylener	µg/l	1.78	1.05	< 0.42	0.73	1.0	0.6
Sum aromater (BTEX)	µg/l	3.4	1.05	< 0.42	0.73	1.40	1.4
Sum olje (C10-C35)	µg/l	< 130	< 100	110	120	< 115.0	12.9
PAH (EPA-16)	µg/l	2.1	0.02	1.92	1.85	1.46	0.97
Akutt toks screening	TU	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	0.0

Sigevann

2021

Rådal avfallsdeponi

Månad

Parameter	Eining	Månad				Snitt 2021	Standard avvik
		Mars 8.3.	Mai 28.5.	September 10.9.	November 4.11.		
<i>Dato for prøvetaking</i>							
Aluminium. Al	mg/l	260	280	190	460	297.5	115.0
Kalsium. Ca	mg/l	130	120	89	94	108.3	19.9
Magnesium. Mg	mg/l	17	14	8.9	11	12.7	3.5
Molybden. Mo	mg/l	5.5	5.1	3.2	4.6	4.6	1.0
Kobolt. Co	mg/l	2	2.1	0.87	1.5	1.6	0.6
Selen. Se	mg/l	< 0.25	< 0.25	< 0.25	< 0.25	< 0.3	-
Vanadium. V	mg/l	1.4	2.3	1.4	2.1	1.8	0.5
Thallium. Tl	mg/l	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.1	-
Sølv. Ag	mg/l	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	-
PBDE-99	mg/l	< 0.00020	0.00023	0.00043	0.00043	0.0004	0.0001
PBDE-154	mg/l	0.00043	0.00017	0.00019	0.00019	0.0002	0.0001
PBDE-203	mg/l	< 0.0050	< 0.0050	< 0.0050	< 0.0050	< 0.005	-
PBDE-209	mg/l	0.021	0.027	0.042	0.032	0.031	0.009
Heksabromcyklododekan (HBCD)	mg/l	0.025	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.021	0.003
Tetrabrom bisfenol A (TBBPA)	mg/l	0.032	0.04	0.048	0.038	0.040	0.007
Bisfenol A	mg/l	0.02	0.015	0.028	0.013	0.019	0.007
Fenoler:							
Fenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
o-kresol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
(m + p)-kresol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
2.3- dimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
2.4- dimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
2.5- dimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
2.6- dimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
3.4- dimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
3.5- dimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
2.4.6- trimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
2.3.5- trimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
n- propylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
2- isopropylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
3- tert-butylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
Klorfenoler (pentaklorfenol- PCP)	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	-

Sigevann 2021

Rådal avfallsdeponi

Månad

Parameter	Eining	Månad				Snitt 2021	Standard avvik
		Mars 8.3.	Mai 28.5.	September 10.9.	November 4.11.		
Aluminium. Al	mg/l	260	280	190	460	297.5	115.0
Kalsium. Ca	mg/l	130	120	89	94	108.3	19.9
Magnesium. Mg	mg/l	17	14	8.9	11	12.7	3.5
Molybden. Mo	mg/l	5.5	5.1	3.2	4.6	4.6	1.0
Kobolt. Co	mg/l	2	2.1	0.87	1.5	1.6	0.6
Selen. Se	mg/l	< 0.25	< 0.25	< 0.25	< 0.25	< 0.3	-
Vanadium. V	mg/l	1.4	2.3	1.4	2.1	1.8	0.5
Thallium. Tl	mg/l	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.1	-
Sølv. Ag	mg/l	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	-
PBDE-99	mg/l	< 0.00020	0.00023	0.00043	0.00043	0.0004	0.0001
PBDE-154	mg/l	0.00043	0.00017	0.00019	0.00019	0.0002	0.0001
PBDE-203	mg/l	< 0.0050	< 0.0050	< 0.0050	< 0.0050	< 0.005	-
PBDE-209	mg/l	0.021	0.027	0.042	0.032	0.031	0.009
Heksabromcyklododekan (HBCD)	mg/l	0.025	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.021	0.003
Tetrabrom bisfenol A (TBBPA)	mg/l	0.032	0.04	0.048	0.038	0.040	0.007
Bisfenol A	mg/l	0.02	0.015	0.028	0.013	0.019	0.007
Fenoler:							
Fenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
o-kresol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
(m + p)-kresol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
2.3- dimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
2.4- dimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
2.5- dimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
2.6- dimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
3.4- dimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
3.5- dimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
2.4.6- trimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
2.3.5- trimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
n- propylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
2- isopropylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
3- tert-butylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
Klorfenoler (pentaklorfenol- PCP)	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	-
Tinnorganiske forbindelser:							
Tributyltin (TBT)	ng/l	1.3	18	32	8.9	15.1	13.2
Trifenylnin (TFT)	ng/l	< 1	6.2	6	3.2	5.1	1.7
Ftalater:							
diisononylftalat(DINP)	mg/l	< 1	1.4	1	1	1.1	0.2
di-(2-etylhexyl)ftalat(DEHP)	mg/l	< 1	2.2	3.2	4.1	3.2	1.0
diisodekylftalat(DIDP)	mg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1.0	-

