RAPPORT L.NR. 5935-2010

Kontroll av utslipp av tungmetaller fra Hydro Aluminium Sunndal

Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT

Hovedkontor
Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen
Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen
Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen
Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge
Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel	Løpenr. (for bestilling)	Dato
Kontroll av utslipp av tungmetaller fra Hydro Aluminium Sunndal	5935-2010	17.2.2010
	Prosjektnr. Undernr. 28460	Sider 26
Forfatter(e) Iversen, Eigil Rune	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon
	Geografisk område Møre og Romsdal	Trykket CopyCat AS, 2010

Oppdragsgiver(e)	Oppdragsreferanse
Hydro Aluminium Sunndal	2478797/23.10.2009 Leif Rødseth

Sammendrag

Det er gjennomført en kartlegging av metallutslippene til vann fra Hydro Aluminium Sunndal. Hydro Aluminium Sunndal har to hovedtyper avløpsvann. Den ene kategorien er utslipp av ferskvann som består av sanitæravløp, kjølevann og overvann fra bedriftsområdet, mens den andre kategorien er sjøvann fra gassvaskeanleggene. I tillegg kommer diffus utlekking av metaller fra deponiområdet som står i kontakt med sjøvann. Utslippene av metaller via ferskvannsnettet ble funnet å være ubetydelige. Resultatene tyder også på at metallutslippene fra gassvaskeanleggene er relativt beskjedne. Utslippet fra elektrolyseanlegget er en større kilde enn utslippet fra karbonanlegget. Sink er viktigste metall. Årsutslippet for sink fra elektrolyseanlegget er anslått til å være opp til 1 tonn. For de øvrige metallene er årsmengdene små når bakgrunnsverdiene i inntaksvann trekkes fra. For en mer eksakt beregning av metallutslippene fra bedriften kreves mer omfattende prøvetaking og analyse. Det vil også være mulig å få en bedre tallfesting ved å gjøre en massebalanse for hele verket basert på metallanalyser av råvarer, avgasser og produkter.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Tungmetaller	1. Heavy metals
2. Avløpsvann	2. Discharge Water
3. Aluminiumverk	3. Aluminium smelter
4. Hydro Aluminium Sunndal	4. Hydro Aluminium Sunndal

Eigil Rune Iversen
Prosjektleder

Helge Liltved
Forskningsleder

Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

ISBN 978-82-577-5670-3

O-28460

Kontroll av utslipp av tungmetaller fra Hydro Aluminium Sunndal

Forord

Denne undersøkelsen er foretatt etter pålegg fra Klima- og forurensningsdirektoratet (tidligere SFT), og har hatt som målsetting å dokumentere bedriftens utslipp av tungmetaller. Undersøkelsen er gjennomført i samarbeid med bedriften, som har bistått i forbindelse med prøvetakingsopplegget og bidratt med opplysninger om avløpsforholdene.

Vår kontakt med bedriften har vært laboratoriesjef Berit Kristin Hugdal. Ingeniør Arne Veidel, NIVA har hatt ansvaret for de automatiske registreringene, mens undertegnede har vært prosjektleder.

Vi takker Hydro Aluminium Sunndal for samarbeidet.

Oslo, 10. desember 2010

Eigil Rune Iversen

Innhold

Sammendrag **5**

1. Innledning **6**

2. Avløp til vann **6**

3. Undersøkelsesopplegg **9**
3.1 Generelt 9
3.2 Analysemetodikk 10

4. Resultater **11**
4.1 Stasjon 1 og stasjon2. Avløp overflate- og sanitærvann støperi og Su III og avløp fra pressbolt 11
4.2 Stasjon 3. Avløp overflate- og kjølevann PFA 11
4.3 Stasjon 4. A1 Avløp prosess-, overflate- og sanitær – Karbon 13
4.4 Stasjon 5. Avløp fra Karbon våtvask 15
4.5 Stasjon 6. Avløp fra gassrenseanlegg elektrolyse 15
4.6 Analyse av brønnprøver i deponi 15

5. Utslippsmengder **16**
5.1 Vannmengder 16
5.2 Utslipp av tungmetaller 18

6. Samlet vurdering **20**

7. Referanser **22**

Vedlegg A. Analyseresultater **23**

Sammendrag

Det er gjennomført en undersøkelse av metallutslipp til vann fra Hydro Aluminium Sunndal. Undersøkelsen er utført etter pålegg fra Statens forurensningstilsyn, nå Klima- og forurensningsdirektoratet.

Hydro Aluminium Sunndal har to hovedtyper avløpsvann. Den ene kategorien er utslipp av ferskvann som består av sanitæravløp, kjølevann og overvann fra bedriftsområdet, men den andre er sjøvann fra gassvaskeanleggene. I tillegg kan det være diffus utlekking av metaller fra deponiområdet som står i kontakt med sjøvann.

Avløpsrørene for ferskvann munner ut i fjorden som dykkede utslipp nær overflaten. Det ble funnet ubetydelige tungmetallkonsentrasjoner i ferskvannsutslippene. Utslippsmengdene blir av den grunn også beskjedne og dreier seg trolig i det vesentligste om diffuse tilførsler via overvannsnettet. Det var ikke mulig å måle vannmengdene i alle ferskvannsutslippene.

Bedriftens utslipp av sjøvann kommer fra to gassvaskeanlegg (karbonanlegget og elektrolyseanleggene). Av de to sjøvannsutslippene er metallbidraget fra gassvaskeanlegget for elektrolyseanleggene større enn fra karbonanlegget. For begge gassvaskeanleggene må utslippsmengdene sies å være beskjedne. Når en tar hensyn til naturlig bakgrunnsnivå for tungmetaller i inntaksvann fra Sunndalsfjorden, er det bare for sink at en kan beregne et bidrag av noe størrelse fra industrivirksomheten basert på det datagrunnlaget som foreligger. For de øvrige metallene er årsmengdene små når bakgrunnsverdiene trekkes fra. For å gjøre mer eksakte beregninger for utslippsmengder er det nødvendig med et større datamateriale. Det vil også være mulig å få en bedre tallfesting ved å gjøre en massebalanse for hele verket basert på metallanalyser av råvarer, avgasser og produkter.

Ut fra vurdering av datamaterialet og fra en skjønnsmessig vurdering av vannmengdene i avløpsrørene for ferskvann er det mest sannsynlig at utslippene fra gassvaskeanlegget for elektrolyseanleggene representerer de største utslippene av tungmetaller fra bedriften.

I tabellen nedenfor er årsutslippet fra den største kilden, gassvaskevann fra elektrolyseanlegget, beregnet til følgende:

	Cr kg/år	**Cu kg/år**	**Fe kg/år**	**Ni kg/år**	**Zn kg/år**	**Pb kg/år**	**Hg kg/år**
Årsutslipp	30,3	155	1079	84	1270	84	0,366
Bakgrunnsnivå	35,5	56	<400	65	<175	<26	<0,175

Dersom en korrigerer for bakgrunnsnivået ser en at det er sink som er viktigste metall i utslippssammenheng.

Utslippene er beregnet for verket under full drift, noe som ikke var tilfelle da undersøkelsene ble gjennomført idet SU III var ute av drift. Tallene må brukes med forsiktighet på grunn av det begrensede tallmaterialet som foreligger.

1. Innledning

Hydro Aluminium Sunndal er pålagt av Statens forurensningstilsyn (nå Klima- og forurensningsdirektoratet) å dokumentere bedriftens utslipp av tungmetaller til vann bedre. For å bli kjent med utslippsforholdene foretok NIVA en befaring til bedriften i desember 2008. Under befaringen ble det foretatt en gjennomgang av alle bedriftens avløp og det ble vurdert muligheten for prøvetaking og mengdemålinger. Bedriften har to avløpstyper:

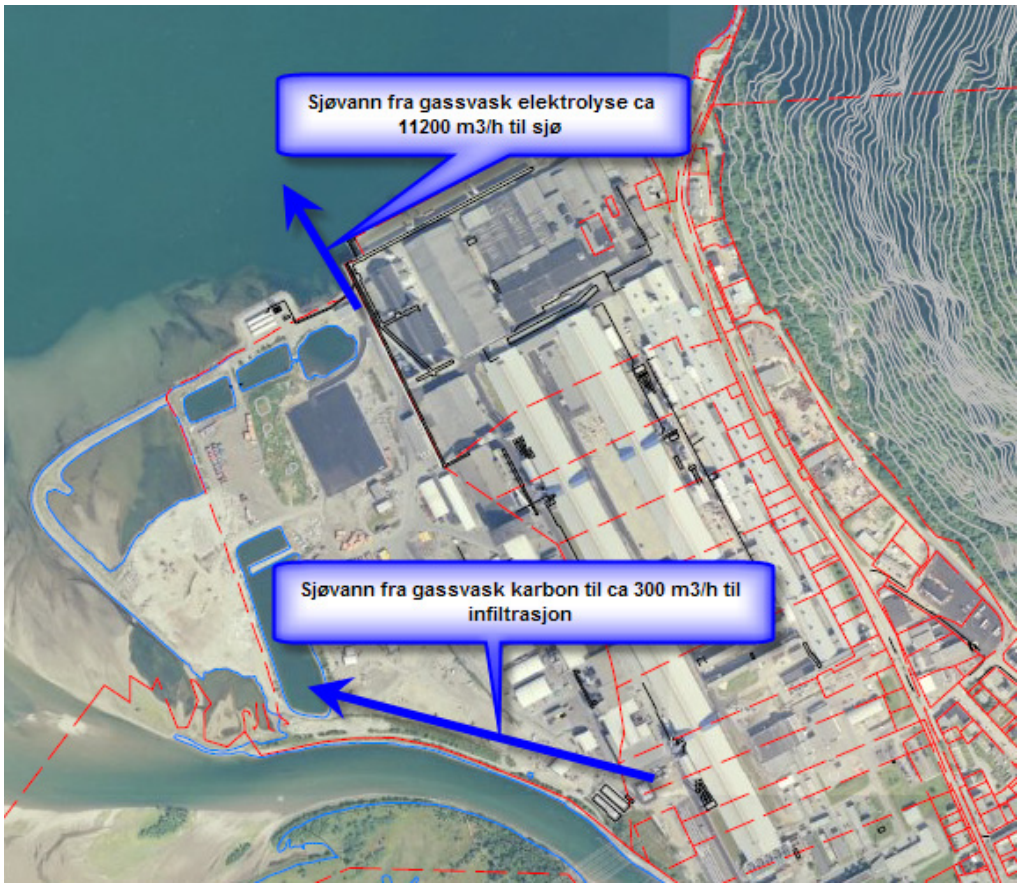
1. Ferskvannsutslipp som inneholder kjølevann, sanitæravløp, overvann med avløp fra tette flater på bedriften i form av overvann og avrenning fra takflater.

