



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

NIBIO RAPPORT

VOL.: 2, NR.: 144, 2016

Veiavrenning og driftstiltak

Overvåking av avrenning samt oppfølging av feie- og sandfangmasser ved ulik veidrift



EIRIK LEIKANGER OG ROGER ROSETH
NIBIO Miljø og naturressurser

TITTEL**VEIAVRENNING OG DRIFTSTILTAK. OVERVÅKING AV AVRENNING SAMT OPPFØLGING AV FEIE- OG SANDFANGMASSER VED ULIK VEIDRIFT****FORFATTERE****EIRIK LEIKANGER OG ROGER ROSETH**

DATO: 09.12.2016	RAPPORT NR.: 2(144)2016	TILGJENGELIGHET: Oppdragsgiver	PROSJEKT NR.: 8885	SAKSNR.: 16/2154
ISBN-NR.: 978-82-17-01748-6	ISBN DIGITAL VERSJON: Versjon nr. 01	ISSN-NR.: 2464-1162	ANTALL SIDER: 47	ANTALL VEDLEGG: 9
OPPDRAAGSGIVER: Oslo kommune, Bymiljøetaten		KONTAKTPERSON: Heidi Kristensen		
STIKKORD: Veiavrenning, sandfangmasser, feiemasser, intensivert veidrift, forurensningsreduksjon, forurensningsbudsjett		FAGOMRÅDE: Avrenning og trafikkskapt forurensningsproduksjon fra vei og gater		

SAMMENDRAG:

Avrenning fra vei og gater er den største kilden til forurensning av byvassdragene i Oslo og de bynære delene av Oslofjorden. Arealknapphet, store kostnader og krevende planlegging legger begrensninger på hvilke rensetiltak som kan iverksettes for å redusere forurensningen.

Intensivert drift av veisystemet, som hyppigere tømning av sandfang og økt frekvens av gaterengjøring, kan iverksettes straks, og med forutsigbare kostnader. Hovedmålet for dette prosjektet har vært å øke kunnskapen om hvordan trafikkskapt forurensning tilført resipient kan reduseres ved intensivert veivedlikehold. Det ble valgt to forsøktrekninger, Fossumveien (FOS) og Grorudveien (GRO). Undersøkelsene ble startet i våren 2015 og avsluttet i oktober 2016. Målingene i 2015 tjente som referanseverdier og for å bli kjent med normalt avrenningsforløp og veivedlikehold for teststrekningene. I 2016 ble det iverksatt intensivert vedlikehold i form av hyppigere tømning av sandfang og gaterengjøring, med alternering av tiltaksgjennomføring på teststrekningene.

Viktige delmål i prosjektet har vært å etablere forurensningsbudsjett for teststrekningene og å karakterisere sandfang- og feiemasser med hensyn til avfallsforskriften og helsebaserte tiltaksklasser.

Undersøkelsene har omfattet automatisk måling av vannkvalitet ved utløpet av Fossumveien og Grorudveien, uttak av vannprøver med analyse av totalverdier og løst fraksjon, kvantifisering, analyse og karakterisering av feiemasser og sandfangmasser. Vurderingene og forurensningsbudsjettet bygger på kalkulasjoner av nevnte inngangsparametere.

Kjemiske analyser av gateoppop og sandfangmasser viste forhøyede konsentrasjoner av oljeforbindelser (klasse III og IV iht. TA2553/2009). Ved konsentrasjoner i denne størrelsesorden bør det vurderes å iverksette tiltak som kan redusere videre spredning, som økt frekvens feing og/eller tømning av sandfang. Gjenfunnet olje er i all hovedsak tyngre fraksjoner som må antas å være slitasjeprodukter fra asfalt (bitumen) og høyaromatiske oljer fra dekkslitasje.

Med hensyn på miljøproblematisk metall (As, Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn), PAH-forbindelser og BTEX-forbindelser var påviste konsentrasjoner i gateoppop og sandfangmasser lave og syntes ikke å utgjøre noe vesentlig problem for helse eller miljø (iht. forurensningsforskriftens normverdier og klasse I iht. TA2553/2009). Til tross for lave konsentrasjoner var den genererte mengden høy. For eksempel var årsproduksjonen av Cu for FOS og GRO på hhv. 1,9 kg/km og 2,2 kg/km. Avrenningen av Cu analysert i vannprøver var høy for begge strekninger.

Kjemiske analyser av avrenningen fra veistrekningene viste høye konsentrasjoner for enkelte tungmetaller. Ved GRO ble det påvist høye konsentrasjoner av løst Cu (klasse IV og V iht. M-608) og Zn (klasse III). Ved FOS viste prøvetakningen høye konsentrasjoner av løst Cu, Cr og Zn (klasse IV og V). Påviste konsentrasjoner av løste forbindelser kan gi toksiske effekter ved eksponering over tid (klasse IV) og ved kort tids eksponering (klasse V). Prøvetakningen viste også at den en vesentlig del av metallene som ble transportert til vassdraget var partikkelbundet. Ved FOS og GRO var minst 59 % og 78 % av metallene i avrenningen assosiert med partikler. Opprettholdelse av tilstrekkelig sedimentasjonskapasitet blir således viktig for retensjon og fjerning av tungmetaller.

Flere av PAH-forbindelsene i vannprøvene ble påvist i konsentrasjoner som anses som potensielt toksiske. Blant annet pyren, som er en typisk veirelatert PAH, ble i flere prøver på begge strekninger ble påvist i høye konsentrasjoner (klasse IV og V iht. M-608). Det ble også påvist oljeforbindelser i alle fraksjoner, men prøvene var dominert av de langkjede forbindelsene.

Den totale masseproduksjonen ved de to strekningene var høy. Det ble estimert at FOS og GRO årlig genererte hhv 24,5 og 25,6 tonn masse og partikler pr km vei. Over 90 % av dette var masser som ble akkumulert og fjernet fra sandfang eller feiet opp i forbindelse med vårrengjøringen. Ved FOS og GRO utgjorde mengden akkumulert i

sandfangene hhv. 46 og 42 %. Dette var partikler som ellers ville blitt ført til resipient ved fulle sandfang.

Regelmessig feiing av forsøksstrekningen viste varierende resultater mhp partikkelavrenning. Ved FOS ble det ikke målt noen effekt med feiing (6,9 kg/d pr. km), mens avrenningen av partikler var vesentlig lavere med feiing på GRO (fra 8,6 til 4,7 kg/d pr. km). Ulik helning på veistrekningen kan være noe av forklaringen på dette. Feiing hadde imidlertid effekt på akkumulert mengde i sandfangene på begge strekninger. Med 14. dagers intervaller for feiing fylles sandfangene saktere og vil anslagsvis ha lenger driftstid før det er behov for tømning. Ved FOS vil det ta anslagsvis 252 dager å oppnå 50% fyllingsgrad i sandfangene uten feiing, og 320 dager med feiing. For GRO vil det hhv. ta 207 og 505 dager. Redusert oppfylling i sandfang antas å øke rensegraden for partikulær forurensing tilført fra overvannet.

NIBIO har utført prosjektet etter oppdrag fra Bymiljøetaten i Oslo ved Heidi Kristensen.

LAND: Norge
FYLKE: Oslo
KOMMUNE: Oslo
STED/LOKALITET: Grorudveien, Fossumveien

GODKJENT

PROSJEKTLEDER



PER STÅLNACKE

EIRIK LEIKANGER



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

FORORD

NIBIO (tidligere Bioforsk) har på oppdrag fra Bymiljøetaten i Oslo kartlagt produksjon og transport av trafikkskapt forurensning ved normal og intensivert veidrift. Grunnlagsfinansieringen av prosjektet er bevilget fra Miljødirektoratet. Prosjektet har blitt gjennomført i perioden mars 2015 fram til oktober 2016. NIBIO har utført prosjektet i samarbeid med ViaNova ved Jon Erling Einarsen og Camilla Gremmertsen, som har bidratt med vurderinger og lokalkunnskap i forbindelse med overvannssystemene i Fossum- og Grorudveien.

Heidi Kristensen (Oslo kommune, Bymiljøetaten) har vært oppdragsgivers kontakt. Even Aasgaard (Oslo kommune, Bymiljøetaten veiforvaltning) har planlagt og tilrettelagt tiltak for intensivert veidrift og praktisk oppfølging av forurensningsproduksjon gjennom instruksjon og dialog med veientreprenør. Begge takkes for godt samarbeid og god tilrettelegging under gjennomføring av prosjektet.

Hadeland maskindrift takkes for et godt samarbeid ved praktiske undersøkelser av avrenning, sandfangmasser og feiemasser. Spesielt takkes Ola Kjus og Trond Vidar Lindstad.

ALS Laboratory Group Norge har gjennomført analyse av vann, sandfang- og feiemasser.

Rapportering og vurdering av overvåkingsdata er utført av Eirik Leikanger og Roger Roseth. Feltarbeid, vannprøvetaking og vedlikehold av måleutstyr er utført av Eirik Leikanger.

Ås, 09.12.16

Eirik Leikanger og Roger Roseth

INNHOLDSFORTEGNELSE

FORORD	3
INNHOLDSFORTEGNELSE	4
1 INNLEDNING	5
2 OMRÅDEBESKRIVELSE	6
2.1 Fossumveien (FOS)	6
2.2 Grorudveien (GRO)	7
2.3 Sandfang	8
2.4 Driftsbeskrivelse	9
3 METODE	11
3.1 Sandfang og gateoppsop	11
3.1.1 Estimering av volum og vekt	11
3.1.2 Prøvetaking og vurdering av resultater	11
3.2 Avrenning	12
3.2.1 Kontinuerlige målinger	12
3.2.2 Vannprøver	12
3.3 Forurensingsbudsjett	13
3.4 Effekt av driftstiltak	14
4 RESULTATER OG DISKUSJON	15
4.1 Sandfangmasser og gateoppsop	15
4.1.1 Tømming av sandfang	15
4.1.2 Gateoppsop under vårrengjøringen	18
4.1.3 Kornfordeling	18
4.1.4 Analyser	19
4.1.5 Deponering av gateoppsop og sandfangmasser	22
4.2 Overvåking av avrenning	24
4.2.1 Kontinuerlige målinger	24
4.2.2 Vannprøver	32
4.3 Forurensingsbudsjett	39
4.4 Effekt av driftstiltak	41
5 SAMMENFATTENDE VURDERINGER	44
REFRANSER	46
VEDLEGG	48
Vedlegg 1: Aktuelle grenseverdier Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn (TA2559/2009)	49
Vedlegg 2: Aktuelle normverdier for forurenset grunn og sedimenter Forurensingsfors. Del 1	50
Vedlegg 3: Aktuelle grenseverdier i avfallsforskriftens kap. 9 – vedlegg II	51
Vedlegg 4: Aktuelle grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota (Veileder M-608)	52
Vedlegg 5: Resultater fra tømming av sandfang	55
Vedlegg 6: Resultater fra analyser av metaller på oppløst prøve og beregning av partikkelbundet fraksjon	56
Vedlegg 7: GRO og FOS fordeling av partikkelbundet (>45µm) og løst fraksjon (<45µm)	57
Vedlegg 8: Grunnlag for utarbeidelse av forurensingsbudsjett	58

1 INNLEDNING

Avrenning fra urbane veisystemer er en av hovedkildene til forurensningsbelastning av bynære vassdrag (Storhaug og Åstebøl 2015). For Oslo by er avrenning fra vei vurdert som hovedkilden til forurensning av vassdrag og nære fjordområder (Berge et al. 2013, Lindholm 20113), med hensyn til partikler, miljøproblematiske metaller, organiske miljøgifter, mikroplast og veisalt. Dekk- og asfaltslitasje synes å være hovedkildene til forurensningsbelastning med hensyn til partikler, tungoljeforbindelser, PAH og mikroplast (Napier et al. 2008; Ntziachristos og Boulter, 2009). Slitasjeprodukter fra bremses er også viktig i forurensningsregnskapet (Amundsen og Roseth, 2004).

