

# Utslipp av overvann fra Eramet Norway i Sauda



# RAPPORT

**Hovedkontor**

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

**NIVA Region Sør**

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

**NIVA Region Innlandet**

Sandvikaveien 59  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**NIVA Region Vest**

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

Tittel Utslipp av overvann fra Eramet Norway i Sauda	Løpenr. (for bestilling) 7054-2016	Dato 9.6.2016
	Prosjektnr. Undernr. 15400	Sider Pris 25
Forfatter(e) Sissel B. Ranneklev og Morten Jartun	Fagområde Industri	Distribusjon
	Geografisk område Sauda	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Eramet Norway Sauda (ENS)	Oppdragsreferanse
---	-------------------

**Sammenheng**  
 Massetransport fra ENS via overvann ble beregnet til å være: Mn, 8,7 tonn/år; Zn, 524 kg/år; Pb, 5 kg/år; Cd, 1,5 kg/år; As, 33 kg/år; Mo, 238 kg/år; Ni, 25 kg/år; Hg 0,092 kg/år; Cu, 23 kg/år; Co, 10 kg/år; Cr, 24 kg/år; SS, 48 tonn/år og 3,1 kg/år for PAH16. Arealene OVFLD og OVFLD hadde generelt den høyeste massetransporten av metaller (inkludert Hg) og SS fra tomta, mens areal OVFLD hadde den største massetransporten av PAH16.  
 Konsentrasjoner av metaller, SS og PAH16 varierte i drenekommene gjennom året, og under en nedbørsepisode. Metallene var i hovedsak bundet til SS, og ca 85-90 % av SS var uorganisk materiale.

Fire norske emneord 1. Overvann, industri 2. PAH16, SS, metaller 3. Massetransport 4. Nedbørsepisode	Fire engelske emneord 1. Run-off water 2. PAH16, suspended solids, metals 3. Discharges 4. Rainfall event
--	---



Sissel Brit Ranneklev

Prosjektleder



Elisabeth Lie

Forskningsleder

**Utslipp av overvann fra Eramet Norway i Sauda**

## Forord

Sissel Brit Ranneklev har vært prosjektleder og ansvarlig for rapporteringen, mens beregning av overflateavrenning og massetransport er gjort av Morten Jartun. Informasjonen om tomt og produksjonsprosesser er utarbeidet av prosjektleder etter samtaler med Oliver Severin hos ENS.

Takk for hyggelig samarbeid.

Oslo, 9.6.2016



*Sissel Brit Ranneklev*

# Innhold

	<b>1</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning og målsetning</b>	<b>7</b>
<b>2. Prøvetakning og kjemiske analyser</b>	<b>9</b>
<b>3. Kvantifisering av overvannsavrenning og massetransport</b>	<b>10</b>
3.1 Nedbørsfeltene med tilhørende drenskummer	10
3.2 Årsavrenning	11
3.3 Massetransport av metaller, SS og PAH16	12
3.3.1 Variasjon i konsentrasjoner av metaller og SS gjennom et år og under en nedbørsepisode	14
3.3.2 Variasjon i konsentrasjoner av PAH16 under en nedbørsepisode	18
<b>4. Konklusjoner</b>	<b>19</b>
<b>5. Vedlegg A</b>	<b>20</b>
<b>6. Referanser</b>	<b>25</b>

---

## Sammendrag

På oppdrag fra Eramet Norway Sauda (ENS) har NIVA beregnet massetransport av mangan (Mn), sink (Zn), bly (Pb), kadmium (Cd), arsen (As), molybden (Mo), nikkel (Ni), kvikksølv (Hg), kobber (Cu), kobolt (Co), krom (Cr), suspendert stoff (SS) og PAH16 fra verkets tomt.

Tomta ble inndelt i 6 nedbørsfelt basert på kartinformasjon og opplysninger om kummer og utløp fra ENS. Arealene på ENS-tomta bestod i hovedsak av komprimerte grusbelagte flater med begrenset infiltrasjonsevne, og de fleste arealer ble gitt avrenningskoeffisient 0,9. Årsavrenningen fra tomta ble beregnet med data fra værstasjonen Sauda (målestasjon nr. 46610, [ww.eKlima.met.no](http://ww.eKlima.met.no)) i Sauda ved bruk av nedbørsmålinger for 2015.

Konsentrasjoner av metaller, SS og PAH16 fra i underkant av 50 vannprøver tatt i drenskummer gjennom året har blitt bestemt. For å se på variasjoner i konsentrasjoner av metaller, SS og PAH16 under en nedbørsepisode, ble vannprøver tatt ut ved ulike tidspunkter. Metallene i prøvene som ble tatt ut under nedbørsepisoden ble analysert på totaloppluttede prøver og filtrerte prøver. Massetransporten ble beregnet fra et Excel-basert regneark hvor informasjon om nedbør, arealer og gjennomsnittskonsentrasjoner i totaloppluttede vannprøver i drenskummene lå til grunn for beregningene.

Massetransport fra ENS via overvann ble beregnet til å være: Mn, 8,7 tonn/år; Zn, 524 kg/år; Pb, 5 kg/år; Cd, 1,5 kg/år; As, 33 kg/år; Mo, 238 kg/år; Ni, 25 kg/år; Hg 0,092 kg/år; Cu, 23 kg/år; Co, 10 kg/år; Cr, 24 kg/år; SS, 48 tonn/år og 3,1 kg/år for PAH16.

Resultater viste at konsentrasjonene av metaller, SS og PAH16 varierte i drenskummene gjennom året, og under en nedbørsepisode. Metallene var i hovedsak bundet til SS. Massetransporten av metaller og SS var høyest fra avrenningsareal OVFLD og OVFLE, mens areal OVFLD hadde den desidert største massetransporten av PAH16. Areal OVFLD inkluderer kjølevann fra MOR-prosessen (250 m<sup>3</sup>/h) og overflateavrenning fra slaggspyling, mens areal OVFLE (15 %) er av de største på tomta, samt at kjøling og pakking av metall, samt transport og behandling av MOR-støv utføres her.

Resultater viste at de aller fleste metallene var bundet til SS, og at ca 85-90 % av SS var uorganisk materiale. Konsentrasjonsmålinger under en nedbørsepisode fra drenskummene, hvor prøver ble tatt ut ved oppstart av nedbørsperioden, under og etter en viss tid, viste ingen klare mønstre, for eksempel ved å avta eller øke. Det var derimot store variasjoner i konsentrasjoner i de ulike prøvene, noe som viser at det er vanskelig å ta ut representative prøver for beregning av massetransport gjennom et år.

## Summary

Title: Discharges of run-off water from Eramet Norway Sauda (ENS)

Year: 2016

Author: Sissel Brit Ranneklev and Morten Jartun

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-6789-1

NIVA has calculated the mass transport of manganese (Mn), zinc (Zn), lead (Pb), cadmium (Cd), arsenic (As), molybdenum (Mo), nickel (Ni), mercury (Hg), copper (Cu), cobalt (Co), chromium (Cr), suspended solids (SS), and PAH16 in run-off water from Eramet's ferromanganese plant in Norway Sauda (ENS).

The plant area was divided into six run-off catchment areas based on information from maps, positions of manholes, and discharges from the ENS. Due to that the ENS-area consisted mainly of compressed surfaces with limited infiltration capacity, most catchment areas were given run-off coefficient 0,9. Average yearly run-off from the surface was calculated by using data from the weather station Sauda (Station No. 46610, [www.eKlima.met.no](http://www.eKlima.met.no)) in Sauda, using rainfall measurements for 2015.

Concentrations of metals, SS, and PAH16 from a total of about 50 water samples from the manholes in 2015 have been determined. In order to look at variations in the concentrations of metals, SS, and PAH16 during a rainfall event water samples were taken at the start and during the event. Samples taken during the rainfall event were subjected to filtration (0.45µm) and digestion with HNO<sub>3</sub>, in order to determine the dissolved and total concentration of metals, respectively. Mass transport was calculated from an Excel-based spreadsheet where information on rainfall, catchment areas, and average concentrations of metals, SS, and PAH16 in the manholes formed the basis for the calculations.