2. Utslipp som inneholder sjøvann som er benyttet til rensing av avgasser.

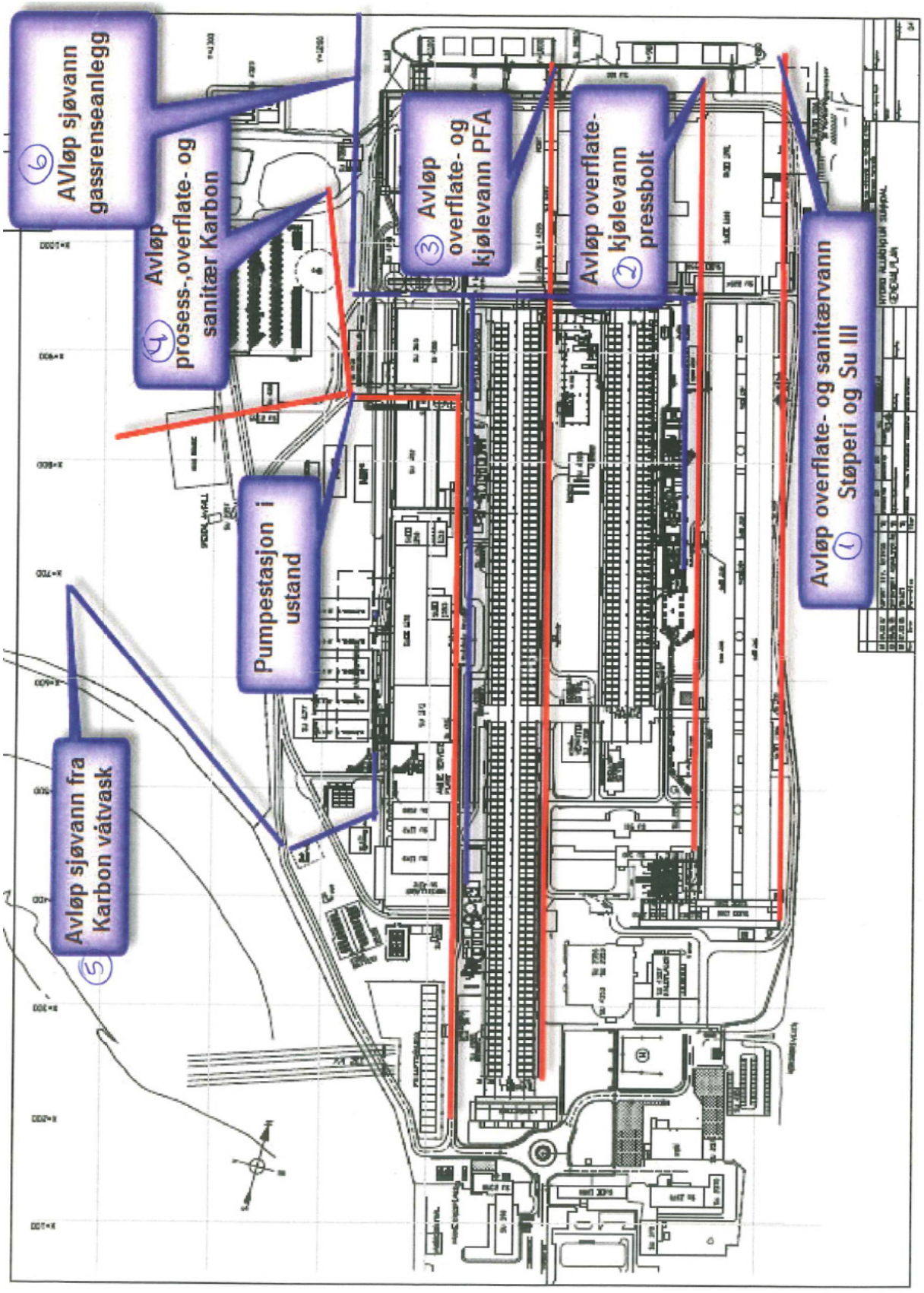
Etter vurdering av forholdene utarbeidet NIVA et forslag til undersøkelsesprogram som ble godtatt og lagt til grunn for feltundersøkelsene. Feltundersøkelsene ble foretatt over en periode på to uker sommeren 2009 i ukene 25 og 26.

2. Avløp til vann

Bedriften har 6 utslippspunkter for avløpsvann. To av avløpene består av sjøvann, de øvrige er ferskvann. Avløpene er markert på figur 1 og figur 2.



Figur 1. Lokalisering av sjøvannsutslippene (avløp fra gassrenseanlegg)



Figur 2. Avløp til vann fra Hydro Aluminium Sunndal.

I denne rapporten er de enkelte utslipp gitt følgende betegnelser:

Tabell 1. Prøvetakingsstasjoner

Stasj. nr	Navn	Anm.
1	Avløp overflate- og sanitærvann støperi og Su III	Ferskvann
2	Avløp overflate- og kjølevann pressbolt	Ferskvann
3	Avløp overflate- og kjølevann PFA	Ferskvann
4	A1 Avløp prosess-, overflate- og sanitær - karbon	Ferskvann
5	Avløp fra karbon våtvask	Sjøvann
6	Avløp fra gassrenseanlegg elektrolyse	Sjøvann

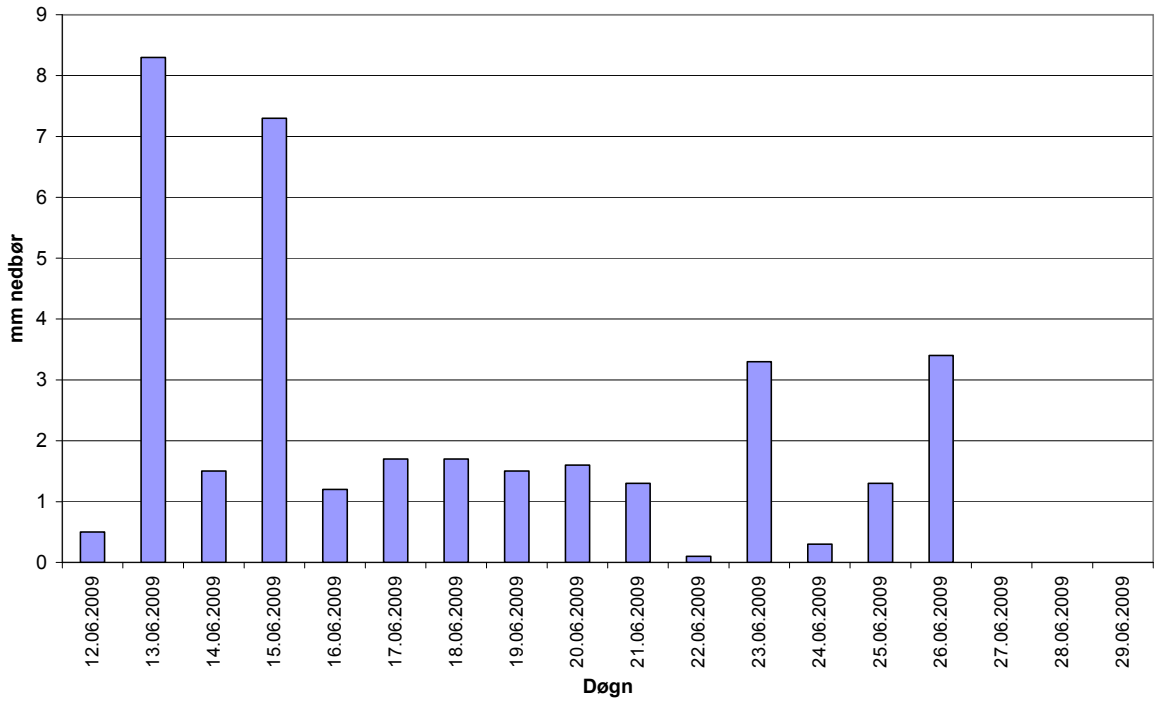
I tillegg ble det tatt stikkprøver i tre av grunnvannsbrønnene i deponiområdet, brønnene A, B og C.