Sigevann

2021

Rådal avfallsdeponi

Månad

Parameter	Eining	Månad				Snitt 2021	Standard avvik
		Mars 8.3.	Mai 28.5.	September 10.9.	November 4.11.		
<i>Dato for prøvetaking</i>							
Aluminium. Al	mg/l	260	280	190	460	297.5	115.0
Kalsium. Ca	mg/l	130	120	89	94	108.3	19.9
Magnesium. Mg	mg/l	17	14	8.9	11	12.7	3.5
Molybden. Mo	mg/l	5.5	5.1	3.2	4.6	4.6	1.0
Kobolt. Co	mg/l	2	2.1	0.87	1.5	1.6	0.6
Selen. Se	mg/l	< 0.25	< 0.25	< 0.25	< 0.25	< 0.3	-
Vanadium. V	mg/l	1.4	2.3	1.4	2.1	1.8	0.5
Thallium. Tl	mg/l	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.1	-
Sølv. Ag	mg/l	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	-
PBDE-99	mg/l	< 0.00020	0.00023	0.00043	0.00043	0.0004	0.0001
PBDE-154	mg/l	0.00043	0.00017	0.00019	0.00019	0.0002	0.0001
PBDE-203	mg/l	< 0.0050	< 0.0050	< 0.0050	< 0.0050	< 0.005	-
PBDE-209	mg/l	0.021	0.027	0.042	0.032	0.031	0.009
Heksabromcyklododekan (HBCD)	mg/l	0.025	< 0.02	< 0.02	< 0.02	0.021	0.003
Tetrabrom bisfenol A (TBBPA)	mg/l	0.032	0.04	0.048	0.038	0.040	0.007
Bisfenol A	mg/l	0.02	0.015	0.028	0.013	0.019	0.007
Fenoler:							
Fenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
o-kresol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
(m + p)-kresol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
2.3- dimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
2.4- dimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
2.5- dimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
2.6- dimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
3.4- dimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
3.5- dimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
2.4.6- trimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
2.3.5- trimetylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
n- propylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
2- isopropylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
3- tert-butylphenol	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
Klorfenoler (pentaklorfenol- PCP)	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	-