Mass transport of metals, SS and PAH16 via surface water were calculated to be: Mn, 8,7 ton/year; Zn, 524/year; Pb, 5 kg/year; Cd, 1,5 kg/year; As, 33 kg/year; Mo, 238 kg/year; Ni, 25 kg/year; Hg 0,092 kg/year; Cu, 23 kg/year; Co, 10 kg/year; Cr, 24 kg/year; SS, 48 ton/year and 3,1 kg/year for PAH16.

Results showed that the concentrations of metals, SS, and PAH16 in the manholes varied throughout the year and during the rainfall event. Mass transport of metals and SS were highest from the areas OVFLD and OVFLE, while the mass transport PAH16 was by far highest from the area OVFLD. Area OVFLD includes cooling water from the MOR-process (250 m<sup>3</sup>/h), and runoff water from slag cooling process, while area OVFLE is among the largest run-off catchments at the plant.

Results showed that the majority of the metals were bound to the SS, and that 85-90 % of the SS consisted of inorganic materials. Measurements, where samples were taken out at the start of a precipitation event and during, showed no clear patterns either by increases or decreases in concentrations of metals, SS and PAH16. However, the considerable variation in the concentrations of the samples indicates that it is difficult to take out representative samples for calculation of mass transport through a year.

# 1. Innledning og målsetning

Eramet Norway er en del av Eramets ([www.eramet.com](http://www.eramet.com)) manganvirksomhet med raffineringsanlegg i Sauda, Kvinesdal og Porsgrunn. Anlegget i Sauda (ENS), som er det største i Nord-Europa har to smelteovner og i 2015 ble det produsert 165 779 tonn ferro-mangan. Anlegget ble etablert i 1915, og har hatt ulike eiere siden oppstarten. Eramet overtok anlegget fra Elkem i 1999. Råstoffene i produksjonen har utenlandsk og norsk opprinnelse, og er i hovedsak:

- manganmalm
- metallurgisk koks
- kvarts og kalkstein
- elektrodemasse
- antrasitt

Utgangspunktet for produksjonen er manganriket malm som i hovedsak utvinnes fra Eramets gruvevirksomhet. I produksjonen tilsettes koks og antrasitt som reduksjonsmiddel. For å optimalisere manganreduksjonen ytterligere tilføres kvarts og kalkstein. Den elektriske energien som driver prosessen tilføres via elektrodemassen, og ENS har et årlig kraftforbruk på om lag 730 GWh. Det produserte ferromanganet benyttes som tilsetning i stålprodukter, og eksporteres til Europa og Nord-Amerika.

Under produksjonen brukes store mengder vann som hentes fra Storelva, som benyttes til kjøling av ovner, mens en mindre andel vann benyttes til rensing av gasser, slaggekjøling og støvdemping.

Under produksjonen er forbruket av råvarer stort, og i 2015 ble det brukt omlag 650 000 tonn med manganmalm, koks, kalkstein, reduksjonsmaterialer og elektrodemasse. Det er høy aktivitet ved prosessanlegget: ulike typer masser flyttes rundt og mellomlagres på tomtearealet, manganlegeringer knuses og pakkes, og slagg avkjøles, utstøpes og granuleres før det etterbehandles.

En beskrivelse av rens tiltakene ved prosessanlegget er gitt av Hunsbedt et al. (2007), og fokus i forhold til vannmiljøet har vært rettet mot metaller, suspendert stoff (SS) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH). I **Tabell 1** vises ENSs regulerte utslippskomponenter til sjø fra vannrenseanlegget. Avløpsvann fra gassvaskeanlegget som ikke kan resirkuleres, renses i vannrenseanlegget før utslipp til sjøen. Kondensat og vaskevann fra elektrostatfilter for rensing av avgass fra smelteovnene ledes til vannrenseanlegget. Avløpsvann fra våtvasker for avsug fra blandeanlegg for råmaterialer til sinterverket ledes også til vannrenseanlegget. Eventuelt oljeholdig avløpsvann fra verksteder eller lignende renses tilfredsstillende i oljeavskiller eller tilsvarende rensenhet.

**Tabell 1.** ENSs regulerte utslippskomponenter fra vannrenseanlegg til sjø ([www.norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no)).

Utslippskomponent	Utslippsgrenser (kg/år)
Suspendert stoff (SS)	4000
PAH	40
Cu	150
Sum As, Cd, Cr og Pb	20
Zn <sub>oppløst</sub>	400
Mn	400
Hg	1
pH 6-9,5	---

En samlet oversikt over utslipp til sjø fra ENS for 2014 ([www.norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no)) er vist i **Tabell 2**.



**Tabell 2.** ENSs utslipp til overflatevann fra vannrenseanlegg, deponi og overvann for 2014. Data er hentet fra [www.norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no).

Utslippskomponent (kg*)	Utslipp til vann i 2014
Suspendert stoff (SS)	6,29 tonn
As	47,2 kg
Cd	1,1 kg
Cr	22,0 kg
Cu	36,6 kg
Hg*	0,03 kg
Mn	2,9 tonn
Ni	51,5 kg
Pb	3,2 kg
Zn	36,0 kg
PAH-EPA (PAH16)	0,3 kg

Utslippstillatelsene til alle Eramets verk i Norge er i dag under revisjon og nye grenseverdier vurderes av Miljødirektoratet. I tidligere utslippstillatelser har det vært liten fokus på utslipp av overvann fra tomtearealet. I ny utslippstillatelse ønsker Miljødirektoratet at forurensning som følger overvannet kartlegges bedre. Med overvann menes vann som renner av tette flater og føres i et rørsystem fram til en vannforekomst<sup>1</sup>. Rørsystemet er ofte utstyrt med dremskummer med sandfang før avrenning til vannforekomst. For ENS vil nedbør og eventuelt bruk av vann for eksempel til slaggkjøling og støvdemping transportere SS, metaller og PAH-forbindelser fra tomtearealet til sjøen. På ENS-tomta er det etablert dremskummer med sandfang for å fjerne SS som følger overvannet, og to sedimentasjonsbasseng.

I denne rapporten ble massetransporten (kg/år) av SS, metaller og PAH-forbindelser fra de ulike avrenningsarealene på tomta beregnet, variasjoner i konsentrasjoner under ulike nedbørsepisoder ble målt, og konsentrasjoner av metaller i overvann ble målt på filtrerte (0,45 µm) og totaloppluttede prøver for å vurdere metallenes assosiasjoner til partikler. Et forslag til overvåkingsprogram, hvor bla vannprøver ble tatt ut under en nedbørsepisode ble foreslått av NIVA. Eramet administrerte prøvetakingen og de kjemiske analysene selv.

<sup>1</sup> Vannforekomst: En avgrenset og betydelig mengde av overflatevann, som for eksempel innsjø, magasin, elv, bekk, kanal, fjord eller kyststrekning, eller deler av disse, eller en avgrenset mengde grunnvann innenfor en eller flere akviferer. Definisjon hentet fra vannforskriften ([www.lodata.no](http://www.lodata.no)).

## 2. Prøvetakning og kjemiske analyser

Prøvetakningen i kummer ble gjennomført av personell ved ENS. Vannprøver ble tatt ved at kumløkk ble åpnet og prøveflasker ble ført ned i drengskum. Målinger av metaller og SS ble gjort i kummer på alle arealene, mens PAH-målinger ble gjennomført i arealer hvor PAH-kilder fra aktiviteter vil kunne forekomme.

Analysene av metaller, PAH og suspendert gløderest (SG) har blitt gjort av ALcontrol ([www.alcontrol.no](http://www.alcontrol.no)) som er akkreditert av Norsk Akkreditering med Test Nr. 013, mens analysene av SS er gjort ved Eramets eget laboratorium. Eramets laboratorium er ikke akkreditert, men de har fått godkjenning av Miljødirektoratet til å gjøre SS-analysene selv (Mn og Zn også, men disse ble utført av ALcontrol i dette prosjektet). Som et kvalitetssikringsledd deltar de på ringtester for SS to ganger årlig. En oversikt over kjemiske analyser som ble gjennomført er vist i **Tabell 3**.