3. Undersøkelsesopplegg

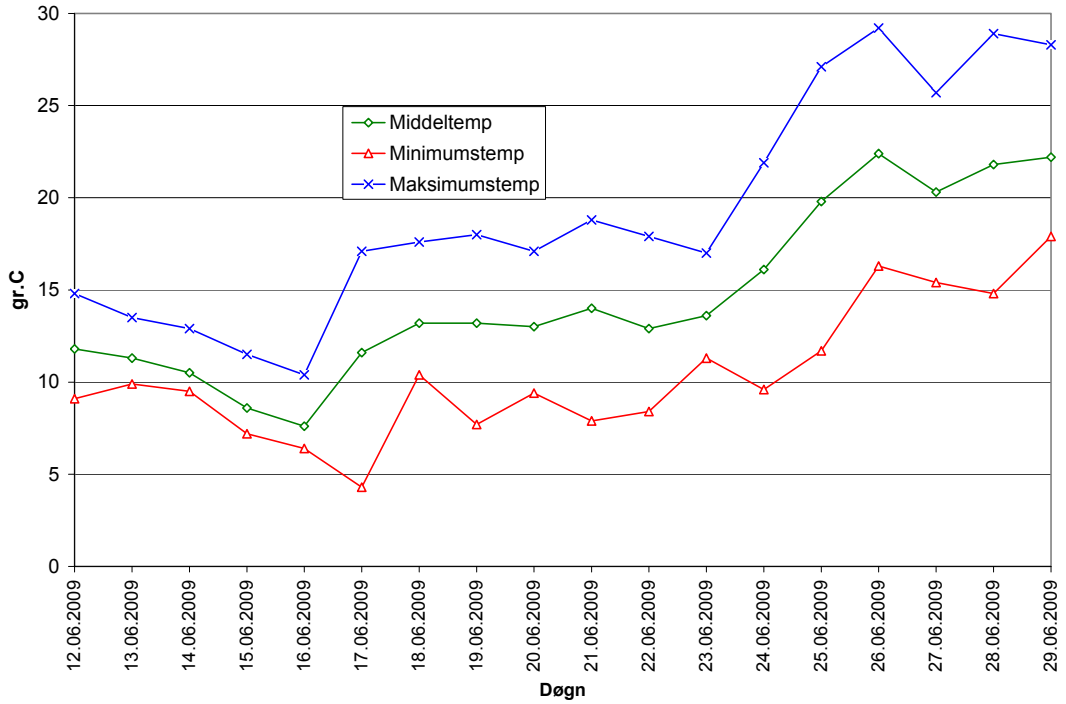
3.1 Generelt

Etter en gjennomgang av alle avløpene med prøvetakingsmuligheter og muligheter for vannmengdemålinger, ble det besluttet å ta stikkprøver ved stasjonene 1,2 5 og 6. Alle avløpene er dykket slik at de alltid er under vannstanden i fjorden. Rørene er til dels også lokalisert et stykke ned i grunnen. Det er stakekummer, men det var vanskelig å ta seg ned til avløpsrørene slik at en kunne montere vannføringssensorer. Ved to av de antatt viktigste ferskvannsavløpene ble det montert automatiske prøvetakere for uttak av stikkprøver 4 ganger i timen. I tillegg ble det montert monitorer for registrering av konduktivitet, turbiditet og temperatur. Ved stasjon 4 (A1) var det mulig å måle vannmengder da røret lå like under overflaten. En sensor ble satt inne i røret. Ved de to sjøvannsavløpene ble det tatt stikkprøver. Her ble bedriftens opplysninger om vannmengder lagt til grunn for beregning av utslippsmengder.

Undersøkelsen ble gjennomført sammenhengende over en periode på to produksjonsuker sommeren 2009. Temperatur- og nedbørforholdene var forskjellige i de to ukene. Det falt mer nedbør i den første uka (figur 3). Den andre uka var tørrere og varmere (figur 4).



Figur 3. Nedbør ved klimastasjonen til DNMI – 63420 Sunndalsøra.



Figur 4. Temperaturer ved klimastasjonen til DNMI – 63420 Sunndalsøra.

3.2 Analysemetodikk

Analyse av totalcyanid er utført av eksternt laboratorium, ALS – Skandinavia. De øvrige analysene er utført av NIVA. Metallanalysene er utført vha ICP-teknikk. Tungmetallanalysene ved NIVA er utført vha ICPMS-teknikk. Ved en av stasjonene (stasjon 6 avløp fra gassrenseanlegg elektrolyse) måtte prøvene tas om igjen da resultatene for tungmetaller ikke var representative. En har ikke greid å finne noen forklaring på dette. Da en ikke fant ut av årsaken til disse problemene ble det tatt parallelle prøver for analyse både ved NIVA og ved ALS – Scandinavia. Ved sistnevnte laboratorium ble analysene utført ved høytoppløselig ICPMS. Prøvene ble tatt på laboratorienes originalemballasje.

Kvikksølvanalysene ved NIVA ble utført ved hjelp av en Hg-analysator som benytter flammeløs atomabsorpsjonsteknikk. Det ble benyttet to ulike metoder, en metode der deteksjonsgrensen er 1 ng/l for utslippsvann, både ferskvann og sjøvann, og en metode med høyere deteksjonsgrense (50 ng/l) for vann som inneholder partikulært materiale. Sistnevnte metode var nødvendig å benytte for grunnvannsbrønnene da vannet inneholdt en del partikulært materiale. Dette av hensyn til analyseutstyret.

4. Resultater

4.1 Stasjon 1 og stasjon 2. Avløp overflate- og sanitærvann støperi og Su III og avløp fra pressbolt

Analyseresultatene for de to stikkprøvene er samlet i tabell 9 og tabell 10 i vedlegget bak

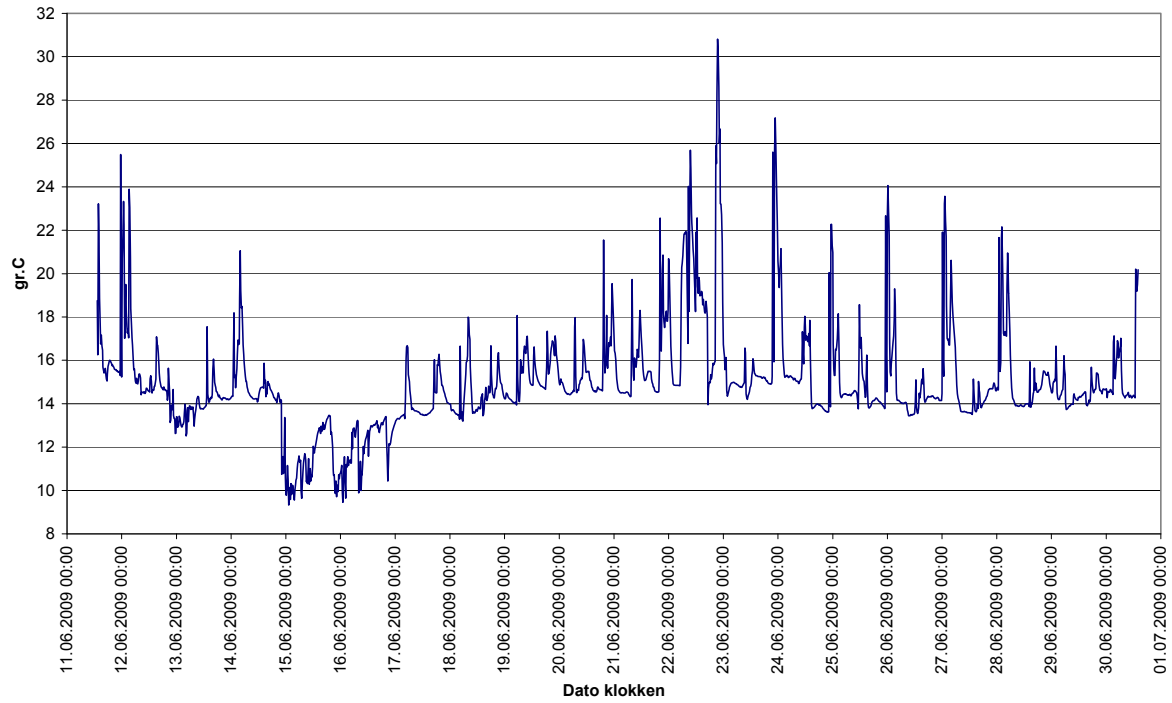
Resultatene viser at vannkvaliteten er ionefattig med pH-verdier litt under 7. Resultatene tyder på at dette er kjølevann, råvann som bedriften tar inn fra sin vannforsyningskilde. Det er tilført lite ioner eller metaller fra støpeprosessene. Dette er også i samsvar med erfaringene fra en tilsvarende undersøkelse utført ved Årdal Verk i 1991 (Iversen, 1991). Tungmetallkonsentrasjonene er lave og som forventet i et urbant område der en også mottar overvann som avrenning fra takflater og tette flater på bedriftsområdet. Det pågikk ingen produksjon ved SU III i den tiden prøvetakingen pågikk.

4.2 Stasjon 3. Avløp overflate- og kjølevann PFA

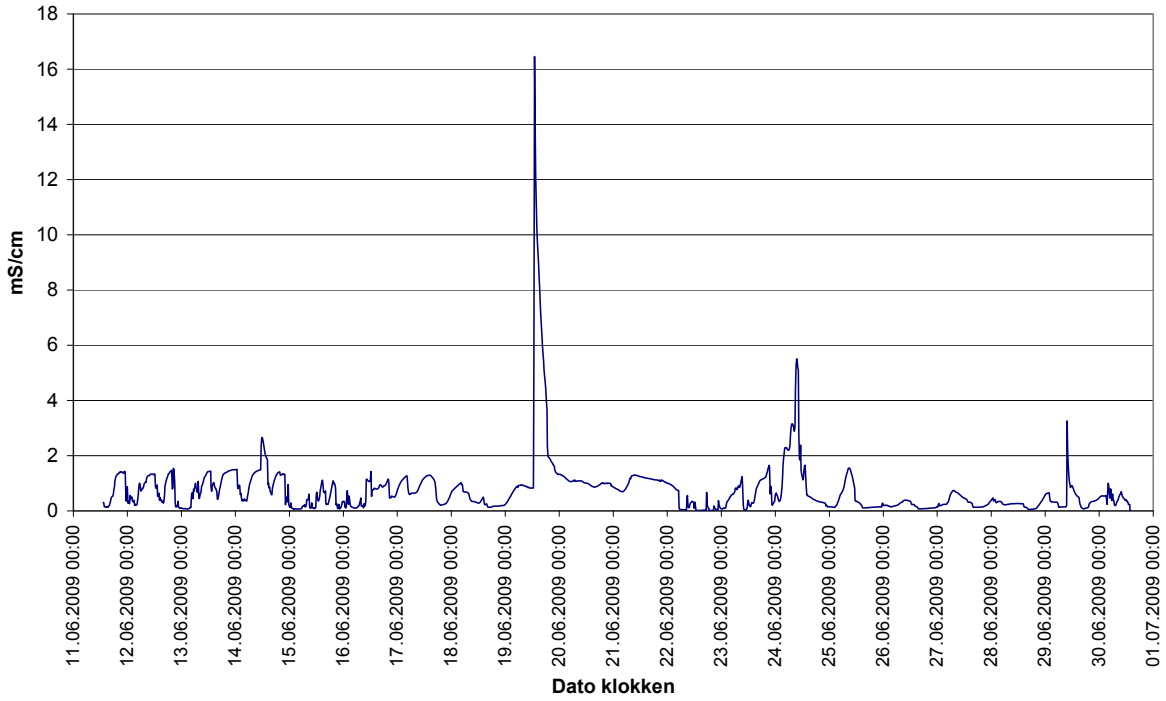
Analyseresultatene er samlet i tabell 11 i vedlegget bak. Figur 5, figur 6 og figur 7 viser forløpet av de kontinuerlige registreringene av temperatur, konduktivitet og turbiditet.