Den bynære delen av Oslofjorden samt vassdragene som danner grønne korridorer gjennom byen har en særlig stor rekreasjonsverdi som følge av mange brukere og ulike bruksformål. Ikke minst er den visuelle vannkvaliteten og erkjennelsen av levende vassdrag, vann og fjord viktig for rekreasjonsopplevelsen. Vassdragene og fjorden er identitetsbærende elementer for mange av Oslos innbyggere. Arbeidet med å forbedre vannkvaliteten har ført til at laks- og ørret igjen har fått livsbetingelser i en del elver, men akutte hendelser med omfattende fiskedød demonstrerer sårbarhet for forurensningstilførsler.

Som en viktig del av arbeidet med en forbedret vann- og sedimentkvalitet har det blitt utført innledende vurderinger av mulige tiltak for å redusere forurensning i avrenning fra vei og gater. Mange tiltak for rensing av overvann fra vei og gater vurderes å være areal-, tids- og kostnadskrevede å iverksette i urbane og arealknappe omgivelser. Eksempelvis rensedammer, rensefiltre, infiltrasjonsløsninger, virvelsandfang med mere.

Intensivert vedlikehold av vei og gater, som hyppig gatefeing og hyppigere tømning av sandfang, er tiltak som kan iverksettes straks, og med forutsigbare kostnader. Tidligere har det ikke foreligget et faglig grunnlag for å beskrive den forurensningsreducerende effekten av intensivert vedlikehold.

Målsettingen for prosjektet har vært å gjennomføre undersøkelser som kunne bidra til økt kunnskap om forurensningsreducerende effekter av intensivert vedlikehold av veier og gater. Valgte forsøksområder har vært Grorudveien og Fossumveien.

Undersøkelsene skulle legges opp slik at det kunne utarbeides et samlet forurensningsregnskap for effekt av veidrift på spredning av veiforurensning innenfor forsøksområdet, med anslag for andel i gateoppsop og sandfangmasser. Representative prøver av gateoppsop og sandfangmasser har blitt analysert og karakterisert med hensyn til utlekkingssegenskaper, og resultatene har blitt vurdert i henhold til avfallsforskriften.

Basert på uttak av vannprøver og automatisk overvåking av vannkvalitet har veiforurensning i avrenning blitt fordelt på løste og partikkelbundne fraksjoner, noe som er viktig for å vurdere biologiske effekter samt muligheter for videre rensing av slik avrenning.

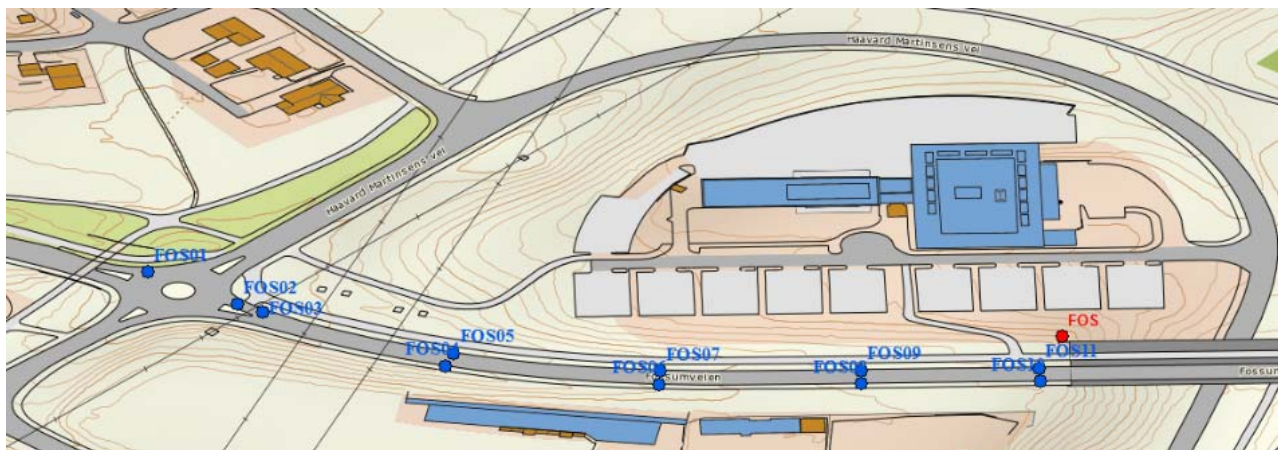
Denne rapporten oppsummerer resultatene fra disse undersøkelsene, og gir en sammenstilling av trafikkskapt forurensningsproduksjon, forurensningstransport mot resipient med overvann og muligheter for redusert forurensning ved intensivert veidrift. Måling og oppfølging omfatter kontinuerlige målinger med multiparametersonde, uttak av vannprøver, oppfølging av tømning av sandfang, samt gaterengjøring og feing.

Et komplekst og delvis vanskelig tilgjengelig overvannssystem samt urbane og sterkt trafikkerte omgivelser gjorde det krevende å finne gode målestasjoner og utføre oppfølgende undersøkelser av forurensningsproduksjon. Etablerte stasjoner ble funksjonelle og bør vurderes brukt videre til nye undersøkelser av urban veiavrenning.

2 OMRÅDEBESKRIVELSE

2.1 Fossumveien (FOS)

Forsøksstrekningen i Fossumveien er ca. 300 m lang, har en helning på ca. 3 % og totalt 11 sandfang (figur 1). Strekningen begynner litt vest for rundkjøringen med avkjøring til Haavard Martinsens vei og Nedre Rommen og ned til broen som krysser Haavard Martinsens vei. Fossumveien har ÅDT på 12000 (BYM, 2016).



Figur 1: Oversikt over teststrekningen i Fossumveien (FOS). Blå markører viser sandfang, mens den røde markøren viser kum hvor målestasjon er plassert.

Helningen på veien leder vannet østover og takfall (vann ledes fra midten av veien og ut mot sidene) på veien leder vannet ut mot kantstein/gangfelt og videre til sandfang. Sandfangene består av to lenker som er seriekoblet. Den første lenken starter med FOS01, herifra ledes vannet til FOS02, videre til FOS03, FOS05, FOS07, FOS09 og til FOS11. Den andre lenken starter med FOS04 som via FOS06, FOS08 og FOS10 også ender opp i FOS11. Fra FOS11 ledes vann til kum merket FOS (rød markør) hvor målestasjon er plassert (bilde 1).

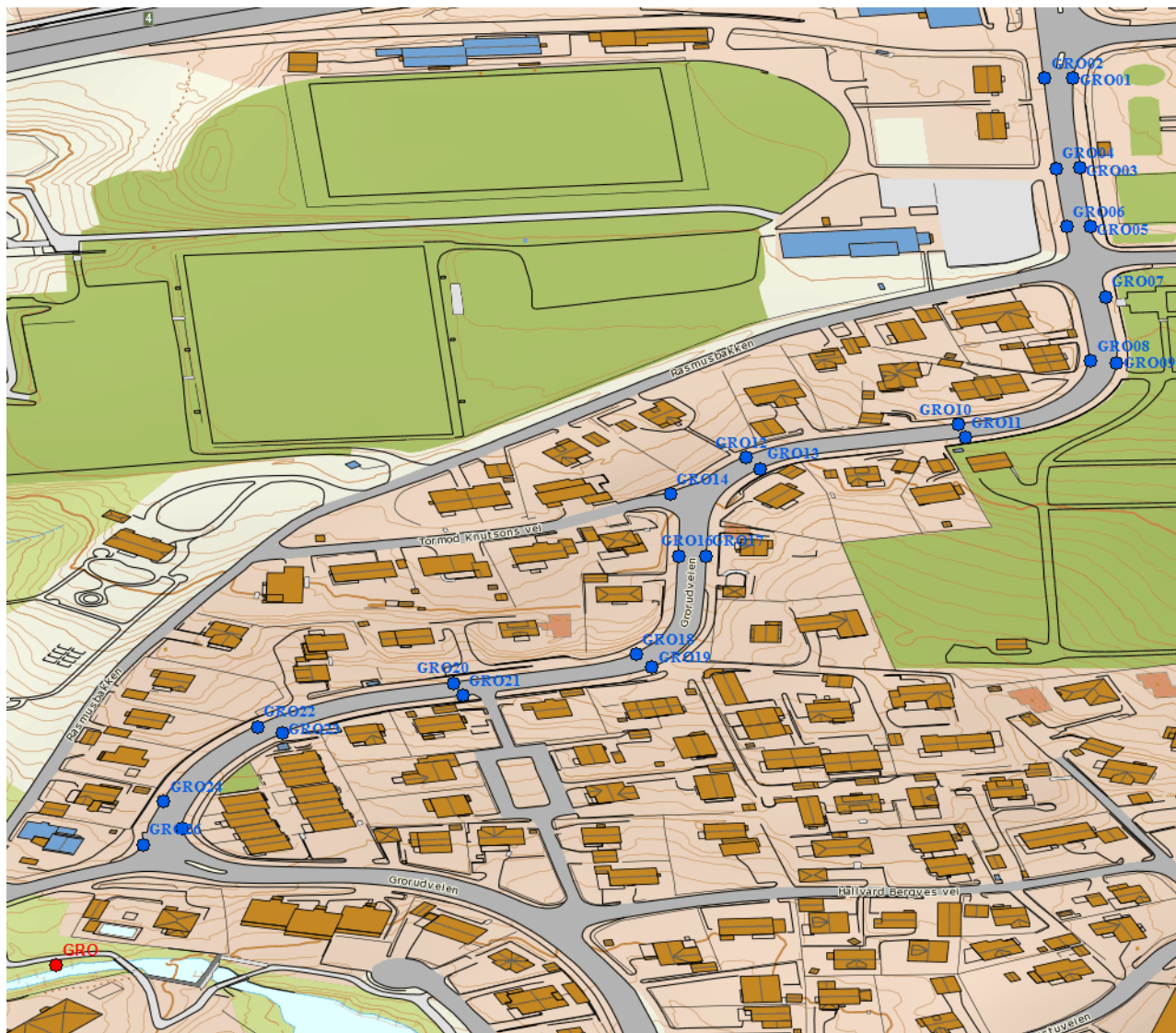
Fra målepunkt (FOS) ledes vannet via sandfang under bro i Håvard Martinsens vei og til kommunalt OV rett sør for bro.



Bilde 1: Viser instrumentering med v-spor i kum før påslipp til kommunalt OV.