Sigevann

2021

Rådal avfallsdeponi

Parameter	Eining	Månad				Snitt 2021	Standard avvik
		Mars 8.3.	Mai 28.5.	September 10.9.	November 4.11.		
Tinnorganiske forbindelser:							
Tributyltin (TBT)	ng/l	1.3	18	32	8.9	15.1	13.2
Trifenyltin (TFT)	ng/l	< 1	6.2	6	3.2	5.1	1.7
Ftalater:							
diisononylftalat(DINP)	mg/l	< 1	1.4	1	1	1.1	0.2
di-(2-etylhexyl)ftalat(DEHP)	mg/l	< 1	2.2	3.2	4.1	3.2	1.0
diisodekylftalat(DIDP)	mg/l	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1.0	-
Alkylfenoler og -etoksilater:							
Nonylfenolmonoetoksilat	ng/l	730	< 100	< 100	< 100	< 257.5	315.0
Nonylfenoldietoksilat	ng/l	210	< 100	< 100	< 100	< 127.5	55.0
Oktylfenolpolyetoksilater	ng/l	32	< 10	< 10	< 10	< 15.5	11.0
4-nonylfenol	ng/l	13	< 10	< 10	< 10	< 10.8	1.5
4-oktylfenol	ng/l	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10.0	0.0
Klorbenzener:							
1.2.3-triklorbensen	mg/l	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.010	-
1.2.4-triklorbensen	mg/l	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.010	-
1.3.5-triklorbensen	mg/l	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.010	-
hexaklorbensen	mg/l	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.010	-
1.2-dikloreten	mg/l	< 0.50	0.62	0.45	0.52	0.53	0.09
Triklormetan	mg/l	0.2	0.21	0.29	0.45	0.29	0.12
1.1.1-trikloreten	mg/l	0.15	< 0.2	< 0.2	0.22	0.19	0.05
1.1.2-trikloreten	mg/l	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	-
Trikloretylen	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
Tetrakloreten	mg/l	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-
Lineære alkylbenzensulfonater* LAS	mg/l	< 0.0050	< 0.0050	< 0.0050	< 0.0050	< 0.0	-
Fenoksysyrer:							
2.4-D	mg/l	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-
MCPA	mg/l	< 0.05	0.043	0.078	0.04	0.054	0.0
MCPP	mg/l	0.047	0.048	0.073	0.032	0.050	0.0
2.4.5-T	mg/l	0.083	0.052	0.038	0.064	0.059	0.0
2.4.5.TP	mg/l	0.054	0.062	0.041	0.093	0.063	0.0
MCPB	mg/l	0.063	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.053	-
2.4-DB	mg/l	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-
2.4-DP	mg/l	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.1	-
Akutt toksisitet screening	TU	< 1	< 1	< 1	< 1	< 0.1	-
Akutt toksisitet vannplante/alge	TU	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1.0	-
Mutagenitets test	TU	Ingen påvist toksisk effekt	Ingen påvist toksisk effekt	Ingen påvist toksisk effekt	Ingen påvist toksisk effekt	< 1.0	-
Akutt toksisitet krepsdyr	TU	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1.0	-

Brønn 6

Parameter	Eining	Mai		November		
<i>Dato for prøvetaking:</i>		28.5.		4.11.		Snitt
pH-verdi		6.2		6.8		6.50
Leidningsevne	mS/m	11		17		14
Klorid	mg/l	14		19		16.5
Amm-N	ug/l	<	25	<	25	< 25
Total-N	ug/l	930		670		800
Natrium	mg/l	106		23		64.5
KOF-Mn	mg/l	<	3.7	<	1	< 2.4
Jern	ug/l	7.5		65		36
Mangan	ug/l	130		<	2	66.0
Sink	ug/l	18		10		14.0
Arsen	ug/l	0.17		0.32		0.25
Kobber	ug/l	6.1		14		10.1
Bly	ug/l	0.36		0.76		0.56
Nikkel	ug/l	0.78		0.72		0.75
Krom	ug/l	0.1		0.48		0.29
Kadmium	ug/l	0.07		0.019		0.04
Kvikksølv	ug/l	<	0.004	0.017		< 0.004

Brønn 11

Parameter	Eining	Mai		November		
<i>Dato for prøvetaking:</i>		28.5.		4.11.		Snitt
pH-verdi		5.8		6.1		5.95
Leidningsevne	mS/m	11		4.5		7.75
Klorid	mg/l	9.2		2.9		6.05
Amm-N	ug/l	250		<	25	< 138
Total-N	ug/l	490		300		395
Natrium	mg/l	8.5		5.7		7.10
KOF-Mn	mg/l	<	1	<	1	< 1.0
Jern	ug/l	1620		1400		1510
Mangan	ug/l	200		64		132
Sink	ug/l	45		170		108
Arsen	ug/l	0.12		0.18		0.15
Kobber	ug/l	1.3		2.3		1.8
Bly	ug/l	0.38		1.5		0.94
Nikkel	ug/l	1.4		1.2		1.30
Krom	ug/l	0.16		0.28		0.22
Kadmium	ug/l	0.04		1.4		0.72
Kvikksølv	ug/l	<	0.004	0.014		< 0.0090

Brønn 14

Parameter	Eining	Mai		November	Snitt
<i>Dato for prøvetaking:</i>		28.5.		4.11.	
pH-verdi			5.8	6.4	6.10
Leidningsevne	mS/m		5.3	7.4	6.4
Klorid	mg/l		5	8	6.5
Amm-N	ug/l	<	25	110	< 68
Total-N	ug/l		1300	190	745
Natrium	mg/l		3.7	2	2.9
KOF-Mn	mg/l		4	1	< 2.5
Jern	ug/l		510	95	303
Mangan	ug/l		42	3.3	22.7
Sink	ug/l		40	22	31.00
Arsen	ug/l		0.3	0.23	0.27
Kobber	ug/l		2.7	5.6	4.15
Bly	ug/l		0.28	0.62	0.45
Nikkel	ug/l		0.76	0.82	0.8
Krom	ug/l		0.22	0.19	0.21
Kadmium	ug/l		0.01	0.034	0.02
Kvikksølv	ug/l	<	0.004	0.016	< 0.010