Temperaturmålingene viser en del variasjoner som har sin årsak i forløpet av kjølingen etter at produktene er tatt ut av støpeformene

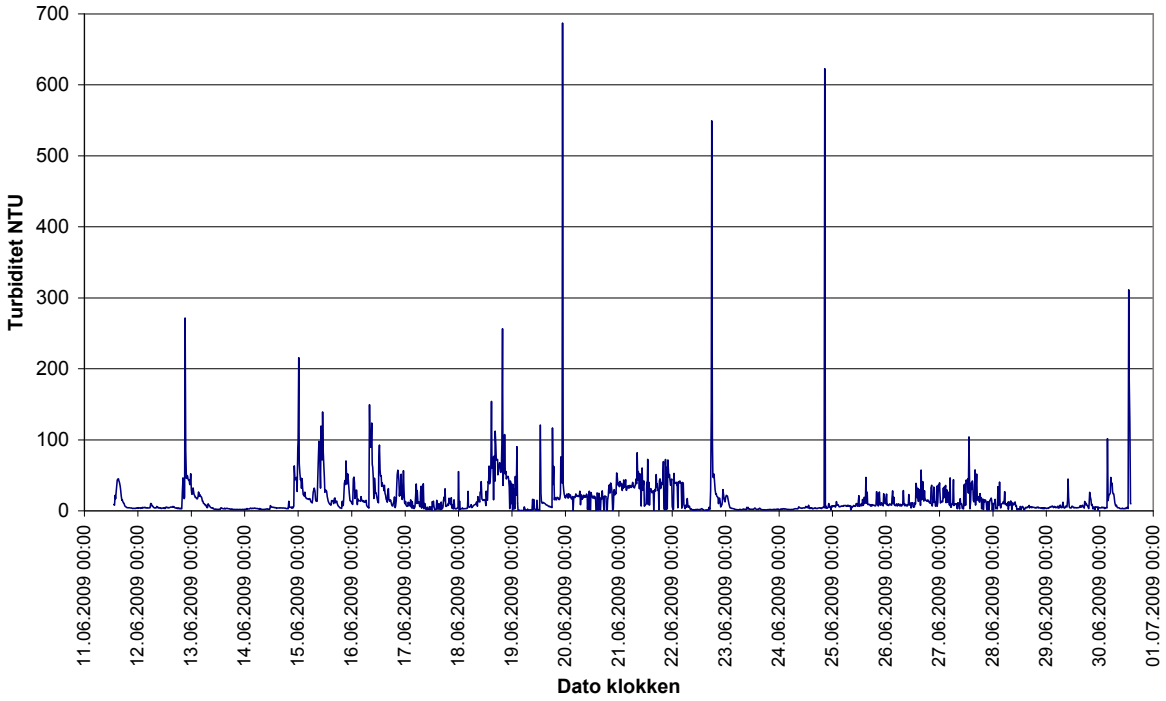
Konduktivitetsmålingene viser tilsvarende variasjoner. En har ingen forklaring på et par korvarige høye konduktivtsverdier som også ser ut til og gjenspeiles i høye turbiditetsverdier.



Figur 5. Temperaturmålinger ved stasjon 3 – PFA



Figur 6. Konduktivitetsmålinger ved stasjon 3 – PFA



Figur 7. Turbiditetsmålinger ved stasjon 3 – PFA

Turbiditetsmlingene gir uttrykk for innhold av partikulært materiale. Turbiditeten var gjennomgående noe høyere i den første produksjonsuka enn i den andre. Det er usikkert om dette har sammenheng med at det falt mer nedbør i den første perioden og at overvannsnettet ble tilført mer partikulært materiale. Dette kan også være en mulig forklaring på de kortvarige relativt høye turbiditetsverdiene.

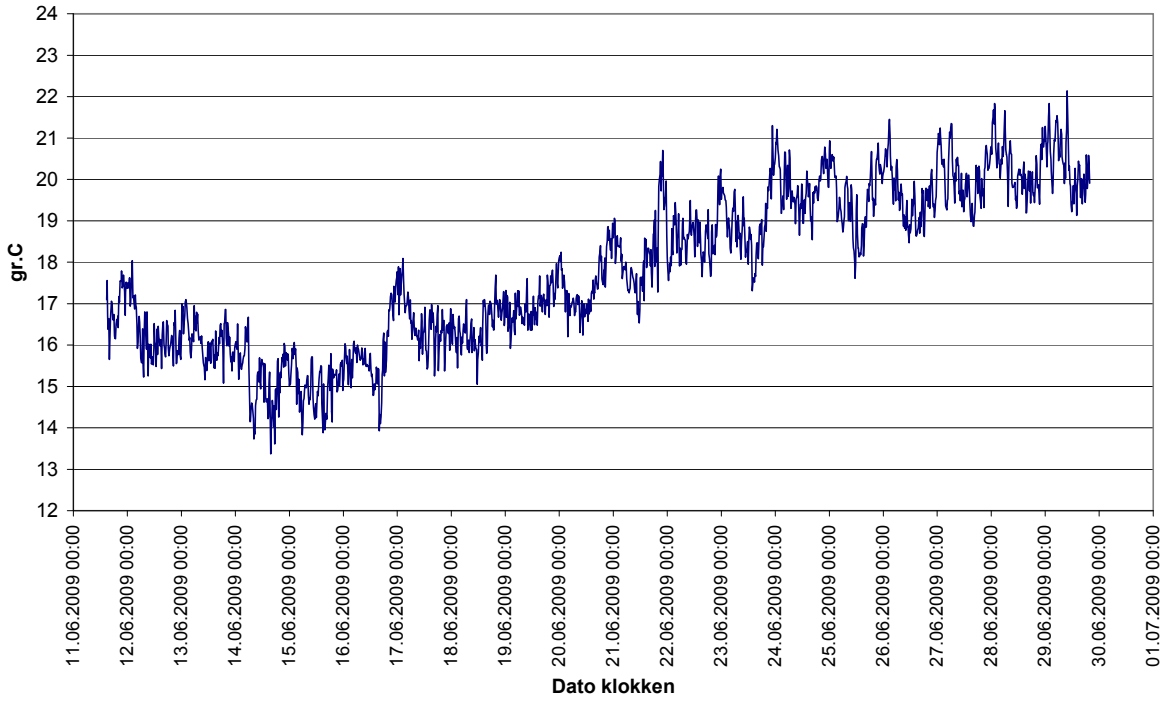
De kjemiske analyseresultatene viser at vannkvaliteten hadde pH-verdier i underkant av 7 som for de to foregående stasjonene. Konduktivitetsverdiene viser at dette avløpet inneholder mer oppløste salter der ioner som kalsium, magnesium, natrium og kalium betyr mye. Svovelinnholdet er også høyere enn ved de to foregående stasjonene. Svovelinnholdet foreliggger trolig mest sannsynlig som sulfationer.

Tungmetallinnholdet er fortsatt lavt sett i utslippssammenheng, men nivåene er noe høyere enn ved de to foregående stasjonene, spesielt i den første av de to ukene.

4.3 Stasjon 4. A1 Avløp prosess-, overflate- og sanitær – karbon

Analyseresultatene er samlet i tabell 12 i vedlegget bak. Prøvene er tatt som døgnblandprøver. Stasjonen ble ansett som den viktigste av ferskvannsutslippene. Det går ut relativt mye vann her. Det var mulig å måle vannmengder ved denne stasjonen.

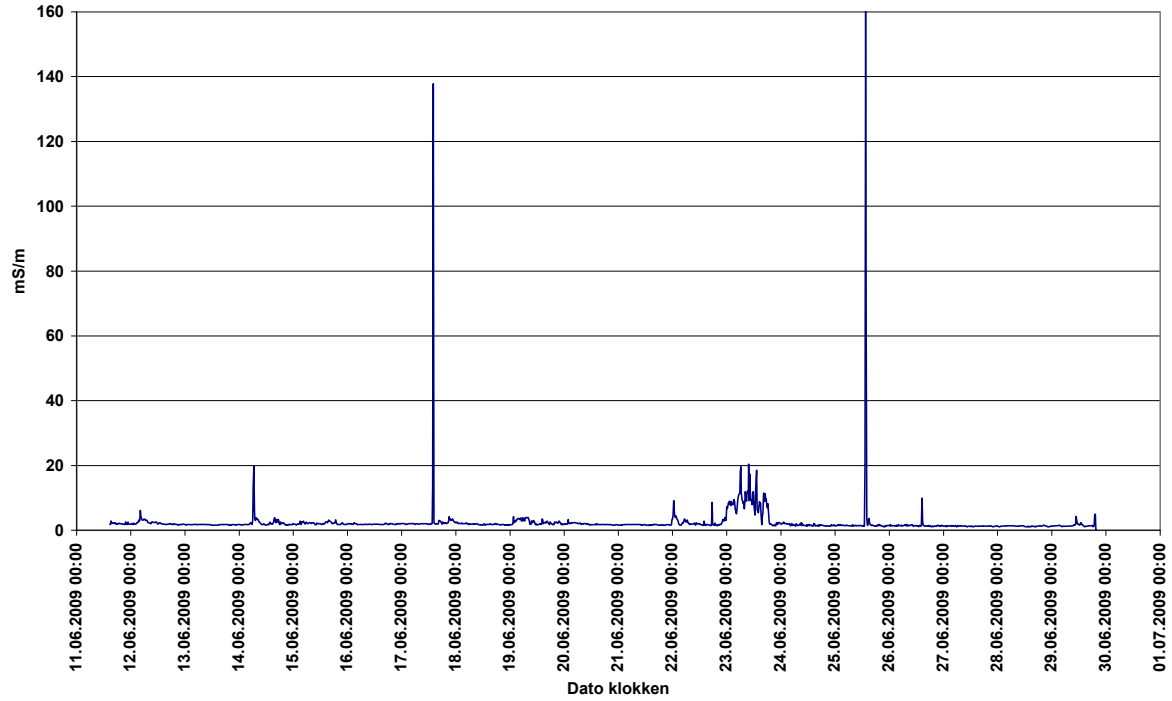
Figur 8 viser forløpet av de kontinuerlige temperaturmålingene. Temperaturene var høyere i den andre produksjonsuka enn i den første. Det er mulig at dette kan ha sammenheng med at vannforbruket var en del høyere i den første uka. Det er litt temperaturvariasjoner i løpet av døgnet. Temperaturmaksimum er vanligvis på nattskiftet.