2.2 Grorudveien (GRO)

Den andre forsøktrekningen er en del av Grorudveien og strekker seg fra broen som krysser RV4 sør for Grorud torg til krysset Grorudveien/Kalbakkveien (figur 2). Lengden er ca. 675m og den gjennomsnittlige helningen er ca. 5 %. Langs forsøktrekningen har Grorudveien 25 sandfang og ÅDT mellom 9300 og 10800 (BYM, 2016).



Figur 2: Oversikt over teststrekningen i Grorudveien (Gro). Blå markører viser sandfangene, mens den røde markøren viser plassering av målestasjon ve utløpet fra OV til Alna.

Oppstrøms kummene GRO08/09 har Grorudveien takfall (vannet ledes fra midten og ut til sidene) mot kantstein som leder vannet mot sandfangene. Nedstrøms disse kummene er veien dosert, med ensidig tverfall mot kantstein/gangfelt som leder avrenningen mot sandfangene (vannet ledes mot en side av veien). Retningen på tverrfallet varierer og leder vannet vekselvis mot høyre og vestre side av veien.

Sandfang som ligger på hver side av veien er som regel koblet sammen ved at den ene leder vann inn i den andre kummen. Oppstrøms kummen merket GRO07 ledes vann fra kummer merket med partall inn i kummer merket med oddetall. Fra oddetallskummen ledes vannet inn på kommunal OV. Nedstrøms GRO07 ledes avrenningen fra oddetallsnummer til partallsnummer.

Målestasjonen GRO vil motta vann fra hele nedbørsfeltet til OV, som i tillegg til veistrekningen inkluderer påkobling for overvann fra boligområder. OV har utløp til Alna ved punktet merket GRO (figur 2 og bilde 2).



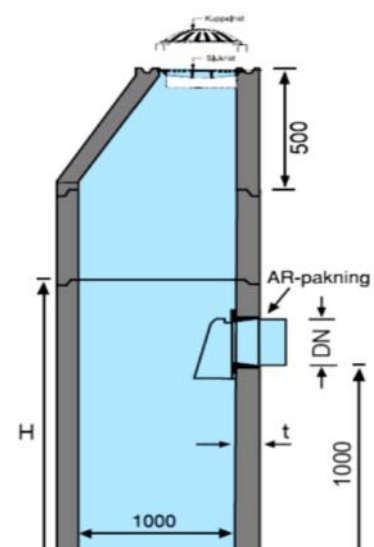
Bilde 2: Viser utløpspunktet for avrenningen fra GRO til Alna.

2.3 Sandfang

Hensikten med sandfang har primært vært å holde tilbake sand og grus for å hindre problemer med skader og redusert kapasitet på ledningsnett. Nye sandfang utformes primært med hensikt på avløpsledningers evne til selvrensing. Dette innebærer at de skal kunne holde tilbake partikler med diameter over 2mm (Lindholm, 2016). Mindre partikler vil også holdes tilbake i sandfangene, men ved kraftige regnskyll kan de fineste fraksjonene resuspenderes og bli skylt ut igjen.

Effektiviteten til kummen avhenger av tilgjengelig sedimentasjonsvolum. Det er derfor viktig at de tømmes før de blir for fulle. Dette blir spesielt viktig når vi vet at retensjonen av partikler også vil gi en vesentlig reduksjon av forurensinger assosiert med partikler. Et standard sandfang kan anslagsvis holde tilbake 50 % tungmetallene som kommer med overvannet (Ræstad, 2014; Lindholm, 2015; Storhaug og Åstebøl, 2015). Fulle sandfang vil gi spredning av forurensinger til miljøet som ellers kunne vært samlet opp og deponert. Det anbefales derfor at sandfang tømmes når de har nådd en fyllingsgrad på 50 % (Vegdirektoratet, 2014; Lindholm, 2016; Storhaug og Magnusson, 2015).

Normalt består sandfang langs veier av betongkummer med diameter på 1 m³ og med 1m (0,79 m³) dybde under dykket utløpsrør (figur 3) (Lindholm, 2016).



Figur 3: Skisse av en sandfangskum (BASAL, 2012).

De to teststrekningene, FOS og GRO, har hhv. 11 og 24 sandfang. Dybde under utløpet varierer og gir en lagringskapasitet på 0,45 – 0,81 m³ (vedlegg 6). Gjennomsnittet for alle kummene er 0,63 m³ og dermed noe lavere enn normalen. De fleste kummene er utformet som vist på skissen (figur 3), men det finnes også kummer med separat sluk (hjelpesluk).

2.4 Driftsbeskrivelse

Hver vår gjennomføres hovedrengjøring på veiene i Oslo. Da fjernes veistøv, grus og søppel som har samlet seg opp i løpet av vinteren. Hvordan driftsoperatøren gjennomfører vårrengjøringen varierer avhengig av utstyret driftsoperatøren har tilgjengelig og hvilke krav som stilles av kommunen. På teststrekningene (FOS og GRO) benyttes en kombinasjon av traktorer med roterende børster og koster, feie-/sugebiler og spylebiler.

Normalt vil første steg være å sikre at rengjøringen foregår på våte veier. Feiing og kosting på en tørr veibane vil virvle opp veistøv og forårsake spredning av partikler til luften. For å unngå dette blir veibanen bløtlagt dersom det er behov for det. Dette gjøres enten ved bruk av dyser påmontert foran feie-/sugebil eller med egne maskiner (for eksempel bilde 5A).

Deretter benyttes maskiner (traktorer) med roterende børster (bilde 3A) og kantkost (bilde 3B) til å feie ut massene fra gangfelt og gatestein/kantstein til veibanen. Massene legges i ranker som samles opp av lastebil med oppsamlerkost (Broddway). Etter lastebilen kjører en feie-/sugebil som tar med seg gjenliggende masser og finere partikler (bilde 4A og B). Avslutningsvis vaskes gatene ved høytrykkdyser slik at de fineste partiklene spyles ned i sandfangene (bilde 5A).

Etter at feiing er utført tømmes sandfangene ved hjelp av en sugebil (bilde 5b). Massene som samles opp i sandfangene blir ofte hardt pakket og må spyles ut med høytrykk. Massene som spyles løs suges opp i bilens trykktank hvor de komprimeres og avvannes. Har det gått lang tid siden forrige tømning, vil massene pakkes svært godt og kan være utfordrende å fjerne fra kummen. Vann sugd opp fra kummen, samt spylevann, føres tilbake til sandfangene. Massene tømmes på midlertidig lagerområde før de kjøres til godkjent deponi.

I forbindelse med tømning av sandfang rengjøres rister, det registreres feil og mangler med sandfangene (lekkasjer, manglende dykker etc.) og om nødvendig blir utløpsrør spylt opp.

På hver av de to teststrekningene ble det i ulike perioder gjennomført feiing av veibanen hver 14. dag. Dette vedlikeholdet ble utført av en feie-/sugebil. Feiebilen har roterende børster og kantkoster som samler veistøvet under bilen hvor det suges inn i oppsamletanken.



Bilde 3: Viser bilde av traktorer med roterende børste (A) og kantkost (B) som samler gateoppsopet i ranker lang veibanen for oppsamling.



Bilde 4: Viser lastebil med oppsamlerkost (Broddway) som samler opp gateoppsop samlet i ranker (A og B). Bak oppsamlerkosten følger feie-/sugebil som fjerner gjenliggende masser og finere partikler (B).



Bilde 5: Viser traktor med høytrykksdyser for bløtlegging av vei før feiing og vasking av vei som avsluttende tiltak etter feiing (A). Etter feiing tømmes sandfangene med sugebil (B).

3 METODE

3.1 Sandfang og gateoppsop

3.1.1 Estimering av volum og vekt

Alle sandfang på forsøksstrekningene ble kartlagt før oppstart av forsøket. Diameter på kumringer, dybde under utløp og dybde under gatenivå har blitt målt som en del av de innledende undersøkelsene. Akkumulert mengde i sandfangene kan dermed estimeres ved å måle høyden fra gatenivå til overflate på massene (bilde 6).

Innmåling av akkumulert mengde i sandfangene har blitt utført i forbindelse med tømning. Før innmåling av mektighet av masser har vannet blitt sugd opp i bilen slik at forhold eller gjenstander som ikke gir et representativt bilde av mektigheten avdekkes.

Sammenhengen mellom volum og våtvekt ble bestemt ved veiing av massene på bil. Tørrvekten har blitt bestemt ved å korrigere våtvekten til massene med en koeffisient som er bestemt ved tørking av delprøver på laboratoriet.

Driftsoperatøren på teststrekningene har ikke manometer på bilene sine. Vekten kan derfor ikke estimeres nøyaktig og må derfor ansees som grove estimater. Dette er også tilfelle for massene samlet opp i forbindelse med værrengjøringen.

Estimater er oppgitt av driftsoperatør som har veid biler før og etter tømning av masser.



Bilde 6: Viser innmåling av mektighet på masser akkumulert i sandfangene.

3.1.2 Prøvetaking og vurdering av resultater

I forbindelse værrengjøringen 2016 ble det tatt ut prøver av sandfangmasser og gateoppsop. Det ble tatt ut en blandprøve av gateoppsop fra FOS og en fra GRO i forbindelse med værrengjøringen (hhv. 11. og 19. april). Tømningen av sandfang for begge strekningene ble utført samme natt (28. april) det ble tatt ut en blandprøve av masser samlet opp på begge strekninger. Blandprøvene ble tatt fra adskilte hauger på mellomlageret til driftsoperatør. Det ble tatt ut 10 stikk jevnt fordelt rundt opplagt haug, som ble samlet og blandet i en bølge.

Prøvene av sandfangmasser og gateoppsop ble sendt til analyse ved akkreditert laboratorium, ALS Norge.

Prøvene ble analysert for innhold av jern (Fe), mangan (Mn), aluminium (Al), arsen (As), kadmium (Cd), kopper (Cu), krom (Cr), nikkel (Ni), bly (Pb), sink (Zn), kvikksølv (Hg), antimon (Sb), klorid (Cl), magnesium (Mg) og natrium (Na). I tillegg er det blitt analysert for total organisk karbon (TOC), BTEX (bensen, toluen, etylbensen, xylener), PCB-7 (Polyklorerte bifenyler), PAH-16 (Polyaromatiske hydrokarboner) og totale hydrokarboner.

Totalanalyser av TOC ble bestemt ved kolometri (iht. ISO 10694), PAH-16 ved GC-MS (iht. ISO 18287), PCB-7 ved GC-ECD (iht. ISO 10382), BTEX ved GC-MS/FID (iht. ISO 15009) og hydrokarboner ved GC-FIS/ECD (iht. ISO 15009 og EN 14039). Metaller ble bestemt ved ICP-AES (iht. ISO 11885).

Det ble også utført utlekkings tester ved ALS i form av kolonneforsøk (iht. CEN/EN 14405) og ett trinns ristetest (iht. NS-EN 12457-2). Eluater fra utlekkings testene ble analysert med hensyn på innhold av As, Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn, Hg, Sb, klorid (Cl), sulfat (SO₄) og løst organisk karbon (DOC).

Metaller i eluatene fra utlekkings testene ble analysert med ICP-SFMS (iht. ISO 17294-1,2), klorid og sulfat med ionekromotografi (iht. ISO 10304-1 og EN 12506) og TOC med IR (iht. EN 1484).