Pålamyrsbekken

Parameter	Eining	Mai	November	Snitt:
<i>Dato for prøvetaking:</i>		28.5	04.11	
pH-verdi		6,9	-	6,9
Leidningsevne	mS/m	150	-	150
Klorid	mg/l	140	-	140
Ammonium-N	µg/l	43000	-	43000
Total-N	µg/l	53000	-	53000
Natrium	mg/l	150	-	150
KOF-Cr	mg/l	92	-	92
Jern	µg/l	17000	-	17000
Mangan	µg/l	660	-	660
Sink	µg/l	38	-	38
Arsen	µg/l	1,4	-	1,4
Kobber	µg/l	8,0	-	8,0
Bly	µg/l	0,71	-	0,71
Nikkel	µg/l	4,3	-	4,3
Krom	µg/l	7,5	-	7,5
Kadmium	µg/l	< 0.010	-	< 0.010
Kvikksølv	µg/l	< 0.004	-	< 0.004

Parameter:	Prøve id.:	Sigevann sediment 04.11.21	Metode
Tørrstoff	%	23	NS-4764
TOC	% TS	5,2	NS-EN 13137
Korngradering	% < 0,063 mm	55,1	Intern
Korngradering	% 0,063-2 mm	32,8	Intern
Korngradering	% > 2 mm	12,1	Intern
Jern, Fe	mg/kg TS	65700	ICP-MS
Mangan, Mn	mg/kg TS	1200	ICP-MS
Sink, Zn	mg/kg TS	45	ICP-MS
Kobber, Cu	mg/kg TS	32	ICP-MS
Bly, Pb	mg/kg TS	10	ICP-MS
Kadmium, Cd	mg/kg TS	0,29	ICP-MS
Nikkel, Ni	mg/kg TS	28	ICP-MS
Krom, Cr	mg/kg TS	32	ICP-MS
Arsen, As	mg/kg TS	7,0	ICP-MS
Natrium, Na	mg/kg TS	2100	ICP-MS
Kvikksølv, Hg	mg/kg TS	0,039	CVAAS
C ₁₀ – C ₁₂	mg/kg TS	6,2	EN 14039
C ₁₂ – C ₁₆	mg/kg TS	19	EN 14039
C ₁₆ – C ₃₅	mg/kg TS	620	EN 14039
Olje >C ₁₀ – C ₄₀	mg/kg TS	680	EN 14039
∑ PAH ₁₆	mg/kg TS	0,608	EN-ISO 6468
Naftalen	mg/kg TS	0,065	EN-ISO 6468
Acenaftylen	mg/kg TS	< 0,010	EN-ISO 6468
Acenaften	mg/kg TS	< 0,010	EN-ISO 6468
Fluoren	mg/kg TS	0,018	EN-ISO 6468
Fenantren	mg/kg TS	0,040	EN-ISO 6468
Antracen	mg/kg TS	0,032	EN-ISO 6468
Fluoranten	mg/kg TS	0,032	EN-ISO 6468
Pyren	mg/kg TS	0,11	EN-ISO 6468
Benso(a)antracen	mg/kg TS	0,052	EN-ISO 6468
Krysen	mg/kg TS	0,039	EN-ISO 6468
Benso(b)fluoranten	mg/kg TS	0,022	EN-ISO 6468
Benso(k)fluoranten	mg/kg TS	0,071	EN-ISO 6468
Benso(a)pyren	mg/kg TS	0,073	EN-ISO 6468
Dibenso(ah)antracen	mg/kg TS	0,054	EN-ISO 6468
Benso(ghi)perylen	mg/kg TS	< 0,01	EN-ISO 6468
Indeno(123cd)pyren	mg/kg TS	< 0,010	EN-ISO 6468
∑ PCB ₇ ⁺	mg/kg TS	0,0590	EPA 8082, DIN 38407-2
PCB 28	mg/kg TS	0,0030	EPA 8082, DIN 38407-2
PCB 52	mg/kg TS	0,0052	EPA 8082, DIN 38407-2
PCB 101	mg/kg TS	0,0092	EPA 8082, DIN 38407-2
PCB 118	mg/kg TS	0,017	EPA 8082, DIN 38407-2
PCB 138	mg/kg TS	0,0073	EPA 8082, DIN 38407-2
PCB 153	mg/kg TS	0,0082	EPA 8082, DIN 38407-2
PCB 180	mg/kg TS	0,0091	EPA 8082, DIN 38407-2