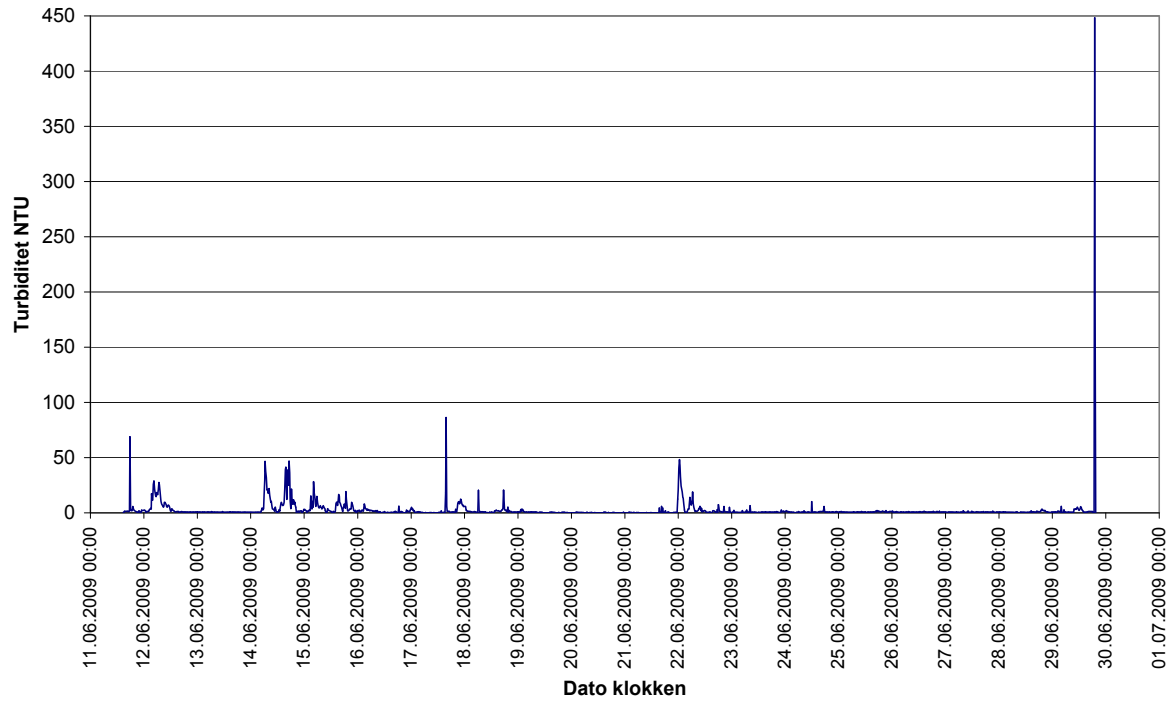
Figur 8. Temperaturmålinger ved stasjon 4 – A1

Bortsett fra noen kortvarige episoder med relativt høy konduktivitet er konduktivitetsverdiene gjennomgående lave, noe som viser at tilførslene av oppløste salter er beskjedne.

Turbiditetsverdiene viser at det av og til kommer ut noe partikulært materiale ut av avløpsrøret. Dette var også synlig mens vi var der.



Figur 9. Konduktivitetsmålinger ved stasjon 4 – A1



Figur 10. Turbiditetsmålinger ved stasjon 4 – A1

De kjemiske analyseresultatene i tabell 12 viser at vannkvaliteten har en pH-verdi litt under 7 som for de andre stasjonene. Konduktiviteten er lav som for de to første stasjonene. Vannkvaliteten ligner mye på de to første stasjonene bortsett fra at kvikksølvnivået er periodevis høyere for noen av prøvene,

spesielt i den første produksjonsuka. Dette gjelder til dels også sink og nikkel, men konsentrasjonene må likevel anses som lave sett i utslippssammenheng.

4.4 Stasjon 5. Avløp fra Karbon våtvask

Det var ikke mulig å komme til selve utløpet av avløpsrøret som var dykket i en liten dam på området. Avløpet fra dammen blir infiltrert gjennom grunnen ut til fjorden. Det ble valgt å ta overflateprøver i nærheten av utslippsstedet. Prøvene gir derfor uttrykk for en slags blandprøve.

Analyseresultatene for de 6 stikkprøvene som ble tatt er samlet i tabell 13 i vedlegget bak. Resultatene viser at vannet fra sjøvannsvaskingen er surt med pH-verdier i området 3,6 til 5,3. De lave pH-verdiene skyldes innhold av bisulfitt dannet under SO_2-opptaket i gassvaskeren. Innholdet av totalsvovel gir uttrykk for sum av sulfat og bisulfitt. Tungmetallanalysene er utført vha ICP-MS-teknikk etter fortynning av prøvene for å unngå de analytiske problemene som følge av saltinnholdet. Dette gir en del høyere deteksjonsgrense for metallene enn ved analyse av ferskvann. Resultatene tyder imidlertid på at tungmetallinnholdet i avløpet er beskjedent. Kvikksølvnivået er noe høyere enn i ferskvannsutslippene, men må likevel karakteriseres som lavt. Kvikksølvinnholdet er analysert med særskilt metode der deteksjonsgrensen er 1 ng/l.

4.5 Stasjon 6. Avløp fra gassrenseanlegg elektrolyse

Analyseresultatene er samlet i tabell 14 i vedlegget bak. Tungmetallanalysene for prøvene som ble tatt i juni 2009 ble som tidligere nevnt forkastet da de etter omfattende diskusjoner ble funnet ikke å være representative for bedriftens utslipp. Dette gjaldt også kvikksølvananalysene. Disse nye prøvene ble analysert med en helt annet teknikk (høytoppløselig ICPMS, HR-ICPMS) samtidig som disse prøvene ble tatt på egne spesialflasker. Sistnevnte analyser ble utført av ALS Scandinavia, Luleå. Ny prøvetaking ble gjennomført den 28.4.2010.

Vannkvaliteten er sur av de samme årsaker som for stasjon 5. pH-verdiene for de 6 stikkprøvene varierte i området 3,6 til 5,3.

Når det gjelder metallene er det god overensstemmelse mellom resultatene fra NIVAlab og ALS-Scandinavia i Luleå. Analyse ved høytoppløselig ICPMS gir lavere deteksjonsgrenser for de fleste tungmetallene. En ser også at når en påviser verdier omkring deteksjonsgrensen for ICPMS får en lavere verdier ved HR-ICPMS.

4.6 Analyse av brønnprøver i deponi

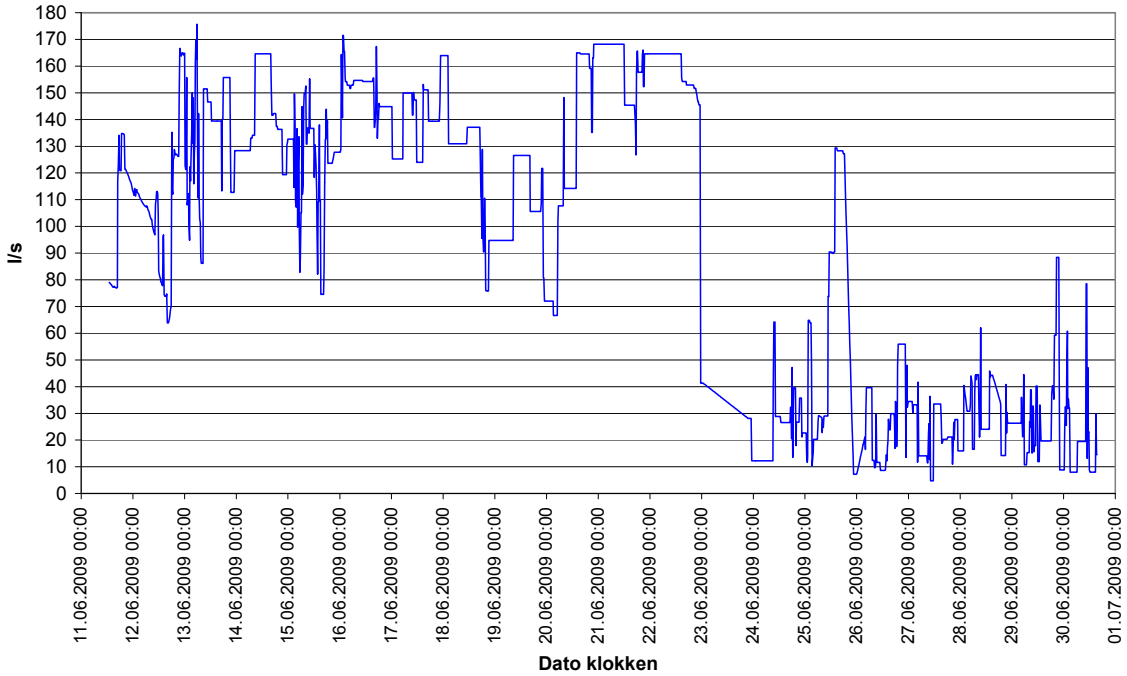
Det ble tatt 3 stikkprøver i tre av grunnvannsbrønnene i deponiområdet. Det ble benyttet samme analyseprogram som for de øvrige vannprøvene. I tillegg ble det analysert på totalcyanid.

Analyseresultatene er samlet i tabell 15 i vedlegget bak.
Resultatene viser at vannkvaliteten er svakt sur. Det er mulig at dette kan ha sammenheng med påvirkning av vannkvaliteten i dammen som mottar gassvaskevann. Vannkvaliteten er forøvrig omtrent den samme som for sjøvannsutslippene mht saltinnhold. Kvikksølvanalysene måtte utføres med en annen metode med en del høyere deteksjonsgrense pga innholdet av partikler i prøvene. Tungmetallinnholdet varierer en del. En av prøvene inneholdt spesielt mye jern, noe en også observeret ved undersøkelsene av katodeavfallsdeponiet i Øvre Årdal. Tidligere ble jernet ikke tatt ut når en rev ovnsbunnene. Det ble ikke påvist cyanider i noen av prøvene. Dersom en skulle påvise cyanid i prøvene, ville cyanidinnholdet ikke foreligge som lett tilgjengelige cyanidioner, men være bundet til stabile komplekser med jern. Det er vanskelig å vurdere hvor mye av metallinnholdet som kommer fra deponimassene sett i forhold til analyseresultatene for vannet i dammen som mottar omtrent samme vannkvaliteten som følge av utslipp fra gassrenseanlegget.