**Tabell 3.** Oversikt over kjemiske analyser som er gjennomført. For metaller er kvantifiseringsgrensen for oppsluttete og ikke oppsluttete prøver angitt med normal og fet skrifttype, henholdsvis.

Parameter	Kvantifiseringsgrense	Metode	Informasjon
SS	2 mg/l	NS 4733	Utføres av ENS
SG	0,5 mg/l	NS 4733	Gravimetrisk
Hg	20 ng/l ( <b>5 ng/l</b> )	Intern metode	CV-AFS
Cd	0,10 µg/l ( <b>0,01 µg/l</b> )	NS-EN ISO 17294-2	Totaloppluttet med HNO <sub>3</sub> eller filtrert gjennom 0,45 µm filter, og ikke oppluttet.
As	1,0 µg/l ( <b>0,01 µg/l</b> )		
Pb	0,1 µg/l ( <b>0,01 µg/l</b> )		
Ni	1,0 µg/l ( <b>0,05 µg/l</b> )		
Zn	1,0 µg/l ( <b>0,1 µg/l</b> )		
Mn	1,0 µg/l ( <b>0,1 µg/l</b> )		
Cu	1,0 µg/l ( <b>0,05 µg/l</b> )		
Cr	1,0 µg/l ( <b>0,05 µg/l</b> )		
PAH16	0,010-0,0050* µg/l	Intern metode, total konsentrasjon	LL-GC-MS, totale konsentrasjoner.

\*Benzo(a)pyren

Ved målinger av metaller og PAH-forbindelser under kvantifiseringsgrensen som videre har blitt benyttet til beregninger av massetransport, har halve kvantifiseringsgrensen blitt benyttet for metaller, mens PAH-forbindelser som inngår i beregning av PAH16, har blitt satt til konsentrasjon lik null. Behandling av måleverdier på denne måten følger anvisninger som er gitt i Direktiv-2009/90/EC (2009), som er et datterdirektiv av vanddirektivet.

Målte konsentrasjoner av metaller, SS, SG og PAH16 er gitt i **Vedlegg A**.

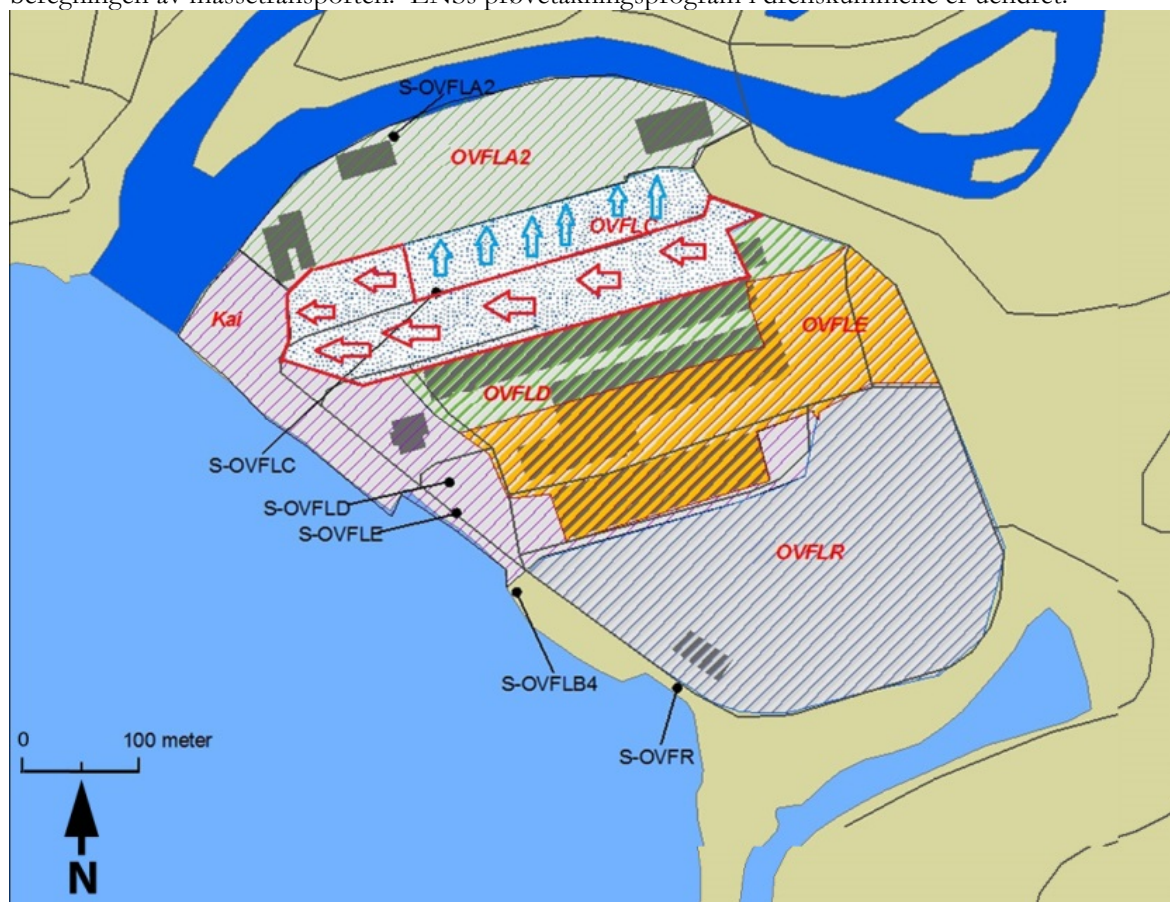
### 3. Kvantifisering av overvannsavrenning og massetransport

Overvannsavrenning og massetransport av metaller, SS og PAH16 fra tomta ble beregnet.

#### 3.1 Nedbørsfeltene med tilhørende drenskummer

For å beregne massetransport av metallene, PAH og SS med overvannet ble ENS-tomta delt inn i avrenningsarealene OVFLA2, OVFLC, OVFLD, OVFLE og OVFLR. I tillegg er det et areal ved kaiområdet, som ikke er koblet til ledningsnett. Overvann fra dette arealet renner over kaikanten til sjøen, uten kobling til drenskummene. Inndelingen i avrenningsarealene ble gjort etter kartinformasjon og opplysninger om ledningsnett, kummer og utløp fra ENS (**Figur 1**). Det er to sedimentasjonsbassenger på ENS-tomta, i arealene OVFLR og OVFLA2.

I forhold til tidligere rapport (Ranneklev et al., 2009), er det noen små endringer på tomtearealet. Avrenningsareal OVFLC gikk tidligere som påslipp til kommunalt avløpsnett, men nå er dette fordelt over flere arealer. Etter 2009 har man benyttet øyeblikksbilder av vannføring ved sedimentasjonsbassengene som mål på avrenning fra disse arealene. Nå har man som i 2009 lagt nedbørsmålinger til grunn for beregningen av massetransporten. ENSs prøvetakningsprogram i drenskummene er uendret.