Korngraderingskurver for prøvene ble bestemt ved sikting i 7 fraksjon (iht. ISO 11277:2009).

Totalanalyser av de ulike stoffene er vurdert opp mot Miljødirektørens klassifiseringsveileder «Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn» (TA2559/2009) og forurensingsforskriftens normverdier for forurenset grunn og sedimenter. Aktuelle grenseverdier er oppgitt i vedlegg 1 og 2.

Resultater fra totalanalyser og utlekkings tester er vurdert mot grenseverdier for deponering iht. Avfallsforskriftens vedlegg II (vedlegg 3).

3.2 Avrenning

3.2.1 Kontinuerlige målinger

På begge forsøksstrekninger ble det ved utløpet til resipient etablert dataloggere med multiparametersensorer (MPS) for kontinuerlig overvåking av vannkvalitet. Datalogger og MPS benyttet til overvåkingen er levert av SEBA Hydrometrie, hhv. SEBA UnilogCom og SEBA MPS-D8. Loggeren ble forhåndsprogrammert for automatiske målinger hvert 10. minutt. MPS var utstyrt med sensorer for turbiditet (0 – 1000 NTU), vannhøyde (trykkcelle), vanntemperatur, pH og ledningsevne.

Ved målepunktet ble det etablert et 90° V-overløp for estimering av vannføringen. Vannføringen (Q) bestemmes ved måling av vannhøyde (h) og vannføringskurve for 90° V-overløp ($Q \text{ (m}^3\text{/s)} = 1,3095 \text{ h}^{2,482}$).

For beregning av suspendert stoff ble målt turbiditet sammenliknet med vannprøver analysert på laboratoriet med hensyn på suspendert stoff. Med bakgrunn i disse resultatene ble det etablert kalibreringskurver for de to strekningene (vedlegg 4).

Kontinuerlige målinger ved FOS ble startet 30.04.15, mens GRO ble startet opp den 22.06.15. FOS har blitt driftet kontinuerlig siden oppstart, mens GRO i perioder var ute av drift på grunn av problemer med nedslamming og vanntemperaturer under frysepunktet. I løpet av driftsperioden har stasjonene blitt regelmessig vedlikeholdt (hver 14. dag som hovedregel). Sensorer har blitt jevnlig kontrollert og ved behov har sensorene blitt kalibrert eller byttet.

Innsamlingen av data i 2015 har tjent som referanseverdier samt for vurdering av praktisk gjennomføring av undersøkelsen i 2016. Data presentert i rapport er kun de som anses relevant for oppdraget.

3.2.2 Vannprøver

Ved GRO ble det tatt ut vannprøver i 3 omganger (30.06, 05.08 og 23.09) i 2016. Stasjonen ligger ved utløpet til Alna og har et minimalt vannmagasin bak montert v-spor. Vannkvaliteten endres derfor raskt ved nedbør.

Prøven fra 30.06 ble tatt ut i forbindelse med en mindre avrennings episode. Den 05.08 ble tatt ut to prøver med 10 minutters mellomrom. Den første prøven ble tatt rett før vannstandsøkning, mens den andre prøven ble tatt på flomtoppen.

Siste prøverunde ved GRO ble tatt 23.09 hvor det totalt ble tatt ut 8 vannprøver fordelt på 2 timer. Den første vannprøven ble tatt før en nedbørepisode, det ble deretter tatt ut prøver hvert 10 minutt den neste timen og to påfølgende prøver med 30 min opphold. Prøvesekvensen ble tatt for å dokumentere utviklingen i

vannkvalitet i forbindelse med en flomtopp. Alle prøvene ble tatt på samme tidspunkt som det ble gjort oppfølgende målinger med MPS. Tabell 1 viser oversikt over prøvene og analysert parametere.

Ved FOS ble det tatt ut prøver i totalt 4 omganger (30.06, 23.09, 26.09 og 19.10) i 2016. Stasjonen ved FOS er utformet annerledes enn stasjonen i GRO og egner seg ikke i like stor grad for tidsserie-prøvetakning. Avrenningsområdet er lite i forhold til volumet i målekummen. Vanntilførselen må derfor være stor for å oppnå en vesentlig endring i vannkvaliteten. Det er derfor kun tatt ut stikkprøver for analyser fra denne stasjonen.

Tabell 1: Tabellen viser oversikt over vannprøver tatt i 2016 og hvilke parametere de er analysert for. Prøver merket F betyr at metallene er analysert på filtrert prøve, mens F+ O betyr at metaller er analysert på filtrert og oppsluttet prøve.

	GRO 30.06.16	GRO 05.08.16 09:50	GRO 05.08.16 10:00	GRO 23.09.16 10:20	GRO 23.09.16 10:30	GRO 23.09.16 10:40	GRO 23.09.16 10:50	GRO 23.09.16 11:00	GRO 23.09.16 11:10	GRO 23.09.16 11:40	GRO 23.09.16 12:10	FOS 30.06.16	FOS 23.09.16 11:50	FOS 26.09.16	FOS 19.10.16 12:30
Suspendert stoff (SS)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Metaller + salter	F+O	F+O	F+O	F+O	F+O	F	F	F	F+O	F	F	F+O	F+O	F	F
PAH-16	x	x	x	x	x				x			x	x	x	x
Olje	x	x	x	x	x				x			x	x	x	x

Alle vannprøver er sendt til analyse ved akkreditert laboratorium, ALS Norge.

Analysene av metaller og salter inkluderer komponentene jern (Fe), mangan (Mn), aluminium (Al), arsen (As), kadmium (Cd), kobber (Cu), krom (Cr), nikkel (Ni), bly (Pb), sink (Zn), kvikksølv (Hg), antimon (Sb), klorid (Cl), magnesium (Mg) og natrium (Na). Analysene er utført til standard analysemetoder (ICP-SFMS iht. ISO17294-1,2, ICP-AES iht. ISO11885, AFS iht. ISO17852 og ionekromatografi (for Cl) iht. ISO10304-1). Løst fraksjon er analysert på filtrert prøve (<45µm), mens totalanalyser er analysert på oppsluttet prøve (løst med HNO₃). Partikkelbundet fraksjon (> 45 µm) er beregnet ved å trekke fra konsentrasjon i filtrert prøve fra konsentrasjon i oppløst prøve.

Oljeforbindelser (hydrokarboner) ble analysert på fraksjoner med GC-FID (iht. EN ISO 9377-2).

Polyaromatiske hydrokarboner ble analysert for det vanligste 16 forbindelser (PAH-16) med GS-MS (iht. EPA, 8270 og ISO6468). Suspendert stoff ble bestemt ved filtrering av prøve (iht. NS4733).

Resultater fra vannanalyser av er vurdert opp mot Miljødirektoratets klassifiseringsveileder «Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota» (M-608/2009). Aktuelle grenseverdier er oppgitt i vedlegg 5.

3.3 Forurensingsbudsjett

I forbindelse med forsøket har det blitt utarbeidet forurensingsbudsjetter som inkluderer forurensinger i avrenningen, akkumulert i sandfang og oppsamlet i forbindelse med vårrengjøringen.

Forurensninger i avrenningen ble bestemt ved gjennomsnittskonsentrasjoner i vannprøver multiplisert med målt vannføring (data fra MPS). Det ble beregnet utslipp av løste (<45µm) og partikulært bundet (>45µm) metaller. Mengden partikler i avrenningen ble estimert ved summering av beregnet suspendert stoff fra kontinuerlige målinger av turbiditet, multiplisert med vannføringen.

For estimering av forurensinger som ble akkumulert i sandfang og fjernet i forbindelse med vårrengjøringen ble totalanalyser av blandprøvene multiplisert med mengdeestimatene.

Den beregnede forurensingsproduksjon fra teststrekningene ble korrigert for lengden på teststrekningen og oppgitt i vektenhet/km.

3.4 Effekt av driftstiltak

Effekten av hyppigere feiing ble dokumentert ved alternerende perioder med intensivert og normal drift for teststrekningene GRO og FOS. Ved intensivert drift ble det utført feiing hver 14. dag. I første periode (28.04-04.07.16) ble det utført feiing på strekningen i Fossumveien, mens det ikke ble gjennomført noen ekstra tiltak i Grorudveien. I andre periode (05.07-03.10.16) ble utført feiing i Grorudveien, mens feiingen i Fossumveien ble stoppet.

Første periode ble avsluttet etter 67 dager, mens lav avrenning i deler av den andre perioden ga en forsøksperiode på 90 dager. For beregning av avrenning ble det brukt gjennomsnittsverdier og estimatene er korrigert for antall dager.

I begge testperioder ble avrenningen overvåket og partikkeltransport til resipient estimert. Etter begge testperioder ble sandfangene tømt og akkumulert masser i sandfangene ble målt og vurdert.

Mengden masser samlet opp av feiebil var begrenset og var vanskelig å kvantifisere.

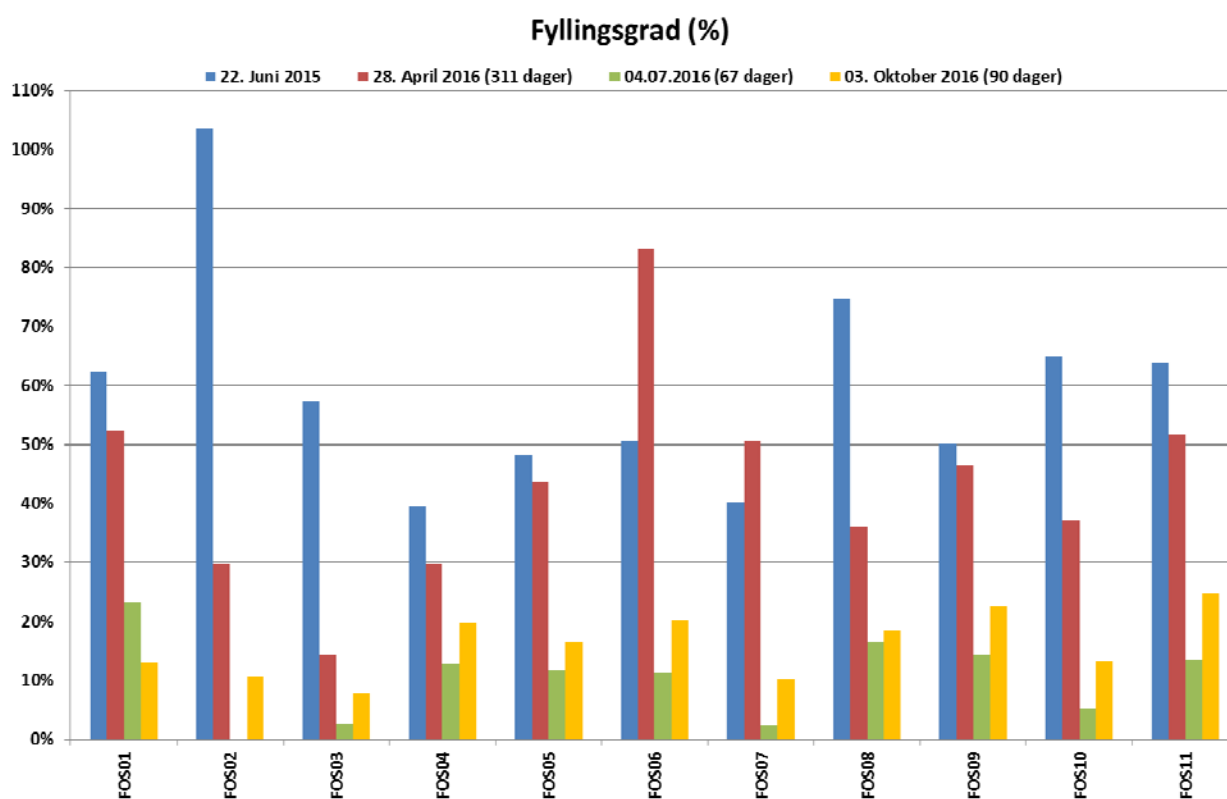
Mengde materiale akkumulert i sandfang (m^3/dag) for de to teststrekningene ble brukt for å vurdere nødvendig tømmefrekvens på sandfang, og for å vurdere effekten av intensivert veidrift.