5. Utslippsmengder

5.1 Vannmengder

Det ble målt vannmengder ved stasjon 4 – A1 avløp fra prosess- overflate- og sanitæravløp. Figur 11 viser forløpet av øyeblikksmålingene. Vannføringen ble logget hvert kvarter. Ved hjelp av målingene har en i tabell 2 beregnet døgnutslippet.

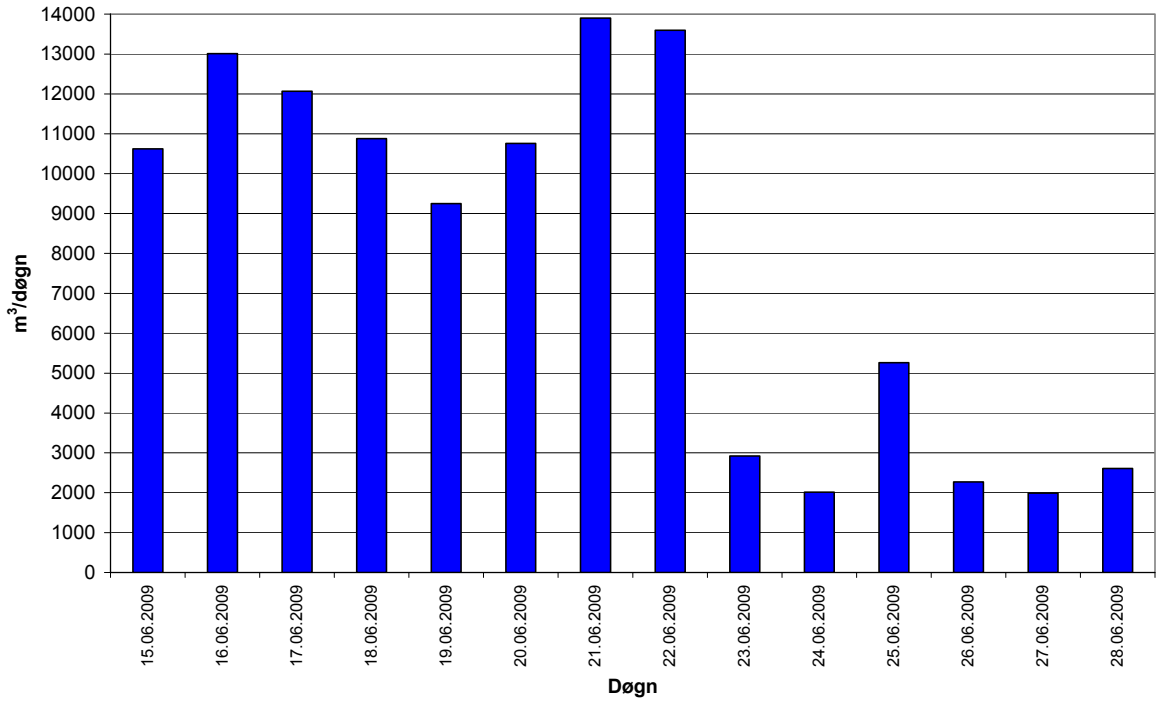


Figur 11. Vannføring ved utløp av rør ved stasjon 4 – A1.

Tabell 2. Døgnutslipp ved stasjon 4 – A1.

Døgn	m^3
15.06.2009	10626
16.06.2009	13010
17.06.2009	12066
18.06.2009	10877
19.06.2009	9248
20.06.2009	10759
21.06.2009	13899
22.06.2009	13599
23.06.2009	2921
24.06.2009	2018
25.06.2009	5264
26.06.2009	2271
27.06.2009	1990
28.06.2009	2610

Figur 12 viser grafisk beregnet døgnutslipp. Det var stor forskjell i vannmengdene for de to ukene undersøkelsen varte. Det var riktignok en del mer nedbør den første uka (se figur 3), men i dette tilfelle skyldes nok de store forskjellene prosessmessige forhold.



Figur 12. Døgnvannsutslipp ved stasjon 4 – A1.

Ved de to sjøvannsutslippene var det ikke mulig å måle vannmengder. For de videre beregninger av utslippsmengder er derfor bedriftens egne opplysninger om vannforbruket ved de to gassrenseanleggene benyttet (tabell 3)

Tabell 3. Avløpsmengder fra gassrenseanleggene ved Sunndal Verk.

	Avløps-mengde m^3/år	Avløps-mengde m^3/time
St.6 Gassrenseanlegg Elektrolyse	98 112 000	11 200
St.5 Gassrenseanlegg Karbon	2 628 000	300

Når det gjelder beregnede avløpsmengder ved gassrenseanlegget for elektrolysen omfatter beregningene også SU III som ikke var i drift i de to ukene som undersøkelsen pågikk.

5.2 Utslipp av tungmetaller

Når det gjelder de tre ferskvannsutslippene st. 1, st. 2 og st.3 er tungmetallkonsentrasjonene lave, og til dels på nivå som naturlig bakgrunnsvivåer for de fleste elementer. For noen av prøvene ved stasjon 3 var nivåene noe høyere enn ved de to andre stasjonene, men likevel ikke høyere enn de en kan påvise i annen urban avrenning fra tette flater. Det var dessverre ikke mulig å måle vannmengder på noen enkel måte ved noen av disse avløpene, men ut fra anslag over vannmengdene som ble observert ved våre besøk vurderes tungmetalltransporten i de tre avløpene som svært beskjedene og tyder ikke på prosessutslipp av noen størrelse.

Ved stasjon 4 – A1 (avløp prosess-, overflate- og sanitær – karbon) var tungmetallkonsentrasjonene også lave. Kvikksølvnivået var imidlertid av og til noe høyere enn ved de andre ferskvannsutslippene. Siden det ble utført vannmengdemålinger her, har vi beregnet utslippet av kvikksølv for dette avløpet. Som en ser av beregningene i tabell 4, er utslippet av kvikksølv beskjedent. Avløpet blir infiltrert i en dam som har avløp gjennom grunnen.

Tabell 4. Utslipp av kvikksølv ved st. 4 – A1.

Døgn	Vannmengde m^3/døgn	Hg g/døgn	Hg g/uke
15.-16.06.2009	10626	0,696	
16.-17.06.2009	13010	0,520	
17.-18.06.2009	12066	0,573	
18.-19.06.2009	10877	0,223	
19.-20.06.2009	9248	0,587	
20.-21.06.2009	10759	0,011	
21.-22.06.2009	13899	<0,014	2,6
22.-23.06.2009	13599	0,068	
23.-24.06.2009	2921	<0,003	
24.-25.06.2009	2018	0,004	
25.-26.06.2009	5264	<0,005	
26.-27.06.2009	2271	0,119	
27.-28.06.2009	1990	0,006	
28.-29.06.2009	2610	0,005	0,2

Når det gjelder de to sjøvannsutslippene er opplysninger om det normale vannforbruket benyttet for å beregne utslippsmengder for tungmetaller. Aritmetiske middelverdier for de 6 stikkprøvene som ble tatt ved hver av stasjonene er benyttet i beregningene. I tabell 5 og tabell 6 har en gjort en sammenstilling av beregnede middelverdier for de viktigste tungmetaller i avløpene.

Tabell 5. Aritmetiske middelverdier for stasjon 5 – Gassvaskeanlegg - Karbon

Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Hg ng/l	V µg/l	Zn µg/l
101	50	70	12,9	48	31

Tabell 6. Aritmetisk middelverdier for stasjon 6 – Gassvaskeanlegg – Elektrolyse

Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Hg ng/l	Pb µg/l	V µg/l	Zn µg/l
8	412	1429	162	17	5	1319

Med utgangspunkt i anslått vannforbruk i de to gassvaskeanleggene, og beregnede middelverdier for de viktigste metaller, har en i tabell 7 og tabell 8 beregnet utslippet pr. time og år.

Tabell 7. Anslått utslipp fra stasjon 5 - vann fra gassvasking i karbonanlegget

Vannmengde	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**V**	**Zn**	**Hg**
m^3/h	**g/h**	**g/h**	**g/h**	**g/h**	**g/h**	**mg/h**
300	30,25	14,9	21,0	14,3	9,3	3,9
Vannmengde	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**V**	**Zn**	**Hg**
m^3/år	**kg/år**	**kg/år**	**kg/år**	**kg/år**	**kg/år**	**g/år**
2628000	265	131	184	125	81	34

Tabell 8. Anslått utslipp fra stasjon 5 – vann fra gassvasking i elektrolyseanlegget

Vannmengde	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Ni**	**Zn**	**Pb**	**Hg**
m^3/h	**g/h**	**g/h**	**g/h**	**g/h**	**g/h**	**g/h**	**g/h**
11200	3	18	123	10	145	10	0,042
Bakgrunnsnivå	4	6	<45	7	<20	<3	<0,02
Vannmengde	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Ni**	**Zn**	**Pb**	**Hg**
m^3/år	**kg/år**	**kg/år**	**kg/år**	**kg/år**	**kg/år**	**kg/år**	**kg/år**
98112000	30,3	155	1079	84	1270	84	0,366
Bakgrunnsnivå	35,5	56	<400	65	<175	<26	<0,175

6. Samlet vurdering

Det er gjennomført en kartlegging av metallutslippene til vann fra Hydro Aluminium Sunndal. Hydro Aluminium Sunndal har to hovedtyper avløpsvann. Den ene kategorien er utslipp av ferskvann som består av sanitæravløp, kjølevann og overvann fra bedriftsområdet, mens den andre kategorien er sjøvann fra gassvaskeanleggene. I tillegg kan det være diffus utlekking av metaller fra deponiområdet som står i kontakt med sjøvann.

Etter gjennomgangen av oppsamlingsystemene for avløpsvann, ble det antatt at ferskvannsutslippene ville inneholde beskjedne mengder tungmetaller. Resultatene fra undersøkelsene bekrefter dette, og er også i samsvar med de erfaringer som ble gjort av NIVA i en tilsvarende undersøkelse av avløpene fra Årdal Verk for noen år siden. I noen av prøvene fra ferskvannsutslippene ble det påvist noe høyere tungmetallnivåer enn det som er bakgrunnsnivå i naturlig ferskvann. Noe forhøyede nivåer forventes da også i avrenningsvann fra tette flater på fabrikkområder i forbindelse med nedbør, uten at dette har noen direkte sammenheng med utslipp fra prosesser. Når det gjelder måling av vannmengder i ferskvannsavløpene var det bare mulig å måle i ett avløp, nemlig ved stasjon 4 (A1 Avløp prosess-, overflate- og sanitær – Karbon). Dette ble antatt å være det viktigste av ferskvannsavløpene med hensyn til metallutslipp. Imidlertid viser resultatene at også dette avløpet inneholdt ubetydelige mengder metaller.