**Figur 1.** Avrenningsarealer for ENS-tomta er tegnet inn med rød skrift og drenskummer med svart skrift.

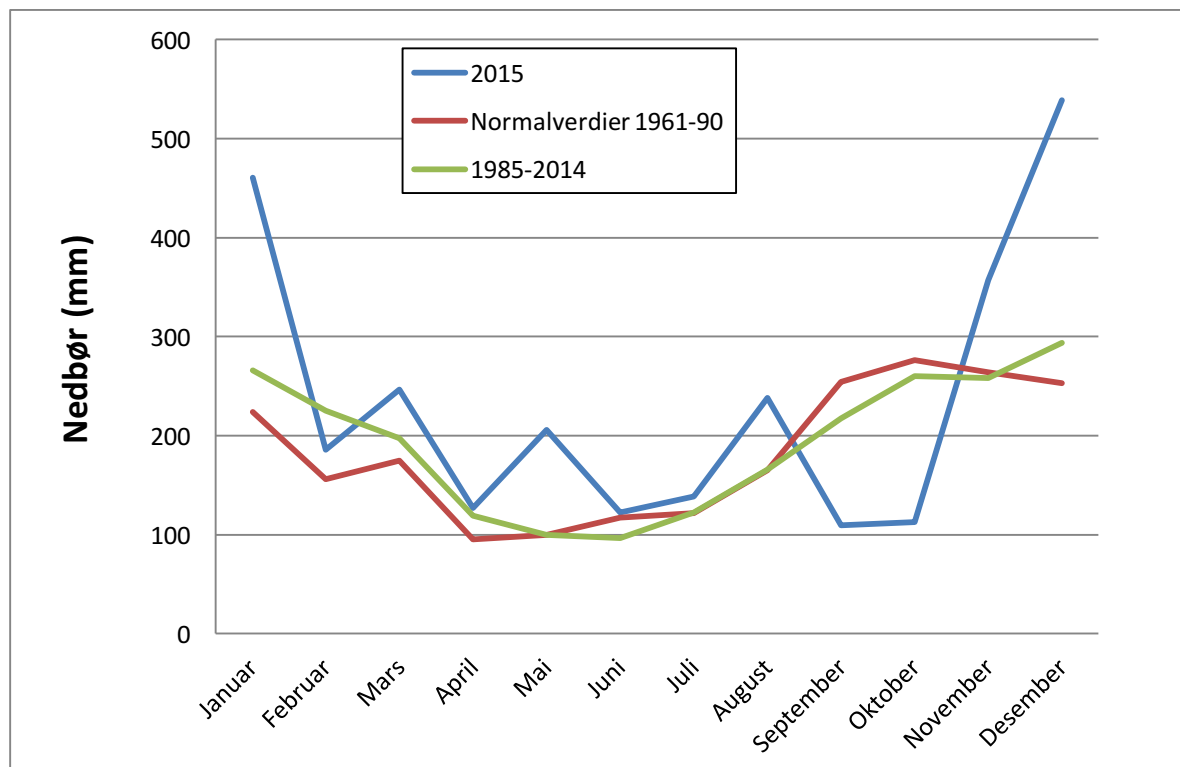
I **Figur 1** ser man at det mangler dreuskum for areal merket «Kai», som utgjør 12 % av det totale arealet. Tidligere har man benyttet gjennomsnittskonsentrasjoner fra dreuskummene S-OVFLB4 og S-OVFL-D for å beregne avrenning fra dette arealet. I kai-arealet vil overvannet være påvirket av malm som lagres ute og taknedløp fra bygning hvor koks oppbevares, samt aktiviteter ved kai. Denne gangen har vi valgt å ikke inkludere dette arealet i beregningen av massetransporten. Kai-arealet har tilsvarende størrelse som areal OVFLC og OVFLD, men aktivitetene her er ulike i forhold til kaiområdet. I **Tabell 4** gis en overordnet oversikt over de ulike avrenningsarealene med tilhørende kummer og aktiviteter som vil kunne påvirke hvilke stoffer og konsentrasjoner som måles.

**Tabell 4.** Overordnet oversikt over de ulike avrenningsarealene med tilhørende kummer og aktiviteter.

Avrenningsareal	Kum nr	Informasjon om aktiviteter ved de ulike arealene
OVFLA2	S-OVFLA2	Råvarematerialelager.
OVFLC	S-OVFLC	Bygninger i området, men avrenning går til areal OVFLA2 og sedimentasjonsbassenget her.
OVFLD	S-OVFLD	MOR-vann (250m <sup>3</sup> /h), slaggspyling.
OVFLE	S-OVFLE	Kjøling og pakking av metall, transport og behandling av MOR-støv.
OVFLR	S-OVFLR	Korttidslagringsplass av metall, koks, slagg.
Flere	S-OVFLB4	Kjøling og pakking av metall.
Kai	Ingen kum er koblet til	Lossing og lasting, malm som lagres utendørs og avrenning fra tak hvor koks oppbevares.

### 3.2 Årsavrenning

Årsavrenningen fra tomta ble beregnet med data fra eKlima.met.no sin værstasjon Sauda (målestasjon nr. 46610), ved bruk av månedlige nedbørsverdier (**Figur 2**). Ofte benytter man seg av månedlige nedbørsverdier fra 30-års normalen (1961-1990) når man gjør beregninger av massetransport. I **Figur 2** har vi inkludert data fra 1985-2014, da 30-års normalen ikke tar høyde for de allerede observerte klimaendringene over de siste 20 årene, med sesongsøkning i nedbør på opp mot 40 % for vintersesongen (Hanssen – Bauer et al., 2009). Nedbørsmålinger for 2015 var noe høyere enn det som er normalt for denne målestasjonen. I videre beregning av massetransport er måldata fra 2015 blitt lagt til grunn.



Figur 2. Månedlig nedbør fra målestasjonen Sauda (46610), data fra eKlima.met.no.

### 3.3 Masetransport av metaller, SS og PAH16

Årsavrenningen er videre fordelt utover ENS-tomtas ulike avrenningsarealer, som avrenningsvolum. ENS-tomta består av betongdekke, asfalterte veier, grusbelagte overflater og bygninger som i hovedsak er dekket med blikktak. Dette er en gammel industritomt og det antas at selv de grusbelagte overflatene vil ha en begrenset infiltrasjonskapasitet på grunn av sammenpressing og komprimering av grunnen over lengre tid. Avrenningskoeffisientene er i hovedsak satt til 0,9 for alle flatene. Gjennomsnitt av totaloppluttede prøver ligger til grunn for beregningen av masetransporten. Beregning av masetransport ble utført etter følgende ligning:

$$\text{Masetransport} = \text{avrenningsvolum} \times \text{avrenningskoeffisient} \times \text{konsentrasjon}$$

I **Tabell 5** og **Tabell 6** vises henholdsvis masetransport av metaller, SS og PAH16 fra de ulike arealene.

**Tabell 5.** Beregnet massetransport (kg/år) av metaller og SS fra de ulike avrenningsarealene på ENSs tomt. Gjennomsnittskonsentrasjoner i de ulike drenekommene er lagt til grunn for beregningene. For å synliggjøre avrenningsarealene som bidrog mest til massetransporten av metaller og SS, ble arealene som hadde den høyeste og nest høyeste massetransporten av de ulike metallene og SS markert med mørk rød og oransje, henholdsvis.

Areal (% av totalt areal)*	Mn (kg/år)	Zn (kg/år)	Pb (kg/år)	Cd (kg/år)	As (kg/år)	Mo (kg/år)	Ni (kg/år)	Hg (kg/år)	Cu (kg/år)	Co (kg/år)	Cr (kg/år)	SS (kg/år)
OVFLA2 (15 %)	725	3,3	0,2	0,1	31,2	233,0	1,6	0,005	1,2	1,9	1,5	3106
OVFLD (8 %)	2871	504,2	1,67	1,1	1,01	2,1	18,1	0,033	18,0	1,4	17,6	14721
OVFLE (15 %)	700	3,5	0,1	0,01	0,1	0,1	1,4	0,003	1,3	0,2	1,4	13033
OVFLR (25 %)	4432	12,7	2,7	0,1	0,6	2,6	4,0	0,050	2,5	6,5	3,8	17782
<b>Total</b>	<b>8728</b>	<b>523,8</b>	<b>4,8</b>	<b>1,5</b>	<b>33,0</b>	<b>237,8</b>	<b>25,2</b>	<b>0,092</b>	<b>22,9</b>	<b>9,9</b>	<b>24,2</b>	<b>48643</b>

\*, drenskum S-OVFLB4 mottar overvann fra ulike arealer. Et rest- og kaiareal som utgjør henholdsvis 12 % og 11 % totalarealet er ikke med i beregningen av massetransporten fra tomta.