4 RESULTATER OG DISKUSJON

4.1 Sandfangmasser og gateopsop

4.1.1 Tømming av sandfang

I Fossumveien ble sandfangene tømt første gang 22.06.15. Da var det litt over et år siden sandfangene sist ble tømt (markering på sandfang viste at kummene var tømt i forbindelse med vårrengjøringen året før, som normalt avsluttes før 17.05). Da hadde en kum, FOS02, masser stående opp til utløpsrør, mens 8 av 11 kummer hadde en fyllingsgrad på over 50 % (figur 4). Totalt ble det fjernet 4,3 m³ masser fra sandfangene i forbindelse med den første tømmingen (vedlegg 6).



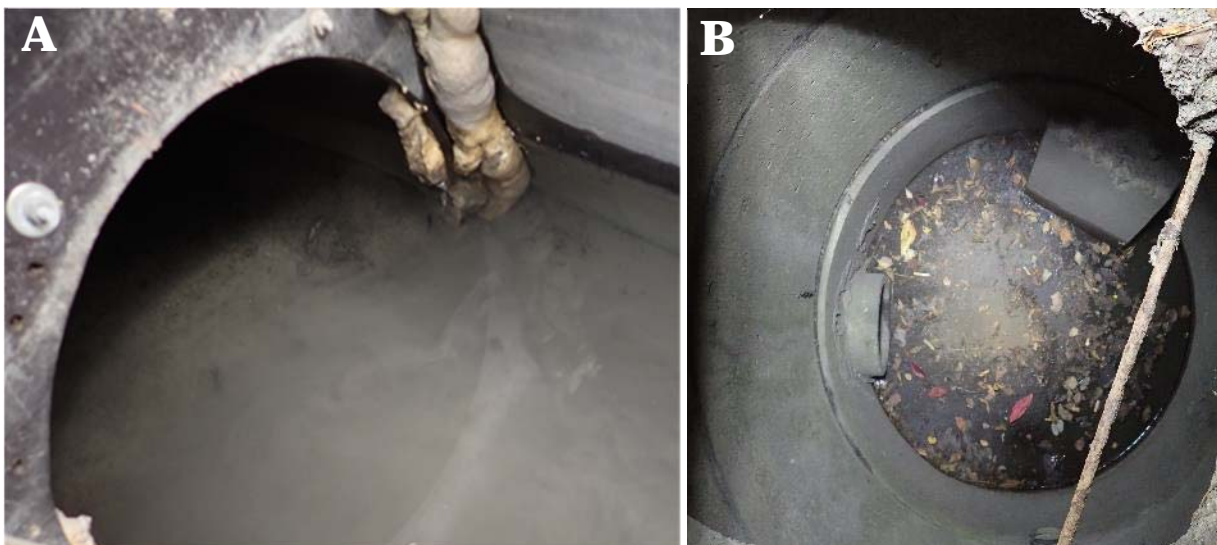
Figur 4: Viser fyllingsgrad for sandfangene i Fossumveien etter tømming den 22.06.15, 28.04.16, 04.07.16 og 03.10.16.

Den 28.04.16, ca. 10 mnd. (311 dager) etter forrige tømming, hadde 4 av 11 kummer en fyllingsgrad på over 50 %. Fyllingsgraden varierte fra 14 til 83 %, gjennomsnitt var 43 %. Totalt ble det fjernet 3,2 m³ i forbindelse med denne tømmingen.

I perioden 28.04.16 til 04.07.16 (67 dager) ble forsøksstrekningen i FOS feid hver 14. dag. I løpet av denne perioden var det samlet opp 0,78 m³ i sandfangene. Sandfangene hadde en fyllingsgrad på 0 – 23 %, gjennomsnittet for alle kummene var 10,6 %.

I den påfølgende perioden 05.07.16 – 03.10.16 (90 dager) ble det ikke gjennomført noen driftstiltak ved FOS. I denne perioden hadde det samlet seg opp 1,2 m³ med masse i sandfangene. Fyllingsgraden på sandfangene varierte fra 8 – 25 %, med et gjennomsnitt på 16,5 %.

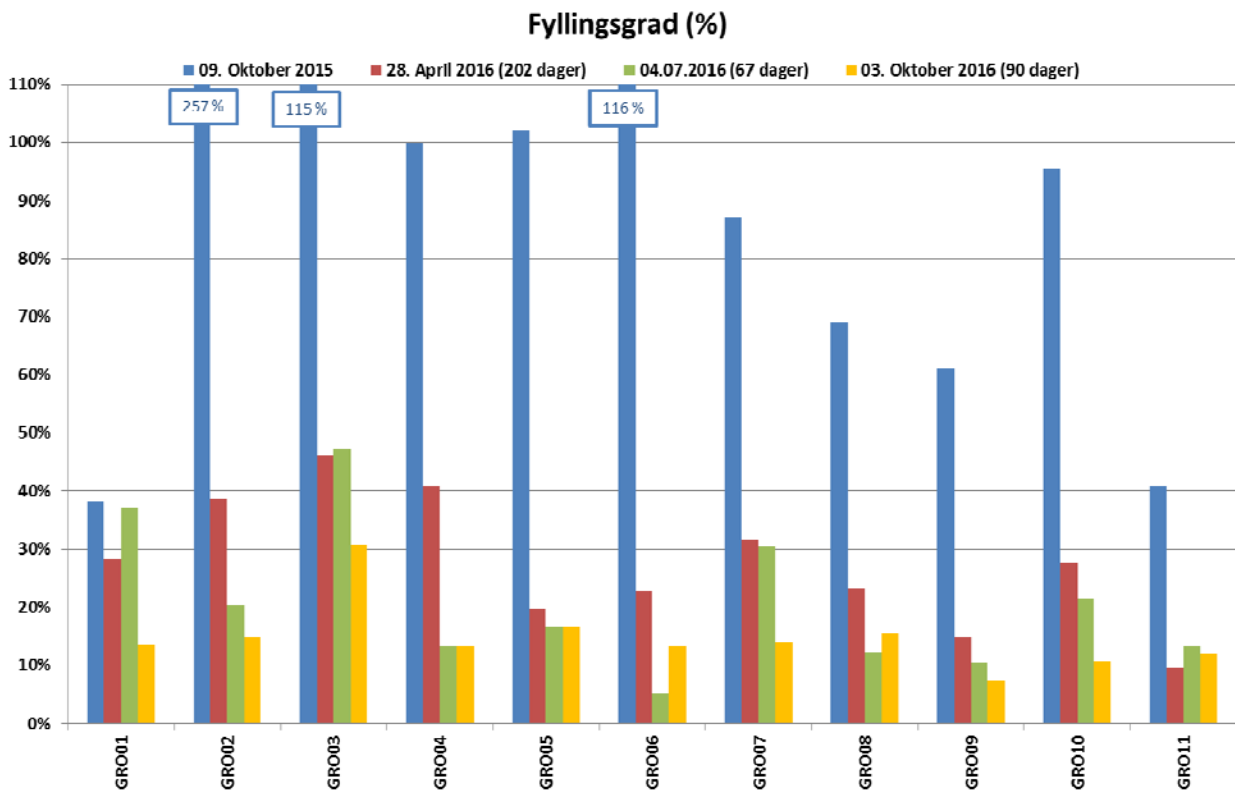
Sandfangene i Grorudveien ble tømt første gang den 09.10.15, etter at målestasjonen som overvåket avrenningen fra strekningen hadde blitt begravet i sedimenter ved flere tilfeller. Bilde 7A viser hvordan sandfangmasser har samlet seg opp i overvannsledning bak stasjonen ved utløpet til Alna. Innmåling ved tømning viste at de fleste sandfangene hadde masser stående opp til utløpet (bilde 7B). Av totalt 24 sandfang hadde 13 sandfang bare et mindre volum opp til utløp, og kun 3 av sandfangene hadde en fyllingsgrad mindre enn 50 % (figur 5 og 6). Fyllingsgraden på sandfangene varierte fra 38 – 257 %. Et av sandfangene hadde masser stående opp til gatenivå (GRO02) og ved 2 steder ble det påvist tette rør mellom sandfang (GRO02 og GRO05 – GRO06) (bilde 8A og B). Disse ble spylt opp i forbindelse med tømning. Totalt ble det fjernet 14,1 m³, av en estimert total kapasitet på 14,7 m³, fra sandfangene (vedlegg 6).



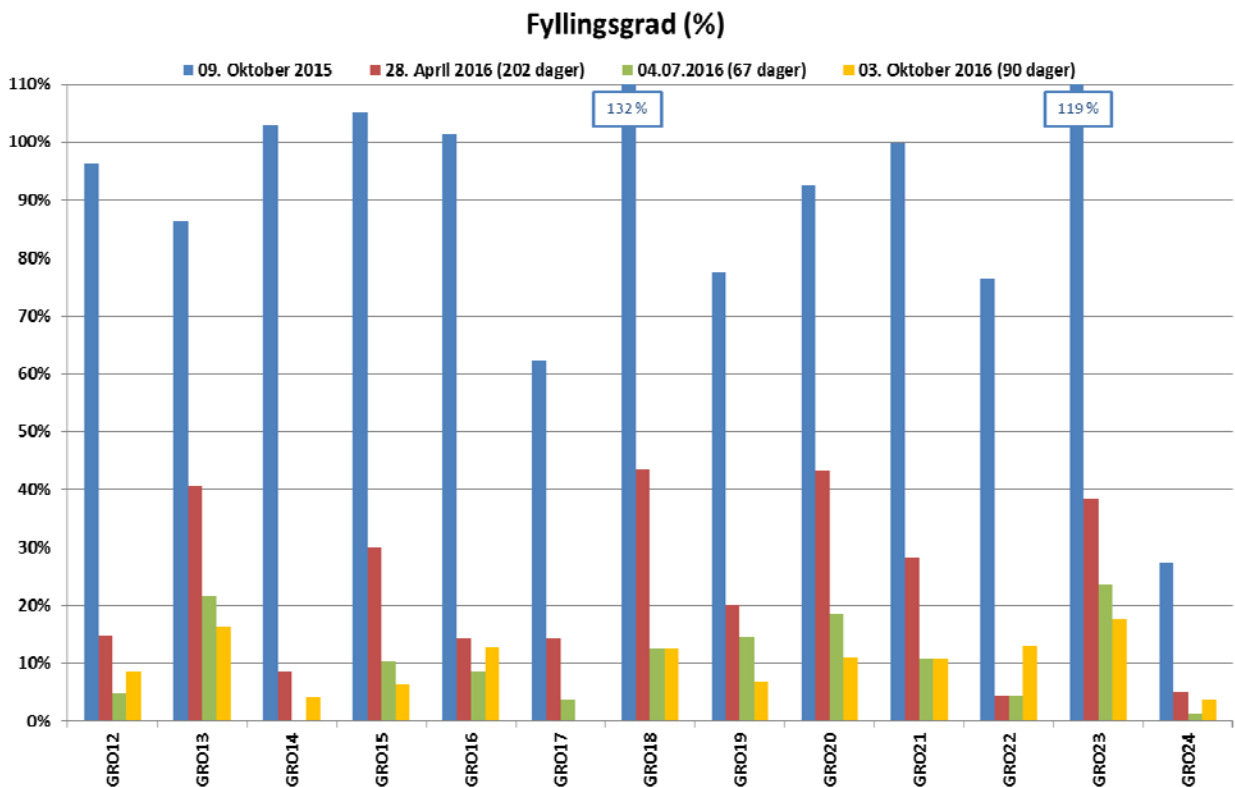
Bilde 7: Bilde A viser sandfangmasser som har samlet seg opp i OV-nett bak målestasjonen ved utløpet til Alna (A). Bilde B viser eksempel på sandfang med masser stående opp til dykker.