Bedriftens utslipp av sjøvann kommer fra to gassvaskeanlegg (karbonanlegget og elektrolyseanleggene).

Det var ikke mulig å ta prøver av vaskevannet fra karbonanlegget direkte i avløpsledningen. Prøvene ble tatt i en sump som trolig også mottar metalltilførsler fra andre kilder via grunnvannstilførsler fra deponiområdet. Fra sumpen går utslippet til resipient gjennom løsmassene. Analysene er gjort på totalt metallinnhold. Noen av elementene kan foreligge i partikulær form slik at deler av metallutslippet blir igjen i sumpen. På grunn av bl.a. problemene med prøvetakingen, knytter det seg noe usikkerhet til utslippsberegningene. Beregningene tyder imidlertid på at tungmetallutslippet fra karbonanlegget er meget beskjedent.

Mengdene av vaskevann fra elektrolyseanleggene var betydelig større enn fra karbonanlegget. Dette stiller krav til analysegrunnlaget og analysemetodikken for å kunne beregne utslippsmengder. Da metallkonsentrasjonene er lave i utslippsvannet, er det nødvendig å trekke fra bakgrunnsnivåene av metaller i inntaksvannet fra Sunndalsfjorden for å få gode tall for metallutslippet fra bedriften. Selv uten å ta hensyn til bakgrunnsnivåene er beregnede utslippsmengder beskjedene. Når en tar hensyn til de naturlige bakgrunnsnivåene, er det bare for sink at en får et bidrag av noe størrelse. Det er beregnet et omtrentlig årsutslipp for sink på 1 tonn når en korrigerer for bakgrunnen. Den reelle vannmengden var mindre på utslippstidspunktet slik at årsutslippet av sink er godt under 1 tonn/år.

Deler av deponiområdet står i kontakt med sjøvann. Det er ikke mulig å måle bidraget fra deponiområdet ved direkte målinger. Utvaskingen skjer spesielt ved nedbør og som følge av tidevannsvariasjoner. Resultatene for de tre deponibrønnene som ble prøvetatt viser at deponiet står i kontakt med sjøvann. Vannkvaliteten i brønnene ligner mye på vannkvaliteten i dammenen som mottar gassvaskevannet fra karbonanlegget. En av brønnene inneholdt mye jern, noe en også erfarte ved undersøkelse av avrenningen fra katodeavfallsdeponiet i Øvre Årdal. Tidligere tok en ikke ut jernet når en deponerte ovnsbunnene. Erfaringene fra Øvre Årdal viste at selv om en påviste en del metaller i deponibrønnene ble det ikke påvist noen effekter av betydning i elva som mottar sigevannet. Metalltransporten fra deponiet ble vurdert til å være forholdsvis beskjedent. En antar at dette også er

tilfelle for deponiområdet ved Sunndal Verk. Det ble foretatt analyse av totalcyanid i de tre brønnene. Det ble ikke påvist cyanider i noen av brønnene.

Totalt sett vurderes utslippet av metaller fra Hydro Aluminium Sunndal som relativt beskjedent. Av de to sjøvannsutslippene er metallbidraget fra gassvaskeanlegget for elektrolyseanleggene større enn fra karbonanlegget. Når en tar hensyn til naturlig bakgrunnsnivå for tungmetaller i inntaksvann fra Sunndalsfjorden, er det bare for sink at en kan beregne et bidrag av noe størrelse fra industrivirksomheten basert på det datagrunnlaget som foreligger. For å gjøre mer nøyaktige beregninger av utslippsmengder er det nødvendig med et større datamateriale. Det er også mulig å anslå utslippet indirekte ved hjelp av massebalanse for hele verket basert på metallanalyser av råvarer, avgasser og produkter.

7. Referanser

Iversen, E. R., 1991. Hydro Aluminium – Årdal Verk. Kartlegging av utslipp til vann. NIVA-rapport, l.nr. 2639, O-91049. 62 s.

Vedlegg A. Analyseresultater

Tabell 9. Analyseresultater for prøver tatt ved stasjon 1 Su III.

Prøve tatt	pH	KOND mS/m	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Al mg/l	Tot-S mg/l	Si mg/l	As µg/l	Ba µg/l	Cd µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Hg ng/l	Mn µg/l	Mo µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Ti µg/l	V µg/l	Zn µg/l
12.06.2009	6,41	2,98	3,13	0,35	1,10	0,70	0,055	0,9	1,21	<0,05	6,1	<0,005	0,05	0,2	2,46	30	2,5	1,5	0,20	0,21	0,11	<0,3	0,16	2,18
01.07.2009	6,72	10,6	2,44	1,34	11,5	2,00	0,110	1,8	0,80	0,23	5,2	0,010	0,12	0,3	22,2	122	3,0	5,1	0,88	0,30	0,18	0,6	0,38	5,30

Tabell 10. Analyseresultater for prøver tatt ved stasjon 2. Overflate- og kjølevann pressbolt.

Prøve tatt	pH	KOND mS/m	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Al mg/l	Tot-S mg/l	Si mg/l	As µg/l	Ba µg/l	Cd µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Hg ng/l	Mn µg/l	Mo µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Ti µg/l	V µg/l	Zn µg/l
12.06.2009	6,68	3,04	3,17	0,35	1,50	0,68	0,109	0,8	1,09	<0,05	6,2	<0,005	0,04	0,1	1,07	34	1,0	1,4	0,20	0,20	0,05	0,4	0,15	1,88
01.07.2009	6,88	4,92	2,21	0,74	4,97	0,68	0,229	0,9	0,93	0,10	5,3	0,010	0,10	0,2	1,72	145	3,5	5,2	0,40	0,46	0,35	6,1	0,38	7,71

Tabell 11. Analyseresultater for prøver tatt ved stasjon 3. PFA.

Prøve tatt	pH	KOND mS/m	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Al mg/l	Tot-S mg/l	Si mg/l	As µg/l	Ba µg/l	Cd µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Hg ng/l	Mn µg/l	Mo µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Ti µg/l	V µg/l	Zn µg/l
15.-16.06.2009	6,45	71,1	7,27	11,2	100	4,20	2,950	10,6	1,32	0,7	11,0	0,10	0,96	<1	6,6	143	2,5	12,6	<1	23,4	0,47	6,0	1,9	187
16.-17.06.2009	6,64	141	12,5	22,3	193	7,97	1,980	20,1	1,92	<0,5	8,8	0,090	0,70	3,4	5,0	106	4,5	9,2	1,0	14,0	0,28	3,9	2,1	115
17.-18.06.2009	6,75	112	11,4	17,8	159	6,93	0,684	17,2	2,14	<0,5	6,8	0,050	0,34	2,0	7,1	61,9	1,5	5,0	1,0	8,1	0,09	0,8	1,5	32
18.-19.06.2009	6,66	91,5	8,47	11,8	117	5,20	2,860	11,7	1,92	0,7	9,2	0,070	0,89	2,0	8,6	276	4,0	10,7	1,0	20,8	0,99	9,6	2,6	117
19.-20.06.2009	6,68	464	28,8	73,3	613	24,5	0,945	60,5	2,42	<0,5	11,0	<0,05	0,82	7,5	8,0	110	2,5	6,9	2,0	10,0	0,20	1,1	4,6	140
20.-21.06.2009	6,79	170	13,8	25,3	245	10,4	0,552	23,8	2,56	<0,5	5,7	<0,05	0,43	4,9	7,5	110	2,5	4,4	2,0	6,0	0,20	1,9	2,6	36
21.-22.06.2009	6,87	141	10,9	18,4	187	7,97	0,483	18,1	2,17	<0,5	5,1	<0,05	0,36	3,9	7,2	93	2,0	3,5	1,0	5,8	0,20	2,1	2,1	24
22.-23.06.2009	6,57	71,2	6,71	9,88	96,1	4,50	1,850	9,9	1,45	0,7	8,0	0,10	0,67	1,0	8,9	69,3	3,5	7,7	<1	14,0	0,20	1,3	1,6	138
23.-24.06.2009	6,74	161	10,3	22,0	200	8,01	0,393	19,5	1,39	<0,5	5,5	<0,05	0,36	3,7	8,2	48,3	4,0	3,2	<1	6,7	0,06	0,4	2,2	39
24.-25.06.2009	6,60	164	10,2	24,2	205	8,23	0,215	20,0	1,03	<0,5	5,4	<0,05	0,53	3,6	6,0	28,0	1,5	2,9	<1	6,1	<0,05	<0,3	2,2	60
25.-26.06.2009	6,65	44,3	4,30	6,35	55,5	2,60	0,165	5,8	1,00	<0,5	4,6	<0,05	0,40	<1	5,0	34,2	2,5	2,1	<1	4,8	<0,05	0,5	0,61	18
26.-27.06.2009	6,66	38,5	4,37	6,38	56,3	2,80	0,182	5,7	1,06	<0,5	5,0	<0,05	0,25	<1	6,7	38,3	3,0	2,3	<1	5,2	<0,05	0,6	0,46	17
27.-28.06.2009	6,88	36,3	4,90	5,76	56,8	2,90	0,150	6,2	1,37	<0,5	4,9	<0,05	0,20	<1	4,0	39,2	1,5	2,1	<1	4,4	<0,05	<0,3	0,68	9,1
28.-29.06.2009	6,98	71,3	7,15	11,2	109	4,80	0,177	10,9	1,51	<0,5	5,4	<0,05	0,26	1,0	6,0	32,0	2,5	2,7	<1	5,2	<0,05	<0,3	1,3	15