**Tabell 6.** Beregnet massetransport (kg/år) av Benzo(a)pyren og PAH16 fra de ulike avrenningsarealene på ENSs tomt.

Areal	B(a)P (kg/år)	PAH16 (kg/år)
OVFLA2	*	0,001
OVFLD	0,17	2,8
OVFLE	0,02	0,2
OVFLR	0,01	0,1
<b>Total</b>	<b>0,20</b>	<b>3,1</b>

\*, under kvantifiseringsgrense

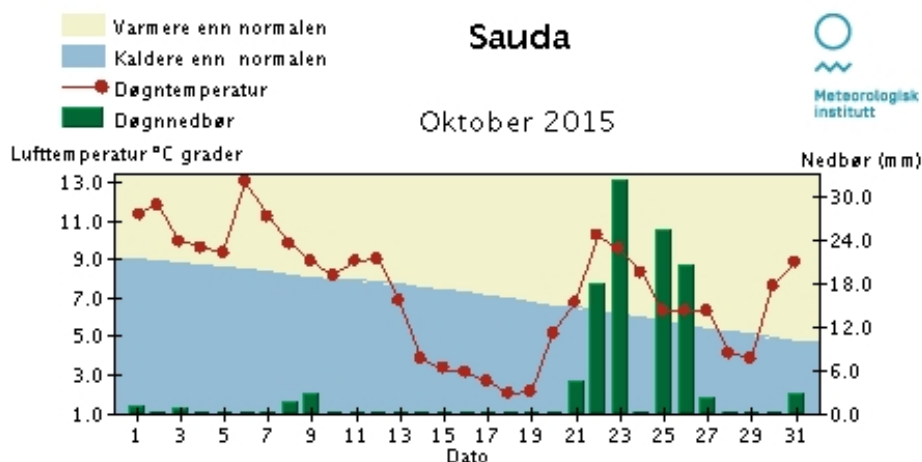
### 3.3.1 Variasjon i konsentrasjoner av metaller og SS gjennom et år og under en nedbørsepisode

I **Tabell 7** vises variasjoner i konsentrasjoner av metaller og SS i drenskummer S-OVFLA2 i løpet av 2015.

For å se hvordan konsentrasjoner av metaller og SS i de ulike drenskummer kunne endre seg under en nedbørsepisode, ble inntil 4 vannprøver tatt i løpet av 21.10.2015 (**Figur 3**). Under denne nedbørsepisode falt det ca 18 mm nedbør i løpet av 24 timer. Den siste prøvetakningen traff ikke toppen av nedbørseepisoden, og siste prøvetakning burde vært tatt etter 48 timer. Målte konsentrasjoner av metaller i totaloppløstede prøver under nedbørseepisoden er vist i **Tabell 8**, og for samme prøver, men filtrerte konsentrasjoner, er vist i **Tabell 9**. Prosentandel av metaller som forelår i oppløst form er vist i **Tabell 10**. For SS og suspendert glødestoff (SG) er konsentrasjonene vist i

Drenskum	Tidspunkt	Hg	Bly	Cd	As	Cu	Cr	Mn	Ni	Zn
S-OVFLA2	Ved oppstart	*	*	*	107**	88	107**	96	78	50
S-OVFLA2	Etter 12 timer	*	*	*	95	48	129**	12	61	15
S-OVFLB4	Ved oppstart	*	*	*	53	21	16	71	34	12
S-OVFLB4	Etter 12 timer	*	1	*	*	20	8	35	15	2
S-OVFLD	Ved oppstart	*	1	68	*	47	18	76	49	78
S-OVFLD	Etter 12 timer	*	4	84	*	67	40	95	68	100
S-OVFLE	Ved oppstart	*	14	*	*	52	40	95	60	49
S-OVFLE	Etter 12 timer	*	*	*	*	62	40	93	56	46
S-OVFLR	Ved oppstart	*	*	*	79	28	23	80	53	52
S-OVFLR	Etter 12 timer	*	*	*	*	*	53	93	45	7

**Tabell 11.**



**Figur 3.** Klimadata fra målestasjon Sauda (46610), data fra eKlima.met.no.

**Tabell 7.** Målte konsentrasjoner av metaller og SS i drenskum S-OVFLA2 i løpet av 2015.

Drenskum	Provetakingsdato	Mn (µg/l)	Zn (µg/l)	Pb (µg/l)	Cd (µg/l)	As (µg/l)	Ni (µg/l)	Hg (ng/l)	Cu (µg/l)	Cr (µg/l)	SS (mg/l)
S-OVFLA2	25.02.2015	14100	38	4,01	0,3	721	34	59	12,5	12,5	52,4
S-OVFLA2	28.04.2015	404	12,5	0,21	0,19	110	12,5	10	12,5	12,5	2,6
S-OVFLA2	29.06.2015	3950	12,5	1,77	0,11	230	12,5	10	12,5	12,5	23
S-OVFLA2	31.08.2015	20200	60	7,14	0,05	259	12,5	154	12,5	12,5	83
S-OVFLA2	29.10.2015	5390	43	1,79	1,5	171	12,5	93	12,5	12,5	28
S-OVFLA2	21.10.2015	1430	29,8	0,21	6,2	429	21,7	10	6,91	27	1,7

**Tabell 8.** Målte konsentrasjoner (totaloppluttede) av metaller i drenskummer under en nedbørsepisode hos ENS. <, under kvantifiseringsgrensen.

Drenskum	Dato	Tidspunkt	Hg (ng/l)	Bly (µg/l)	Cd (µg/l)	As (µg/l)	Cu (µg/l)	Cr (µg/l)	Mn (µg/l)	Ni (µg/l)	Zn (µg/l)
S-OVFLA2	21.10.2015	Ved oppstart	<20	0,2	6	429	6,9	27	1430	21,7	29,8
S-OVFLA2	21.10.2015	Etter 12 timer	29	1,7	1	287	8,6	14	5020	8,7	34,9
S-OVFLB4	21.10.2015	Ved oppstart	41	1,0	<0,1	1	3,7	3,5	5760	4,7	18,2
S-OVFLB4	21.10.2015	Etter 12 timer	65	1,7	<0,1	<1	6,1	6,6	6710	6,5	23
S-OVFLD	21.10.2015	Ved oppstart	38	2,3	1	<1	3,2	2,5	2930	3,2	324
S-OVFLD	21.10.2015	Etter 12 timer	<20	0,5	1	<1	1,8	1,5	1840	2,2	499
S-OVFLE	21.10.2015	Ved oppstart	<20	0,3	<0,1	<1	1,7	2,1	4260	3,2	23,8
S-OVFLE	21.10.2015	Etter 12 timer	<20	0,4	<0,1	<1	2,0	2,5	2650	2,7	6,16
S-OVFLR	21.10.2015	Ved oppstart	24	0,3	<0,1	1,4	1,2	1,4	4770	1,9	4,39
S-OVFLR	21.10.2015	Etter 12 timer	<20	0,1	<0,1	<1	<1	1,1	2650	1,1	11,6



**Tabell 9.** Målte konsentrasjoner (0,45µm filtrerte) av metaller i kummer under en nedbørsepisode hos ENS. <, under kvantifiseringsgrensen.

Drenskum	Dato	Tidspunkt	Hg (ng/l)	Bly (µg/l)	Cd (µg/l)	As (µg/l)	Cu (µg/l)	Cr (µg/l)	Mn (µg/l)	Ni (µg/l)	Zn (µg/l)
S-OVFLA2	21.10.2015	Ved oppstart	<5	<0,01	<0,25	461	6,1	29,0	1370	17,0	15,0
S-OVFLA2	21.10.2015	Etter 12 timer	<5	<0,1	<0,45	274	4,1	18,0	606	5,3	5,2
S-OVFLB4	21.10.2015	Ved oppstart	<5	<0,01	0,02	0,53	0,8	0,6	4090	1,6	2,2
S-OVFLB4	21.10.2015	Etter 12 timer	<5	0,01	<0,01	0,2	1,2	0,5	2340	1,0	0,5
S-OVFLD	21.10.2015	Ved oppstart	<5	0,03	0,5	0,19	1,5	0,5	2220	1,6	253,0
S-OVFLD	21.10.2015	Etter 12 timer	<5	0,02	0,84	0,25	1,2	0,6	1750	1,5	497,0
S-OVFLE	21.10.2015	Ved oppstart	<5	0,04	0,03	0,45	0,9	0,8	4060	1,9	11,7
S-OVFLE	21.10.2015	Etter 12 timer	<5	<0,01	0,02	0,38	1,2	1,0	2460	1,5	2,9
S-OVFLR	21.10.2015	Ved oppstart	<5	<0,01	0,01	1,1	0,3	0,3	3800	1,0	2,3
S-OVFLR	21.10.2015	Etter 12 timer	<5	<0,01	<0,01	0,63	0,2	0,6	2460	0,5	0,8

**Tabell 10.** Prosentandel av metaller i vannprøver tatt under nedbørsepisoden (21.10.2015) som forelå i oppløst form. \*, målte konsentrasjoner av total oppløst prøve og/eller filtrert prøve var under kvantifiseringsgrensen. \*\*, konsentrasjoner i filtrert prøve var høyere enn totalkonsentrasjon, som indikerer analysefeil fra laboratoriet.