Parameter:	Prøve id.:	Sigevann sediment 04.11.21	Metode
Aluminium, Al	mg/kg TS	6500	ICP-MS
Kalsium, Ca	mg/kg TS	23200	ICP-MS
Magnesium, Mg	mg/kg TS	4100	ICP-MS
Molybden, Mo	mg/kg TS	0,32	ICP-MS
Kobolt, Co	mg/kg TS	1,0	ICP-MS
Selen, Se	mg/kg TS	1,4	ICP-MS
Vanadium, V	mg/kg TS	13	ICP-MS
Thallium, Tl	mg/kg TS	0,73	ICP-MS
Antimon, Sb	mg/kg TS	0,29	ICP-MS
Strontium, Sr	mg/kg TS	65	ICP-MS
Sølv, Ag	mg/kg TS	< 0,20	ICP-MS
Polybromerte difenyletere (PBDE):			
<i>PBDE-99</i>	µg/kg TS	0,89	GC-MSD
<i>PBDE-154</i>	µg/kg TS	0,32	GC-MSD
<i>PBDE-203</i>	µg/kg TS	< 1,0	GC-MSD
<i>PBDE-209</i>	µg/kg TS	< 1,0	GC-MSD
α-HBCD (Heksabromcyklododekan)	µg/kg TS	< 5	GC-MSD
β-HBCD (Heksabromcyklododekan)	µg/kg TS	< 5	GC-MSD
γ-HBCD (Heksabromcyklododekan)	µg/kg TS	3,2	GC-MSD
∑ Heksabromcyklododekan (HBCD)	µg/kg TS	< 10	GC-MSD
Tetrabrom bisfenol A (TBBPA)	µg/kg TS	< 5	GC-MSD
Bisfenol A	mg/kg TS	0,64	GC-MSD
Akylfenoler og -etoksilater:			
<i>Nonylfenolmonoetoksilat</i>	mg/kg TS	< 0,1	GC-MSD
<i>Nonylfenoldietoksilat</i>	mg/kg TS	< 0,1	GC-MSD
<i>Oktylfenoletoksilater</i>	mg/kg TS	< 0,1	GC-MSD
<i>4-nonylfenol</i>	mg/kg TS	< 0,1	GC-MSD
<i>4-oktylfenol</i>	mg/kg TS	< 0,1	GC-MSD
Alkylfenoler	mg/kg TS	< 0,5	GC-MSD
Alkyletoksilater	mg/kg TS	< 0,5	GC-MSD
∑ Fenoler	mg/kg TS	0,894	GC-MSD
Fenol	mg/kg TS	< 0,02	GC-MSD
o-kresol	mg/kg TS	0,53	GC-MSD
(m+p)-kresol	mg/kg TS	0,019	GC-MSD
2,3-dimetylphenol	mg/kg TS	0,083	GC-MSD
2,4-dimetylphenol	mg/kg TS	0,093	GC-MSD
2,5-dimetylphenol	mg/kg TS	0,021	GC-MSD
2,6-dimetylphenol	mg/kg TS	0,065	GC-MSD
3,4-dimetylphenol	mg/kg TS	0,083	GC-MSD
3,5-dimetylphenol	mg/kg TS	< 0,052	GC-MSD
2,4,6 trimetylphenol	mg/kg TS	< 0,02	GC-MSD
2,3,5 trimetylphenol	mg/kg TS	< 0,02	GC-MSD
n-propylphenol	mg/kg TS	< 0,02	GC-MSD
2-isopropylphenol	mg/kg TS	< 0,02	GC-MSD
3-tert betylphenol	mg/kg TS	< 0,02	GC-MSD
Klorfenoler (pentaklorfenol-PCP)	mg/kg TS	< 0,1	GC-MSD