Bilde 8: Tømning av sandfang den 28.04.16. Bilde A viser GRO02 med masser opp til vei og utløpsrør fra kum som har gått tett (B). Kummen mangler dykker.



Figur 5: Viser fyllingsgrad for halvparten sandfangene (GRO01- GRO11) i Grorudveien (GRO) etter tømning den 09. oktober 15, 28. april, 04. juli og 03. oktober 2016.



Figur 6: Viser fyllingsgrad for halvparten sandfangene (GRO12- GRO24) i Grorudveien (GRO) etter tømning den 09. oktober 15, 28. april, 04. juli og 03. oktober 2016.

Den 28. april (202 dager etter forrige tømning) ble sandfangene igjen tømt. Fyllingsgraden på sandfangene var da 4 – 46 %. Totalt ble det tømt 3,8 m³ fra sandfangene i april.

Ved GRO ble det også tømt sandfang den 04.07 og 03.10. I motsetning til Fossumveien ble det ikke gjennomført feiing i første periode (28.04– 04.07), men i andre periode (05.07 – 03.10). I løpet av den første perioden (67 dager) hadde det akkumulert 2,4 m³ i sandfangene, mens det i den andre perioden (90 dager) hadde akkumulert 1,8 m³. Gjennomsnittlig fyllingsgrad for de to periodene var hhv. 47 og 31 %.

4.1.2 Gateoppsop under vårrengjøringen

I forbindelse med vårrengjøringen 2016, som ble utført ved FOS natt til den 11.04 og ved GRO natt til den 28.04 ble det tatt ut prøver og massene fra forsøksstrekningene ble estimert.

Ved FOS ble det samlet opp ca. 3,35 tonn med masser. Av dette ble ca. 3,0 tonn fjernet samlet med oppsamlerkost (Broddway) og ca. 0,35 tonn med suge-/feiebil.

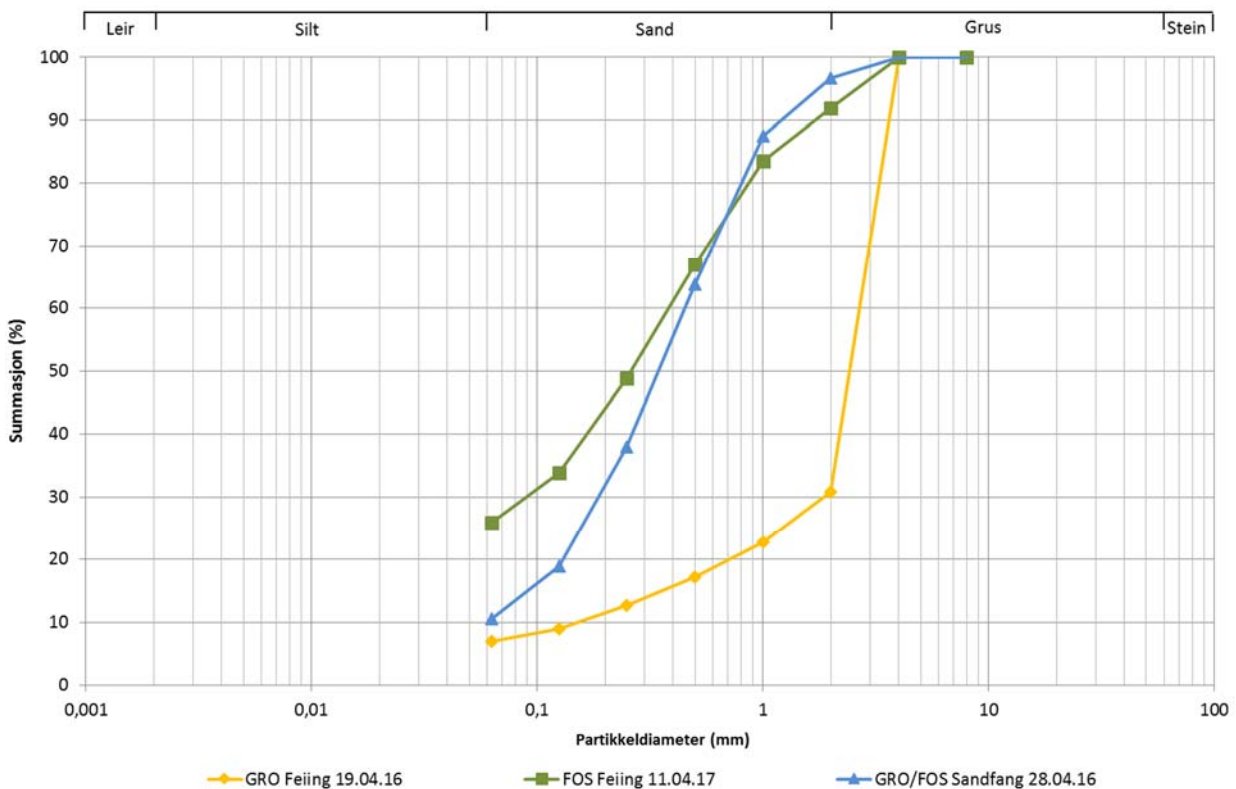
Ved GRO ble det samlet opp 7,5 tonn med oppsamlerkost, mens 0,7 tonn ble samlet opp med feie-/sugebil. Totalt ble det samlet opp 8,2 tonn ved GRO.

4.1.3 Kornfordeling

Sandfangmassene og gateoppsopet fra FOS hadde et høyt innhold av finstoff (figur 7). Gateoppsopet fra FOS hadde det høyeste innholdet av finstoff, der omlag 25 % av den totale massen hadde en kornstørrelse mindre enn 0,063 mm. For GRO utgjorde partikler med kornstørrelse mindre enn 0,063 mm rundt 27% av den totale massen fra gateoppsop.

Vannhastighet har stor betydning for transport og sortering av partikler. Ulik helningsgrad for forsøksstrekningene antas å være viktig for påviste forskjeller i korngradering for gateoppsop. For GRO er den gjennomsnittlige helningen ca. 5 %, mens helningen for FOS er ca. 3%. En større andel av det finere materialet ved GRO kan dermed ha blitt vasket ut sammen med avrenningen. Deler av GRO har også gangfelt på begge sider av veien, andelen strøgrus på vinteren kan også ha vært høyere.

Kornfordelingen til sandfangmassene var nokså lik kornfordelingen til gateoppsopet fra FOS. Sandfangene inneholdt vesentlig mindre av den laveste partikkelfraksjonen (< 0,0063 mm), i vektprosent, ca. 10 % av den totale massen, sammenliknet med gateoppsopet fra FOS.



Figur 7: Kornfordelingskurve for prøver av gateoppsop fra FOS den 11.04.16, gateoppsop fra GRO den 19.04.16 og fra tømning av sandfang ved GRO og FOS den 28.04.16.

4.1.4 Analyser

Analysene av sandfangmasser viste generelt lave konsentrasjoner for de prioriterte tungmetallene As, Pb, Cd, Hg, Cu, Zn, Cr og Ni (tabell 2). Det ble ikke påvist konsentrasjoner over forurensingsforskriftens normverdier (tabell 2). For metallene, ble det heller ikke påvist konsentrasjoner over klasse I for helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn (TA2553/2009). Dersom disse tungmetallkonsentrasjonene hadde blitt påvist i sediment ville ikke konsentrasjonene gitt grunn til å forvente toksiske effekter for vannlevende organismer (iht. M608 klasse I og II, med unntak av Zn i gateoppsop fra FOS som marginalt var over øvre grense i klasse II)

Innholdet av salt i prøvene var høyt, spesielt innholdet av Mg i gateoppsopet fra GRO.

Tabell 2: Resultater fra analyser av metaller, salt og TOC i gateoppsop fra FOS den 11.04.16, gateoppsop fra GRO den 19.04.16 og fra tømning av sandfang ved GRO og FOS den 28.04.16. Farger i tabell refererer til helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn (TA2553/2009), grenseverdier er gitt i vedlegg 1.

Komponent	Enhet	Gateoppsop GRO 19.04.16	Gateoppsop FOS 11.04.16	Sandfang GRO/FOS 28.04.16
Tørrstoff (E)	%	93,2	89	82,2
As (Arsen)	mg/kg TS	0,92	1,99	1,61
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	<0,10	<0,10	<0,10
Cr (Krom)	mg/kg TS	11,9	20,9	18,8
Cu (Kopper)	mg/kg TS	35,1	63,6	57,2
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	<0,20	<0,20	<0,20
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	16,2	17	12,9
Pb (Bly)	mg/kg TS	3,8	6,8	27,1
Zn (Sink)	mg/kg TS	116	141	96
Sb (Antimon)	mg/kg TS	<0,50	<0,50	<0,50
Na (Natrium)	mg/kg TS	701	894	595
Mg (Magnesium)	mg/kg TS	14400	6610	5280
Klorid (Cl-)	mg/kg TS	<40	398	240
Fe (Jern)	mg/kg TS	13000	14300	11500
Al (Aluminium)	mg/kg TS	12700	8050	6290
TOC	% TS	3,58	4,15	2,81

Olje ble påvist i høye konsentrasjoner i både gateoppsop og sandfangmasser (tabell 3). Gjenfunnet olje er i all hovedsak tyngre fraksjoner som må antas å være slitasjeprodukter fra asfalt (bitumen) og høyaromatiske oljer fra dekkslitasje. De helsebaserte tilstandsklassene kan gi en indikasjon på helsefaren forbundet med gateoppsop og masser fra sandfang. Påviste konsentrasjoner av oljeforbindelser, både i gateoppsop og masser fra sandfangene tilsvarer klasse 3 og 4. Konsentrasjoner i denne størrelsesorden tilsier at det bør vurderes å iverksette tiltak som kan redusere videre spredning. Aktuelle tiltak kan for eksempel være økt frekvens for tømning av sandfang eller økt frekvens for feing. Dette vil være spesielt aktuelt ved avrenning til viktige byvassdrag eller mot vannparker etablert for rekreasjon. Avrenningen fra GRO drenerer mot vannparken på Hølalokka, og kan slik sett være aktuell for vurdering av økte tiltak for å redusere spredning av partikler med oljekomponenter.