Drenskum	Tidspunkt	Hg	Bly	Cd	As	Cu	Cr	Mn	Ni	Zn
S-OVFLA2	Ved oppstart	*	*	*	107**	88	107**	96	78	50
S-OVFLA2	Etter 12 timer	*	*	*	95	48	129**	12	61	15
S-OVFLB4	Ved oppstart	*	*	*	53	21	16	71	34	12
S-OVFLB4	Etter 12 timer	*	1	*	*	20	8	35	15	2
S-OVFLD	Ved oppstart	*	1	68	*	47	18	76	49	78
S-OVFLD	Etter 12 timer	*	4	84	*	67	40	95	68	100
S-OVFLE	Ved oppstart	*	14	*	*	52	40	95	60	49
S-OVFLE	Etter 12 timer	*	*	*	*	62	40	93	56	46
S-OVFLR	Ved oppstart	*	*	*	79	28	23	80	53	52
S-OVFLR	Etter 12 timer	*	*	*	*	*	53	93	45	7

**Tabell 11.** Målte konsentrasjoner av SS og SG under en nedbørsepisode (21.10.2015) hos ENS.

Prøvepunkt	Dato	Tid (fra start)	STS (mg/l)	SGG (mg/l)	SS av glødetap (%)
S-OVFLA2	21.10.2015	0	1,7	1	59
S-OVFLA2	21.10.2015	5	5	4	80
S-OVFLA2	21.10.2015	12	19	16,7	88
S-OVFLA2	21.10.2015	24	50	44,4	89
S-OVFLB4	21.10.2015	0	14	11	79
S-OVFLB4	21.10.2015	5	25	19	76
S-OVFLB4	21.10.2015	12	30	24	80
S-OVFLB4	21.10.2015	24	15	12,6	84
S-OVFLD	21.10.2015	0	24	19,4	81
S-OVFLD	21.10.2015	5	16	13,3	83
S-OVFLD	21.10.2015	12	3	2,1	70
S-OVFLD	21.10.2015	24	14	11,1	79
S-OVFLE	21.10.2015	0	190	167	88
S-OVFLE	21.10.2015	5	130	118	91
S-OVFLE	21.10.2015	12	33	27,7	84
S-OVFLE	21.10.2015	24	420	377	90
S-OVFLR	21.10.2015	0	36	30,9	86
S-OVFLR	21.10.2015	5	48	40,8	85
S-OVFLR	21.10.2015	12	42	35,9	85
S-OVFLR	21.10.2015	24	98	86,4	88

### 3.3.2 Variasjon i konsentrasjoner av PAH16 under en nedbørsepisode

Variasjoner i konsentrasjoner av Benzo(a)pyren og PAH16 under en nedbørsepisode (21.10.2015) er vist i **Error! Reference source not found.**

**Tabell 12.** Variasjoner i konsentrasjoner av Benzo(a)pyren og PAH16 under en nedbørsepisode (21.10.2015). <, under kvantifiseringsgrensen.

Drenskum	Prøvetakingstidspunkt (timer fra oppstart)	Benzo(a)pyren (µg/l)	PAH16 (µg/l)
S-OVFLR	0	0,02	0,47
S-OVFLR	12	0,04	0,65
S-OVFLE	0	0,16	2,7
S-OVFLE	12	0,075	1,2
S-OVFLD	0	0,26	4,2
S-OVFLD	12	0,028	0,73
S-OVFLB4	0	0,017	0,32
S-OVFLB4	12	0,025	0,53
S-OVFLA2	0	<0,0050	<0,15
S-OVFLA2	12	<0,0050	<0,15

## 4. Konklusjoner

Massetransport av metaller, SS og PAH16 fra ENS-tomta for 2015 ble beregnet. Beregnet massetransport for 2015 var:

- 48 tonn SS
- 8,7 tonn Mn
- 524 kg Zn
- 23 kg Cu
- 24 kg Cr
- 25 kg Ni
- 5 kg Pb
- 10 kg Co
- 238 kg Mo
- 33 kg As
- 1,5 kg Cd
- 0,092 kg Hg
- 3,1 kg PAH16

Arealene OVFLD og OVFLE hadde generelt den høyeste massetransporten av metaller (inkludert Hg) og SS fra tomte, mens areal OVFLD hadde den desidert største massetransporten av PAH16. Areal OVFLD inkluderer kjølevann fra MOR-prosessen (250 m<sup>3</sup>/h) og overflateavrenning fra slaggspyling. Areal OVFLE (15 %) er av de største på tomte, samt at kjøling og pakking av metall, samt transport og behandling av MOR-støv utføres her.

Beregnet massetransport av PAH16 fra ENS i 2009 (Ranneklev et al., 2009) var betydelig høyere (303 kg/år), enn 2015-beregningene. Etter gjennomsyn var konsentrasjoner av PAH16 målt i drenskummer betydeligere lavere i 2015, enn i 2009, samt at man i 2009 benyttet halve kvantifiseringsgrensen og ikke null av enkeltforbindelser som ble målt til under kvantifiseringsgrensen. Andre mulige årsaker til den lavere massetransporten av PAH16 kan være eventuelle tiltak som er gjennomført på tomte siden 2009, bla at elektrodemasse lagres nå innendørs.

Resultater viste at de aller fleste metallene var bundet til SS, og at ca 85-90 % av SS var uorganisk materiale (målt som suspendert glødetap). Konsentrasjonsmålinger under en nedbørsepisode fra drenskummene, hvor prøver ble tatt ut ved oppstart, under og etter en viss tid, viste ingen klare mønstre, for eksempel ved å avta eller øke. Det var derimot store variasjoner i konsentrasjoner i de ulike prøvene, noe som viser at det er vanskelig å ta ut representative prøver for beregning av massetransport gjennom et år. Videre forbedring av overvåkingsprogrammet for overvann bør vurderes.

## 5. Vedlegg A

Målinger av metaller, PAH og SS.