Parameter:	Prøve id.:	Sigevann sediment 04.11.21	Metode
Tinnorganiske forbindelser:			
<i>Tributyltin (TBT)</i>	µg/kg TS	2,8	GC-AED
<i>Trifenyltin (TFT)</i>	µg/kg TS	1,0	GC-AED
Ftalater:			
<i>di-(2-etylhexyl)ftalat</i>	mg/kg TS	0,20	GC-MSD
<i>di-isodekylftalat (DIDP)</i>	mg/kg TS	0,32	GC-MSD
<i>di-isononylftalat (DINP)</i>	mg/kg TS	< 0,1	GC-MSD
Klorbenzener:			
<i>1,2,3-triklorbensen</i>	mg/kg TS	< 0,01	DIN EN ISO 6468-F1
<i>1,2,4-triklorbensen</i>	mg/kg TS	< 0,01	DIN EN ISO 6468-F1
<i>1,3,5-triklorbensen</i>	mg/kg TS	< 0,01	DIN EN ISO 6468-F1
<i>Hexaklorbensen (HCB)</i>	mg/kg TS	< 0,01	DIN EN ISO 6468-F1
Klorerte paraffiner:			
<i>Kortkjedede høyklorerte paraffiner med 10-13 karbonatomer i kjeden</i>	mg/kg TS	0,20	GC-ECD
<i>Mellomkjede høyklorerte paraffiner med 14-17 karbonatomer i kjeden</i>	mg/kg TS	0,32	GC-ECD
Σ Polyklorerte naftalener	mg/kg TS	0,266	GC-MSD
Triklornaftalen	mg/kg TS	0,043	GC-MSD
Tetraklornaftalen	mg/kg TS	0,021	GC-MSD
Pentaklornaftalen	mg/kg TS	0,085	GC-MSD
Heksaklornaftalen	mg/kg TS	0,054	GC-MSD
Heptaklornaftalen	mg/kg TS	0,063	GC-MSD
Oktaklornaftalen	mg/kg TS	< 0,02	GC-MSD
Σ Polyklorerte dibenzodioksiner/furaner	ng/kg TS	< 1	HR-GC-MS
2,3,7,8 tetraklordibenzodioksin	ng/kg TS	< 1	HR-GC-MS
2,3,7,8 tetraklordibenzofuran	ng/kg TS	< 1	HR-GC-MS
1,2,3,7,8 pentaklordibenzofuran	ng/kg TS	< 1	HR-GC-MS
1,2,3,7,8 pentaklordibenzodioksin	ng/kg TS	< 1	HR-GC-MS
2,3,4,7,8 pentaklordibenzofuran	ng/kg TS	< 1	HR-GC-MS
1,2,3,4,7,8 heksaklordibenzodioksin	ng/kg TS	< 1	HR-GC-MS
1,2,3,4,7,8 heksaklordibenzofuran	ng/kg TS	< 1	HR-GC-MS
1,2,3,6,7,8 heksaklordibenzodioksin	ng/kg TS	< 1	HR-GC-MS
1,2,3,6,7,8 heksaklordibenzofuran	ng/kg TS	< 1	HR-GC-MS
1,2,3,7,8,9 heksaklordibenzodioksin	ng/kg TS	< 1	HR-GC-MS
1,2,3,7,8,9 heksaklordibenzofuran	ng/kg TS	< 1	HR-GC-MS
2,3,4,6,7,8 heksaklordibenzofuran	ng/kg TS	< 1	HR-GC-MS
1,2,3,4,6,7,8 heptaklordibenzodioksin	ng/kg TS	< 1	HR-GC-MS
1,2,3,4,6,7,8 heptaklordibenzofuran	ng/kg TS	< 1	HR-GC-MS
1,2,3,4,7,8,9 heptaklordibenzofuran	ng/kg TS	< 1	HR-GC-MS
Oktaklordibensodioksin	ng/kg TS	< 1	HR-GC-MS
Oktaklordibensofuran	ng/kg TS	< 1	HR-GC-MS
Klorerte pesticider:			
<i>Lindan (γ-HCH)</i>	mg/kg TS	< 0,05	GC-MSD
<i>o,p' - DDT</i>	mg/kg TS	< 0,05	GC-MSD
<i>p,p' - DDT</i>	mg/kg TS	< 0,05	GC-MSD

Vedlegg 2
Prøvepunkt for prøver tatt i 2021