Av BTEX forbindelser ble det påvist lave konsentrasjoner for xylener i gateoppsopet fra FOS og i blandprøven fra sandfangene, mens bensen, toluen og etylbensen ikke ble påvist i prøvene. Påviste konsentrasjoner av xylener var lavere enn normverdi (vedlegg 2). I gateoppsopet fra GRO ble det ikke påvist BTEX forbindelser. Av BTEX forbindelser er det kun bensen som inngår i helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. Siden bensen ikke påvises tilsvarer dette tilstandsklasse I.

Det ble påvist flere PAH-forbindelser i begge prøver av gateoppsop og i sandfangmassene. For sum PAH-16 og enkeltforbindelsene naftalen, fluoren, fluoranten, pyren og benzo(a)pyren, foreligger det normverdier i forurensingsforskriften. Det ble ikke påvist konsentrasjoner over normverdiene for disse komponentene i noen av prøvene (vedlegg 2). Iht. helsebaserte grenseverdier for forurenset grunn tilsvarer påviste konsentrasjoner av sum PAH-16 og benzo(a)pyren tilstandsklasse 1.

For pyren, som er en typisk PAH-forbindelse i avrenning fra vei, tilsvarer påvist konsentrasjon i sandfangmasser og i gateoppsop fra FOS klasse III iht. klassegrenser for sediment i vann (M608). Om tilsvarende konsentrasjoner ble påvist i vannforekomster, ville det kunne det medført toksiske effekter på vannlevende organismer ved lang tids eksponering. I gateoppsopet fra FOS ble det også påvist konsentrasjon av antracen tilsvarende klasse III og konsentrasjon av benzo(g,h,i)perylene så vidt over øvre grense i klasse II, som på grunn av lite toksisitetsdata for stoffet gis klasse IV.

Det ble ikke påvist PCB i noen av prøvene.

Tabell 3: Resultater fra analyser av PCB-7, PAH-16, BTEX og mineralolje i gateoppsop fra FOS den 11.04.16, gateoppsop fra GRO den 19.04.16 og fra tømning av sandfang ved GRO og FOS den 28.04.16. Farger i tabell refererer til helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn (TA2553/2009), grenseverdier er gitt i vedlegg 1.

Komponent	Enhet	Gateoppsop GRO 19.04.16	Gateoppsop FOS 11.04.16	Sandfang GRO/FOS 28.04.16
PCB 28	mg/kg TS	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 52	mg/kg TS	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 101	mg/kg TS	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 118	mg/kg TS	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 138	mg/kg TS	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 153	mg/kg TS	<0,0030	<0,0030	<0,0030
PCB 180	mg/kg TS	<0,0030	<0,0030	<0,0030
Sum PCB-7	mg/kg TS	n,d	n,d	n,d
Naftalen	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaftylen	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaften	mg/kg TS	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoren	mg/kg TS	<0,010	0,011	0,02
Fenantren	mg/kg TS	0,013	0,059	0,08
Antracen	mg/kg TS	<0,010	0,011	<0,010
Fluoranten	mg/kg TS	0,04	0,165	0,092
Pyren	mg/kg TS	0,048	0,242	0,135
Benso(a)antracen	mg/kg TS	0,011	0,025	0,015
Krysen	mg/kg TS	0,016	0,058	0,037
Benso(b)fluoranten	mg/kg TS	0,025	0,094	0,052
Benso(k)fluoranten	mg/kg TS	<0,010	0,014	<0,010
Benso(a)pyren	mg/kg TS	0,024	0,057	0,035
Dibenso(ah)antracen	mg/kg TS	<0,010	0,018	<0,010
Benso(ghi)perylene	mg/kg TS	0,027	0,093	0,052
Indeno(123cd)pyren	mg/kg TS	0,011	0,04	0,023
Sum PAH-16	mg/kg TS	0,22	0,89	0,54
Bensen	mg/kg TS	<0,0100	<0,0100	<0,0100
Toluen	mg/kg TS	<0,30	<0,30	<0,30
Etylbensen	mg/kg TS	<0,200	<0,200	<0,200
Xylener	mg/kg TS	<0,0150	0,034	0,102
Sum BTEX	mg/kg TS	n,d	0,034	0,1
Fraksjon >C5-C6	mg/kg TS	<7,0	<7,0	<7,0
Fraksjon >C6-C8	mg/kg TS	<7,00	<7,00	<7,00
Fraksjon >C8-C10	mg/kg TS	<5,00	<5,00	<5,00
Fraksjon >C10-C12	mg/kg TS	<3,0	<3,0	3,8
Fraksjon >C12-C16	mg/kg TS	<3,0	14	17,3
Fraksjon >C16-C35	mg/kg TS	469	1950	959
Sum >C12-C35	mg/kg TS	469	1960	976

Sammenlignet med median eller gjennomsnittet av prøver fra sandfang i Bergen, Trondheim og fra tre tunneler i Osloområdet er påviste konsentrasjoner i sandfangene fra FOS og GRO generelt sett lavere. Unntaket var Pb som var litt høyere enn noen av tunnelprøvene og Trondheim sentrum (tabell 4) (Jartun et al. 2015; Bechmann et al. 2009; Roseth og Meland, 2006).

Tabell 4: Sammenstilling av median og gjennomsnittsverdier for sandfang i Trondheim sentrum (Bechmann et al. 2009), Bergen sentrum (Jartun et al 2015) og i Festnings-, Nordby- og Granfosstunnelen (Roseth og Meland, 2006).

Komponent	Enhet	Sandfang GRO/FOS 28.04.16	Trondheim sentrum median fra 159 sandfang / *59 sandfang (Bechmann et al. 2009)	Bergen Sentrum median fra 64 sandfang (Jartun et al. 2005)	Festnings-, Nordby- og Granfosstunnelen medianverdier (Roseth og Meland, 2006)
As (Arsen)	mg/kg TS	1,61	2,6	3,7	
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	<0,10	0,16	0,4	
Cr (Krom)	mg/kg TS	18,8	45,6	25	38 - 26 - 45
Cu (Kopper)	mg/kg TS	57,2	69,4	97	72 - 54 - 53
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	<0,2	0,03	0,06	0,022 - 0,001 - 0,037
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	12,9	32,4	24	18 - 17 - 23
Pb (Bly)	mg/kg TS	27,1	23,5	61	25 - 21 - 35
Zn (Sink)	mg/kg TS	96	271	403	865 - 448 - 169
THC C10-C40	mg/kg TS	976			5145 - 5740 - 2240
ΣPAH-16	mg/kg TS	0,54	1*		3,7 - 4,2 - 1,9
B(a)P	mg/kg TS	0,035	0,09*		0,09 - 0,09 - 0,07
ΣPCB-7	mg/kg TS	n.d.	0,1*	0,031*	

4.1.5 Deponering av gateoppsop og sandfangmasser

Sandfangavfall (EAL 19 08 02) og avfall fra gaterengjøring (EAL 20 03 03) er ikke klassifisert som farlig avfall iht. Avfallsforskriftens kap. 11, vedlegg 1. Dette innebærer at basiskarakterisering iht. Avfallsforskriftens kap. 9 er avgjørende for videre håndtering av avfallet.

Grenseverdier for organisk innhold og utlekkingssegenskaper avgjør om massene kan benyttes fritt, deponeres som inert, ordinært eller farlig avfall, eller om de må behandles. Komponenter som inngår i Avfallsforskriftens kap. 9, vedlegg II er analysert og oppgitt i tabell 5-7 (grenseverdier er gitt i vedlegg 3).

I utgangspunktet kan ikke avfall deponeres om innholdet av TOC overstiger 10 %, men gateoppsop er unntatt forbudet mot deponering av biologisk nedbrytbart avfall (jf. avfallsforskriftens §9-4) (SFT, 2008). De organiske parameterne er imidlertid styrende for hvor massene kan deponeres. I begge prøvene av gateoppsop (GRO feiing og FOS feiing) var innholdet TOC høyere enn det som er tillatt for deponering som inert avfall (> 3%) (tabell 5). Gateoppsopet fra FOS og sandfangmassene fra GRO/FOS hadde også høyere konsentrasjon av mineralolje enn tillatt på deponier for inert avfall.

Også analyser av eluater fra utlekkingsstestene (riste- og kolonnetest) viste at gateoppsopet fra FOS og sandfangmassene GRO/FOS hadde konsentrasjoner over grenseverdier for inert avfall (tabell 6 og 7). I gateoppsopet fra FOS ble det påvist for høye konsentrasjoner av klorid i eluatet, mens sandfangmassene hadde for høyt innhold av Sb i eluatet fra ristetesten. I eluatene fra utlekkingsstestene fra gateoppsopet fra GRO ble det ikke påvist konsentrasjoner over grenseverdier i vedlegg II.

Utlekkingsstestene viste ikke konsentrasjoner som overstiger grenseverdier for ordinært avfall. **Dette innebærer at massene kan deponeres på deponier for ordinært avfall.**

Lovverket åpner for nyttiggjøring av avfall (jf. forurensningsforskriften §32). Gateoppsop og sandfangmasser kan imidlertid inneholde miljøgifter. Dermed kan massene representere en fare for forurensning og komme i konflikt med forurensningsforbudet i forurensningsloven (§ 7) (Miljødirektoratet, 2016).

Gateoppsop og sandfangmasser regnes som næringsavfall. Det fritar kommunen fra plikten om å mota disse massene. Den ansvarlige for massene har dermed selv ansvar finne et lovlig mottak (Miljødirektoratet, 2016).

Tabell 5: Analyser av organiske komponenter som inngår i avfallsforskriftens kap 9. vedlegg II i gateoppsop fra GRO den 19.04.16, gateoppsop fra FOS den 11.04.16 og fra tømning av sandfang ved GRO og FOS den 28.04.16.

Komponent	Enhet	Gateoppsop GRO 19.04.16	Gateoppsop FOS 11.04.16	GRO/FOS Sandfang 28.04.16
TOC	% TS	3,58	4,15	2,81
Sum PCB-7	mg/kg TS	n.d.	n.d.	n.d.
Benso(a)pyren^	mg/kg TS	0,024	0,057	0,035
Sum PAH-16	mg/kg TS	0,22	0,89	0,54
Sum BTEX	mg/kg TS	n.d.	0,034	0,1
Sum >C12-C35	mg/kg TS	469	1960	976

Tabell 6: Beregnede konsentrasjoner fra eluater er ristetest av masser i gateoppsop fra GRO den 19.04.16, gateoppsop fra FOS den 11.04.16 og fra tømning av sandfang ved GRO og FOS den 28.04.16. Analyserte komponenter som inngår i vurderingen av utlekkingspotensial iht. avfallsforskriftens kap 9. vedlegg II.