LABORATORIET, ERAMET NORWAY AS																	
ANALYSERESULTATER:																	
TQM-numme	Sample	Provetakingsdato/tid	orkent	ø	ample poin	Mn(ug/L)	Zn(ug/L)	Pb(ug/L)	Cd(ug/L)	Ast(ug/L)	Mo(ug/L)	STS(mg/l)	Ni(ug/L)	Hg(ng/L)	Cu(ug/L)	Co(ug/L)	Cr(ug/L)
201510043	Overflatevann	25.02.2015 12:00:00			S-OVFLA2	14100	38	4,01	0,3	721	3800	52,4	34	59	12,5	35	12,5
201521230	Overflatevann	28.04.2015 08:50:00			S-OVFLA2	404	12,5	0,21	0,19	110	590	2,6	12,5	10	12,5	1,1	12,5
201531506	Overflatevann	29.06.2015 10:00:00			S-OVFLA2	3950	12,5	1,77	0,11	230	1100	23	12,5	10	12,5	8,3	12,5
201543166	Overflatevann	31.08.2015 13:34:00			S-OVFLA2	20200	60	7,14	0,05	259	1300	83	12,5	154	12,5	42	12,5
201553749	Overflatevann	29.10.2015 10:03:00			S-OVFLA2	5390	43	1,79	1,5	171	5000	28	12,5	93	12,5	10	12,5
201564363	Overflatevann	29.12.2015 10:38:00			S-OVFLA2	6730	27	2,17	0,21	260	2000	35,4	12,5	45	12,5	13	12,5
	Overflatevann	21.10.2015 12:00			S-OVFLA2	5020	34,9	1,73	1,2	287		19	8,7	29	8,56		14
	Overflatevann	21.10.2015 00:00			S-OVFLA2	1430	29,8	0,21	6,2	429		1,7	21,7	10	6,91		27
	Overflatevann	29.03.2016 00:00			S-OVFLA2												
	Overflatevann	30.03.2016 00:00			S-OVFLA2												
201510046	Overflatevann	25.02.2015 12:00:00			S-OVFLB4	1580	12,5	0,23	0,05	0,5	0,5	3	12,5	10	12,5	1,6	12,5
201521231	Overflatevann	28.04.2015 08:54:00			S-OVFLB4	960	12,5	0,14	0,05	0,5	0,5	0,6	12,5	10	12,5	0,5	12,5
201531507	Overflatevann	29.06.2015 10:00:00			S-OVFLB4	5160	12,5	1,2	0,05	0,5	2,1	14	12,5	10	12,5	4,5	12,5
201553750	Overflatevann	29.10.2015 10:04:00			S-OVFLB4	395	33	0,31	0,05	0,5	0,5	0,8	12,5	10	12,5	0,5	12,5
201564364	Overflatevann	29.12.2015 10:41:00			S-OVFLB4	765	12,5	0,12	0,05	0,5	0,5	4,6	12,5	10	12,5	0,5	12,5
	Overflatevann	21.10.2015 12:00			S-OVFLB4	6710	23	1,66	0,05	0,5		30	6,45	65	6,14		6,6
	Overflatevann	21.10.2015 00:00			S-OVFLB4	5760	18,2	1,01	0,05	1		14	4,71	41	3,71		3,5
	Overflatevann	30.03.2016 00:00			S-OVFLB4												
201510044	Overflatevann	25.02.2015 12:00:00			S-OVFLD	327	12,5	0,17	0,05	0,5	0,5	1,4	12,5	10	12,5	0,5	12,5
201521232	Overflatevann	28.04.2015 08:58:00			S-OVFLD	239	12,5	0,11	0,05	0,5	0,5	0,4	12,5	10	12,5	0,5	12,5
201531508	Overflatevann	29.06.2015 10:00:00			S-OVFLD	1450	344	0,8	0,88	0,5	1,9	6	12,5	10	12,5	1	12,5
	Overflatevann	21.10.2015 12:00			S-OVFLD	1840	499	0,53	1	<1,0		3	2,17	10	1,8		1,5
	Overflatevann	21.10.2015 00:00			S-OVFLD	2930	324	2,32	0,73	<1,0		24	3,23	38	3,16		2,5
	Overflatevann	30.03.2016 00:00			S-OVFLD												
	Overflatevann	29.03.2016 00:00			S-OVFLD												
201510047	Overflatevann	25.02.2015 12:00:00			S-OVFLR	13100	60	17,9	0,61	2,6	14	50,6	26	103	12,5	14	12,5
201553751	Overflatevann	29.10.2015 10:10:00			S-OVFLR	86000	239	50,2	2,1	9	18	291,8	54	788	44	77	80
201564365	Overflatevann	29.12.2015 10:43:00			S-OVFLR	19200	46	9,14	0,38	2,7	13	84	30	501	12,5	19	12,5
	Overflatevann	22.10.2015 12:00			S-OVFLR	2650	11,6	0,11	0,05	0,5		42	1,1	10	0,5		1,1
	Overflatevann	22.10.2015 00:00			S-OVFLR	4770	4,39	0,27	0,05	1,4		36	1,94	24	1,16		1,4
	Overflatevann	29.03.2016 00:00			S-OVFLR												
	Overflatevann	21.10.2015 12:00			S-OVFLR	2650	6,16	0,4	0,05	0,5		33	2,68	10	1,98		2,5
	Overflatevann	21.10.2015 00:00			S-OVFLR	4260	23,8	0,29	0,05	0,5		190	3,16	10	1,71		2,1
	Overflatevann	29.03.2016 00:00			S-OVFLR												

Sample point	Acenaften	Antracen	Acenaftylen	Benzo(a)antracen	Benzo(a)pyren	Benzo(b,k)fluorante n	Benzo(ghi)perylene	Chrysen	Dibenz(a,h)antracen	Fenantren	Fluoranten	Fluoren	Indeno(1,2,3-cd)pyren	Naftalen	Pyren	Sum PAH16	Sum 4PAH
S-OVFLA2																	
S-OVFLA2																	
S-OVFLA2																	
S-OVFLA2																	
S-OVFLA2																	
S-OVFLA2	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0,015	<0.010	<0.010	<0.010	0,019	0	<0.010
S-OVFLA2	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0	<0.010
S-OVFLA2	<0.010	<0.010	0,017	<0.0050	0	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0	<0.010
S-OVFLA2	<0.010	<0.010	<0.010	<0.0050	0	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0	<0.010
S-OVFLB4																	
S-OVFLB4																	
S-OVFLB4																	
S-OVFLB4																	
S-OVFLB4																	
S-OVFLB4	<0.010	<0.010	<0.010	0,046	0,025	0,07	0,024	0,095	<0.010	0,025	0,11	<0.010	0,017	<0.010	0,12	0,53	0,11
S-OVFLB4	<0.010	<0.010	<0.010	0,031	0,017	0,05	0,015	0,063	<0.010	0,014	0,063	<0.010	0,011	<0.010	0,057	0,32	0,078
<b>S-OVFLB4</b>	<0.010	<0.010	<0.010	<0.0050	0	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0	<0.010
S-OVFLD																	
S-OVFLD																	
S-OVFLD																	
S-OVFLD	<0.010	<0.010	<0.010	0,061	0,028	0,11	0,024	0,11	<0.010	0,025	0,2	<0.010	0,021	<0.010	0,15	0,73	0,16
S-OVFLD	0,013	0,021	<0.010	0,4	0,26	0,6	0,17	0,75	0,025	0,094	0,81	0,014	0,15	<0.010	0,87	4,2	1
<b>S-OVFLD</b>	<0.010	<0.010	<0.010	<0.0050	0	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0	<0.010
<b>S-OVFLD</b>	<0.010	<0.010	<0.010	0,01	0,042	0,013	0,022	0,057	<0.010	<0.010	0,12	<0.010	0,011	<0.010	0,094	0,37	0,063
S-OVFLR																	
S-OVFLR																	
S-OVFLR																	
S-OVFLR	0,014	<0.010	<0.010	0,06	0,04	0,12	0,031	0,11	<0.010	0,033	0,1	0,011	0,024	0,01	0,1	0,65	0,18
S-OVFLR	0,014	<0.010	<0.010	0,037	0,02	0,06	0,015	0,075	<0.010	0,037	0,09	0,01	0,012	0,011	0,087	0,47	0,092
S-OVFLR																	
S-OVFLE	<0.010	<0.010	<0.010	0,13	0,075	0,2	0,039	0,24	0,011	0,027	0,11	<0.010	0,029	<0.010	0,3	1,2	0,3
S-OVFLE	<0.010	0,016	<0.010	0,33	0,16	0,32	0,094	0,61	0,028	0,063	0,43	<0.010	0,073	<0.010	0,61	2,7	0,55
S-OVFLE	<0.010	<0.010	<0.010	0,039	0,15	0,02	0,049	0,096	<0.010	<0.010	0,068	<0.010	0,029	<0.010	0,21	0,67	0,22