Tabell 12. Analyseresultater for prøver tatt ved stasjon 4, A1 Karbon

Prøve tatt	pH	KOND mS/m	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Al mg/l	Tot-S mg/l	Si mg/l	As µg/l	Ba µg/l	Cd µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Hg ng/l	Mn µg/l	Mo µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Ti µg/l	V µg/l	Zn µg/l
15.-16.06.2009	6,44	3,27	2,62	0,36	2,14	0,6	0,416	0,9	1,05	0,20	5,4	0,038	0,14	<0,1	2,6	53	65,5	3,2	0,4	2,79	0,12	1,9	0,28	35,2
16.-17.06.2009	6,27	3,39	2,74	0,35	1,81	0,6	0,247	0,9	1,08	0,10	5,7	0,020	0,11	<0,1	2,7	32	40,0	2,1	0,3	1,50	0,05	1,5	0,17	15,9
17.-18.06.2009	6,70	5,49	2,76	0,69	4,42	0,6	0,075	1,0	1,06	<0,05	5,1	0,008	0,06	<0,1	2,4	18	47,5	1,4	0,2	0,47	0,02	0,6	0,11	4,29
18.-19.06.2009	6,69	3,48	2,58	0,36	1,86	0,6	0,213	0,7	1,01	0,09	5,3	0,010	0,06	<0,1	2,5	26	20,5	2,0	0,2	1,30	0,04	0,8	0,16	14,3
19.-20.06.2009	6,39	4,02	2,66	0,46	2,28	0,7	0,120	0,8	1,06	0,06	5,4	0,008	0,06	<0,1	2,7	24	63,5	1,8	0,2	0,65	0,03	0,6	0,12	5,47
20.-21.06.2009	6,80	3,19	2,79	0,39	1,50	0,6	0,052	0,8	1,06	<0,05	5,7	0,008	0,04	<0,1	2,7	22	1,0	1,8	0,2	0,39	0,01	0,4	0,07	2,69
21.-22.06.2009	6,85	2,71	2,32	0,28	0,86	0,4	0,038	0,6	0,94	<0,05	4,8	<0,005	0,03	<0,1	2,4	18	<1.0	1,3	0,1	0,21	0,01	0,3	0,06	1,4
22.-23.06.2009	6,27	3,63	2,61	0,36	2,19	0,7	0,434	0,9	0,97	0,20	5,8	0,032	0,12	<0,1	2,8	48	5,0	4,0	0,2	3,12	0,09	1,2	0,26	43,1
23.-24.06.2009	6,40	11,2	2,38	1,43	10,80	1,0	0,115	1,6	0,80	0,31	4,5	0,009	0,04	<0,1	2,1	25	<1.0	1,8	0,2	0,65	0,03	0,7	0,19	7,02
24.-25.06.2009	6,66	4,66	2,03	0,57	3,61	0,5	0,154	0,8	0,88	0,07	4,0	0,010	0,08	<0,1	2,5	65	2,0	2,7	0,1	1,40	0,02	1,1	0,17	167
25.-26.06.2009	6,62	6,58	2,14	0,91	6,44	0,7	0,073	1,0	0,83	<0,05	4,3	<0,005	0,04	<0,1	3,4	28	<1.0	1,7	0,1	0,41	0,02	0,8	0,17	21,9
26.-27.06.2009	6,75	2,51	2,04	0,35	1,60	0,5	0,058	0,6	0,85	<0,05	4,7	0,007	0,04	<0,1	3,6	27	52,5	2,2	0,1	0,42	0,03	1,0	0,11	12,5
27.-28.06.2009	6,86	1,98	1,93	0,26	0,89	0,5	0,055	0,6	0,84	<0,05	4,5	0,007	0,04	<0,1	3,4	31	3,0	2,4	<0,1	0,34	0,03	1,2	0,09	6,05
28.-29.06.2009	6,92	1,99	1,96	0,26	0,90	0,5	0,066	0,6	0,86	0,05	4,6	0,008	0,05	<0,1	3,8	28	2,0	2,2	<0,1	0,51	0,13	1,2	0,11	7,29

Tabell 13. Analyseresultater for prøver tatt ved stasjon 5. Karbon våtvask.

Prøve tatt	Merket	pH	KOND mS/m	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Al mg/l	Tot-S mg/l	Si mg/l	As µg/l	Ba µg/l	Cd µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Hg ng/l	Mn µg/l	Mo µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Ti µg/l	V µg/l	Zn µg/l
16.06.2009	Karbon	5,62	4670	333	1065	8620	315	0,120	840	<0,05	<25	7,0	<2,5	<2,5	<50	48	65	22,0	2,7	<50	<10	<2,5	<1	21	<25
17.06.2009	Karbon	3,80	4700	345	1100	8870	325	0,221	860	0,07	<25	6,5	<2,5	<2,5	60	49	66	9,5	2,8	<50	<10	3,0	<1	50	30
18.06.2009	Karbon	4,54	4710	353	1130	9070	330	0,170	880	<0,05	<25	7,0	<2,5	<2,5	100	47	64	15,5	2,9	<50	<10	<2,5	<1	53	30
22.06.2009	Karbon	4,96	4740	341	1080	8830	320	0,181	840	0,05	<25	6,6	<2,5	<2,5	100	51	66	6,0	3,0	<50	<10	<2,5	<1	42	<25
23.06.2009	Karbon	4,43	4740	353	1130	9070	335	0,358	880	0,06	<25	5,9	<2,5	3,0	160	50	76	8,0	3,0	<50	<10	<2,5	<1	64	70
24.06.2009	Karbon	4,72	4740	356	1160	9260	340	0,256	910	0,06	<25	6,9	<2,5	<2,5	160	53	83	16,5	3,2	<50	<10	<2,5	<1	56	30

Tabell 14. Analyseresultater for prøver tatt ved stasjon 6. Gassrenseanlegg.

Prøve tatt	Merket	pH	KOND mS/m
16.06.2009	Gass.r.a.	4,54	4820
17.06.2009	Gass.r.a.	4,22	4840
18.06.2009	Gass.r.a.	3,64	4880
22.06.2009	Gass.r.a.	4,33	4850
23.06.2009	Gass.r.a.	5,27	4890
24.06.2009	Gass.r.a.	4,10	4850

Prøver tatt 28.4.2010. Analysert av NIVAlab vha ICP-teknikk. Hg med flammeløs teknikk

Merket	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Al mg/l	Tot-S mg/l	Si mg/l	As µg/l	Ba µg/l	Cd µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Hg ng/l	Mn µg/l	Mo µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Ti µg/l	V µg/l	Zn µg/l
Utslipp 9:00	368	1200	9930	350	0,046	912	<0,05	40	5,0	<2,5	<2,5	<3	<2	6	2,5	0,7	20	<10	<2,5	<1	<2	5
Utslipp 15:00	366	1190	10100	350	0,049	920	<0,05	50	5,7	<2,5	<2,5	3	<2	17	2,5	0,8	20	<10	<2,5	<1	<2	6
Utslipp 21:00	366	1180	10100	350	0,040	911	<0,05	<25	5,4	<2,5	<2,5	<3	<2	4	3,5	0,8	20	<10	4	<1	<2	5

Prøver tatt 28.4.2010. Analysert vha HR-ICPMS av ALS, Luleå:

Merket	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Al mg/l	Si mg/l	Ba µg/l	Cd µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Hg ng/l	Mn µg/l	Mo µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Zn µg/l	Sr µg/l	P µg/l
Utslipp 9:00	388	1160	10100	402	0,0447	<0,2	6,19	<0,05	<0,05	0,342	1,01	9	3,5	0,894	10,3	0,743	0,335	5,88	7770	<40
Utslipp 15:00	386	1180	10200	399	0,0281	<0,2	6,43	<0,05	<0,05	0,250	2,30	8	3,9	1,03	10,5	0,589	1,64	7,14	7660	<40
Utslipp 21:00	389	1170	9970	376	0,0545	<0,2	6,39	<0,05	<0,05	0,334	1,44	16	3,8	1,34	10,6	1,25	0,603	25,8	6940	<40

Tabell 15. Analyseresultater for grunnvannsbrønner i deponiområde.

Brønn	Prøve tatt	pH	KOND mS/m	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Al mg/l	Tot-S mg/l	Si mg/l	As µg/l	Ba µg/l	Cd µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Fe µg/l	Hg µg/l	Mn µg/l	Mo µg/l	Ni µg/l	Pb µg/l	Ti µg/l	V µg/l	Zn µg/l	CN-tot µg/l
A	19.06.2009	5,89	4690	328	1010	8510	310	1,320	780	2,05	<25	13,0	<2,5	<2,5	15,0	232	5870	0,09	32,5	20	10	23	97	98	365	<5
B	19.06.2009	5,54	4700	325	1020	8490	310	0,661	800	0,45	<25	7,2	<2,5	<2,5	5,0	88	327	<0,05	8,7	20	<10	<2,5	12	<2	219	<5
C	19.06.2009	5,79	4680	328	1030	8470	310	1,890	810	1,10	80	11,0	<2,5	<2,5	48,0	70	42600	0,06	28,2	30	<10	62	83	397	190	<5

Tabell 16. Analyseresultater for inntaksvann til gassrenseanlegg. Prøver tatt 28.4.2010.

Analysert av NIVAlab vha ICP-teknikk. Hg med flammeløs teknikk

Merket	Ca	Mg	Na	K	Al	Tot-S	Si	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Ti	V	Zn
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ng/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
09:00	366	1180	10200	350	<0,005	855	<0,05	60	5,9	<2,5	<2,5	<3	<2	3	<1,0	0,8	10	<10	<2,5	<1	<2	<5
15.00	365	1190	9890	350	<0,005	862	<0,05	<25	5,9	<2,5	<2,5	<3	<2	<3	<1,0	0,8	20	<10	<2,5	<1	<2	<5
21:00	365	1180	10000	350	<0,005	874	<0,05	<25	5,4	<2,5	<2,5	<3	<2	<3	<1,0	0,7	20	<10	<2,5	<1	<2	<5

Analysert vha HR-ICPMS av ALS, Luleå:

Merket	Ca	Mg	Na	K	Al	Si	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	Zn	Sr	P
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ng/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
09:00	385	1160	9970	401	0,0064	<0,2	6,47	<0,05	<0,05	0,477	0,530	<4	<2	1,14	10,6	0,665	<0,3	<2	7590	<40
15.00	387	1170	10100	372	0,0068	<0,2	6,65	0,352	<0,05	0,365	0,602	<4	<2	1,05	10,4	<0,5	<0,3	<2	7000	<40
21:00	388	1170	10100	374	0,0068	<0,2	6,10	<0,05	<0,05	0,242	<0,5	<6	<2	1,97	10,3	<0,5	<0,3	<2	6950	<40

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnærmingsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.

Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no