NIVA 7054-2016

Prøvepunkt	Naftalen	Acenaftylen	Acenaften	Fluoren	Fenantren	Antracen	Fluoranten	Pyren	Benzo(a)antracen	Chrysen	Benzo(b,k)fluoranten	Benzo(a)pyren	Dibenz(a,h)antracen	Indeno(1,2,3-cd)pyren	Benzo(ghi)perylen	Sum 4 PAH	Sum 16 PAH
S-OVFLA2	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,00025	0,005	0,005	0,005	0,005	0,075
S-OVFLA2	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,015	0,019	0,005	0,005	0,005	0,00025	0,005	0,005	0,005	0,005	0,075
S-OVFLA2	0,005	0,005	0,005	0,005	0,014	0,005	0,063	0,057	0,031	0,063	0,05	0,017	0,005	0,011	0,015	0,078	0,32
S-OVFLB4	0,005	0,005	0,005	0,005	0,025	0,005	0,11	0,12	0,046	0,095	0,07	0,025	0,005	0,017	0,024	0,11	0,53
S-OVFLD	0,005	0,005	0,013	0,014	0,094	0,021	0,81	0,87	0,4	0,75	0,6	0,26	0,025	0,15	0,17	1	4,2
S-OVFLD	0,005	0,005	0,005	0,005	0,025	0,005	0,2	0,15	0,061	0,11	0,11	0,028	0,005	0,021	0,024	0,16	0,73
S-OVFLD	0,005	0,005	0,005	0,005	0,063	0,016	0,43	0,61	0,33	0,61	0,32	0,16	0,028	0,073	0,094	0,55	2,7
S-OVFLB4	0,005	0,005	0,005	0,005	0,027	0,005	0,11	0,3	0,13	0,24	0,2	0,075	0,011	0,029	0,039	0,3	1,2
S-OVFLR	0,011	0,005	0,014	0,01	0,037	0,005	0,09	0,087	0,037	0,075	0,06	0,02	0,005	0,012	0,015	0,092	0,47
S-OVFLR	0,01	0,005	0,014	0,011	0,033	0,005	0,1	0,1	0,06	0,11	0,12	0,04	0,005	0,024	0,031	0,18	0,65

Prøvepunkt	Dato	Tid (fra start)	Metaller Filtret (ug/L)								
			Hg	Bly	Cd	As	Cu	Cr	Mn	Ni	Zn
S-OVFLA2	21.10.2015	0hrs	<5	<0,01	<0,25	461	6,11	29	1370	17	15
S-OVFLA2	21.10.2015	5hrs									
S-OVFLA2	21.10.2015	12hrs	<5	<0,1	<0,45	274	4,09	18	606	5,33	5,2
S-OVFLA2	21.10.2015	24hrs									
S-OVFLB4	21.10.2015	0hrs	<5	<0,01	0,02	0,53	0,77	0,56	4090	1,58	2,22
S-OVFLB4	21.10.2015	5hrs									
S-OVFLB4	21.10.2015	12hrs	<5	0,01	<0,01	0,2	1,23	0,53	2340	0,98	0,47
S-OVFLB4	21.10.2015	24hrs									
S-OVFLD	21.10.2015	0hrs	<5	0,03	0,5	0,19	1,47	0,46	2220	1,57	253
S-OVFLD	21.10.2015	5hrs									
S-OVFLD	21.10.2015	12hrs	<5	0,02	0,84	0,25	1,21	0,6	1750	1,48	497
S-OVFLD	21.10.2015	24hrs									
S-OVFLE	21.10.2015	0hrs	<5	0,04	0,03	0,45	0,89	0,84	4060	1,91	11,7
S-OVFLE	21.10.2015	5hrs									
S-OVFLE	21.10.2015	12hrs	<5	<0,01	0,02	0,38	1,22	1	2460	1,51	2,85
S-OVFLE	21.10.2015	24hrs									
S-OVFLR	21.10.2015	0hrs	<5	<0,01	0,01	1,1	0,33	0,32	3800	1,02	2,29
S-OVFLR	21.10.2015	5hrs									
S-OVFLR	21.10.2015	12hrs	<5	<0,01	<0,01	0,63	0,21	0,58	2460	0,5	0,84
S-OVFLR	21.10.2015	24hrs									



			Metaller Oppsluttet i HNO3 (ug/L)								
Prøvepunkt	Dato	Tid (fra start)	Hg	Bly	Cd	As	Cu	Cr	Mn	Ni	Zn
S-OVFLA2	21.10.2015	0hrs	<20	0,21	6,2	429	6,91	27	1430	21,7	29,8
S-OVFLA2	21.10.2015	5hrs									
S-OVFLA2	21.10.2015	12hrs	29	1,73	1,2	287	8,56	14	5020	8,7	34,9
S-OVFLA2	21.10.2015	24hrs									
S-OVFLB4	21.10.2015	0hrs	41	1,01	<0,1	1	3,71	3,5	5760	4,71	18,2
S-OVFLB4	21.10.2015	5hrs									
S-OVFLB4	21.10.2015	12hrs	65	1,66	<0,1	<1	6,14	6,6	6710	6,45	23
S-OVFLB4	21.10.2015	24hrs									
S-OVFLD	21.10.2015	0hrs	38	2,32	0,73	<1	3,16	2,5	2930	3,23	324
S-OVFLD	21.10.2015	5hrs									
S-OVFLD	21.10.2015	12hrs	<20	0,53	1	<1	1,8	1,5	1840	2,17	499
S-OVFLD	21.10.2015	24hrs									
S-OVFLE	21.10.2015	0hrs	<20	0,29	<0,1	<1	1,71	2,1	4260	3,16	23,8
S-OVFLE	21.10.2015	5hrs									
S-OVFLE	21.10.2015	12hrs	<20	0,4	<0,1	<1	1,98	2,5	2650	2,68	6,16
S-OVFLE	21.10.2015	24hrs									
S-OVFLR	21.10.2015	0hrs	24	0,27	<0,1	1,4	1,16	1,4	4770	1,94	4,39
S-OVFLR	21.10.2015	5hrs									
S-OVFLR	21.10.2015	12hrs	<20	0,11	<0,1	<1	<1	1,1	2650	1,1	11,6
S-OVFLR	21.10.2015	24hrs									
Zn	Prøvepunkt	Dato	Tid (fra start)	STS (mg/L)	SGG (mg/L)						
29,8	S-OVFLA2	21.10.2015	0hrs	1,7	1						
	S-OVFLA2	21.10.2015	5hrs	5	4						
34,9	S-OVFLA2	21.10.2015	12hrs	19	16,7						
	S-OVFLA2	21.10.2015	24hrs	50	44,4						
18,2	S-OVFLB4	21.10.2015	0hrs	14	11						
	S-OVFLB4	21.10.2015	5hrs	25	19						
23	S-OVFLB4	21.10.2015	12hrs	30	24						
	S-OVFLB4	21.10.2015	24hrs	15	12,6						
324	S-OVFLD	21.10.2015	0hrs	24	19,4						
	S-OVFLD	21.10.2015	5hrs	16	13,3						
499	S-OVFLD	21.10.2015	12hrs	3	2,1						
	S-OVFLD	21.10.2015	24hrs	14	11,1						
23,8	S-OVFLE	21.10.2015	0hrs	190	167						
	S-OVFLE	21.10.2015	5hrs	130	118						
6,16	S-OVFLE	21.10.2015	12hrs	33	27,7						
	S-OVFLE	21.10.2015	24hrs	420	377						
4,39	S-OVFLR	21.10.2015	0hrs	36	30,9						
	S-OVFLR	21.10.2015	5hrs	48	40,8						
11,6	S-OVFLR	21.10.2015	12hrs	42	35,9						
	S-OVFLR	21.10.2015	24hrs	98	86,4						

## 6. Referanser

- Direktiv-2009/90/EC. (2009). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, technical specifications for chemical analysis and monitoring of water status, 3s. <http://eur-lex.europa.eu>.
- Hanssen – Bauer, I., Drange, H., Førland, E. J., Roald, L. A., Børsheim, K. Y., Hisdal, H., . . . Ådlandsvik, B. (2009). Klima I Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU klimatilpassning. *Norsk klimasenter, september 2009, Oslo*.
- Hunsbedt, L., Cox, P. M., Flatabø, R., Johansen, K.-E., & Bustnes, J. A. (2007). Environmental challenges for Norwegian Mn-industry. *Proceedings of the Eleventh International Congress on Ferroalloys (INFACON 11), New Dehli, India*.
- Ranneklev, S. B., Muthanna, T. M., Øxnevad, S., Bakke, T., & Lund, E. (2009). Pålegg vedrørende utslipp fra overflatevann - Eramet Norway Sauda. *Niva-rapport 6010 s. 26*.

## 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 tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)