Komponent	Enhet	Gateoppsop GRO 19.04.16	Gateoppsop FOS 11.04.16	GRO/FOS Sandfang 28.04.16
As (Arsen)	mg/kg TS	0,00648	0,00834	0,00547
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	0,000149	0,0000507	0,000165
Cr (Krom)	mg/kg TS	0,00304	0,00626	0,00224
Cu (Kopper)	mg/kg TS	0,136	0,197	0,0233
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	0,0000242	0,0000358	<0,0000200
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	0,0137	0,00739	0,0121
Pb (Bly)	mg/kg TS	0,00834	0,00249	0,00691
Sb (Antimon)	mg/kg TS	0,00918	0,0323	0,124
Zn (Sink)	mg/kg TS	0,156	0,0785	0,0375
Klorid (Cl-)	mg/kg TS	75,7	569	531
Sulfat (SO4)	mg/kg TS	<50,0	<50,0	88
DOC	mg/kg TS	82,7	69,9	35,8

Tabell 7: Analyserte konsentrasjoner i eluater etter kolonnetest av masser i gateoppsop fra GRO den 19.04.16, gateoppsop fra FOS den 11.04.16 og fra tømning av sandfang ved GRO og FOS den 28.04.16. Analyserte komponenter som inngår i vurderingen av utlekkingspotensial iht. avfallsforskriftens kap 9. vedlegg II.

Komponent	Enhet	Gateoppsop GRO 19.04.16	Gateoppsop FOS 11.04.16	GRO/FOS Sandfang 28.04.16
As (Arsen)	mg/l	0,00824	0,00491	0,00514
Cd (Kadmium)	mg/l	0,00106	0,000121	0,0000591
Cr (Krom)	mg/l	0,00727	0,0084	0,00697
Cu (Kopper)	mg/l	0,11	0,0631	0,0034
Hg (Kvikksølv)	mg/l	0,00000894	0,0000117	<0,000002
Ni (Nikkel)	mg/l	0,00898	0,0145	0,00636
Pb (Bly)	mg/l	0,019	0,00202	0,00137
Sb (Antimon)	mg/l	0,00285	0,00494	0,000646
Zn (Sink)	mg/l	0,318	0,0328	0,0072
Klorid (Cl-)	mg/l	50,9	1470	175
Sulfat (SO4)	mg/l	<5,00	82,8	<5,00
DOC	mg/l	131	101	24,5

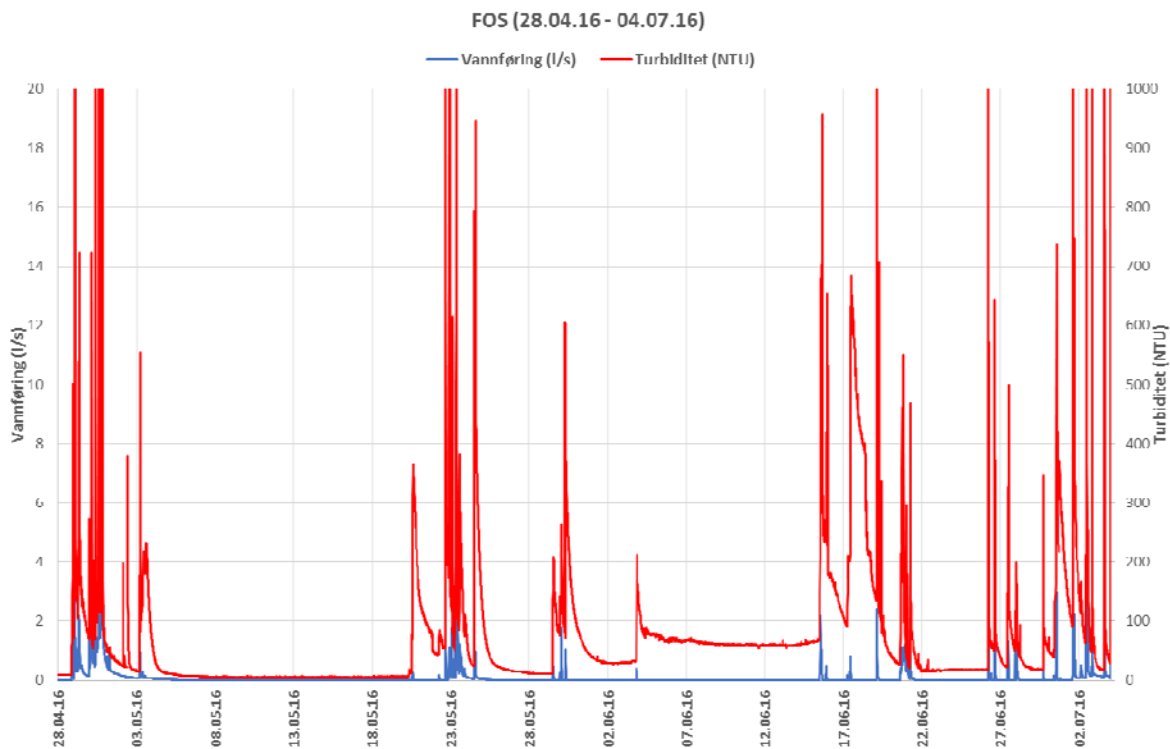
4.2 Overvåking av avrenning

4.2.1 Kontinuerlige målinger

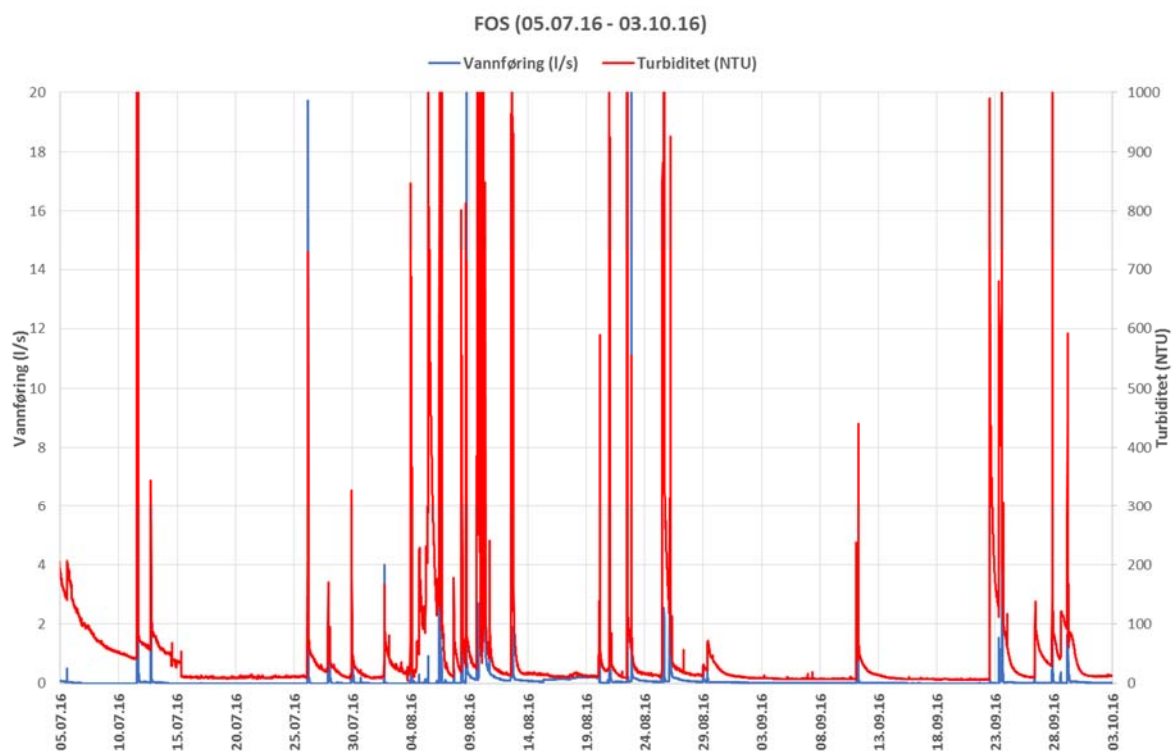
4.2.1.1 Fossumveien (FOS)

Figur 8 og 9 viser beregnet vannføring og turbiditet for målestasjonen ved FOS.

Målingene viste et typisk mønster med lav turbiditet i perioder med lav avrenning. Med nedbørshendelser og økende avrenning steg turbiditeten raskt. For flere av avrenningshendelsene oversteg turbiditeten 1000 NTU i kortere perioder og kunne derfor ikke registreres nøyaktig. Forurensningstransporten i overvannsystemet skjedde i all hovedsak i disse avrenningsepisodene. Maksimal konsentrasjon av partikler og forurensningskomponenter påvises alltid tidlig i flomforløpet, når avrenningen begynner å stige utover normalnivå uten nedbør. Ved økende vannføring avtar konsentrasjonene noe. Samlet stofftransport er likevel størst i periodene med stor vannføring.



Figur 8: Sammenhengen mellom beregnet vannføring og turbiditet i perioden med feiring hver 14. dag i Fossumveien (28.04 - 04.07.16).



Figur 9: Sammenhengen mellom beregnet vannføring og turbiditet i perioden uten feiing i Fossumveien (05.07-03.10.16).

På bakgrunn av målt avrenning og SS beregnet fra turbiditet, er mengde SS i utløp av målestasjon beregnet for perioden med intensivert feiing (28.04-04.07) og normal drift (05.07-03.10) (tabell 8). For Fossumveien viste beregningene ingen forskjeller i avrenning mellom periodene med intensivert og normal drift (6,9 kg/d per km for begge perioder).

Tabell 8: Viser målt avrenning, total avrenning av SS, og midlere SS per liter og dag ved målestasjonen i Fossumveien for perioden med (28.04-04.07.16) og uten feiing hver 14. dag (05.07-03.10.16).

Periode	Antall dager	Målt avrenning (m ³)	Målt SS (kg)	Midlere SS (mg/l)	Avrenning pr km (kg/dag)
28.04.16 - 04.07.16 (med feiing)	67	534,7	138,6	259,2	6,9
05.07.16 - 03.10.16 (uten feiing)	91	798,9	188,1	235,5	6,9

Figur 10 og 11 viser beregnet vannføring, vanntemperatur, ledningsevne og pH for målestasjonen ved FOS.

Målinger av ledningsevnen viste et typisk mønster for overvannssystemer langs veistrekninger med bruk av veisalt. Ved lav og stabil vannføring i perioder uten nedbør er ledningsevnen relativt høy da overvannssystemet blir tilført lokalt grunnvann med økte saltkonsentrasjoner som følge av veisalt. Ved nedbør og økende tilførsel av overvann med lavt saltinnhold avtar ledningsevnen raskt, før ledningsevnen gradvis øker tilbake til opprinnelig nivå. Maksimal ledningsevne målt i baseflow (tørrværsavrenning) utover sommersesongen blir gradvis lavere. Det er sannsynlig at det skyldes at salt oppkonsentrert i grunnen rundt

overvannsystemet gradvis vaskes ut. Som vist i figuren skjer dette ved hver eneste flom gjennom vår sommer og høst i 2015 og 2016.

Ved oppstart av normal veisaltning i perioden november til april, endres dette mønsteret (figur 12). Ledningsevnen ved baseflow øker gradvis utover vinteren på grunn av periodiske avrenningsepisoder med svært høyt innhold av salt. I løpet av vinteren 2015-16 ble det maksimalt målt 31 mS/m, noe som tilsvarer omtrent 11g Cl/l og 7,1 g Na/l eller 3,8 g Mg/l.

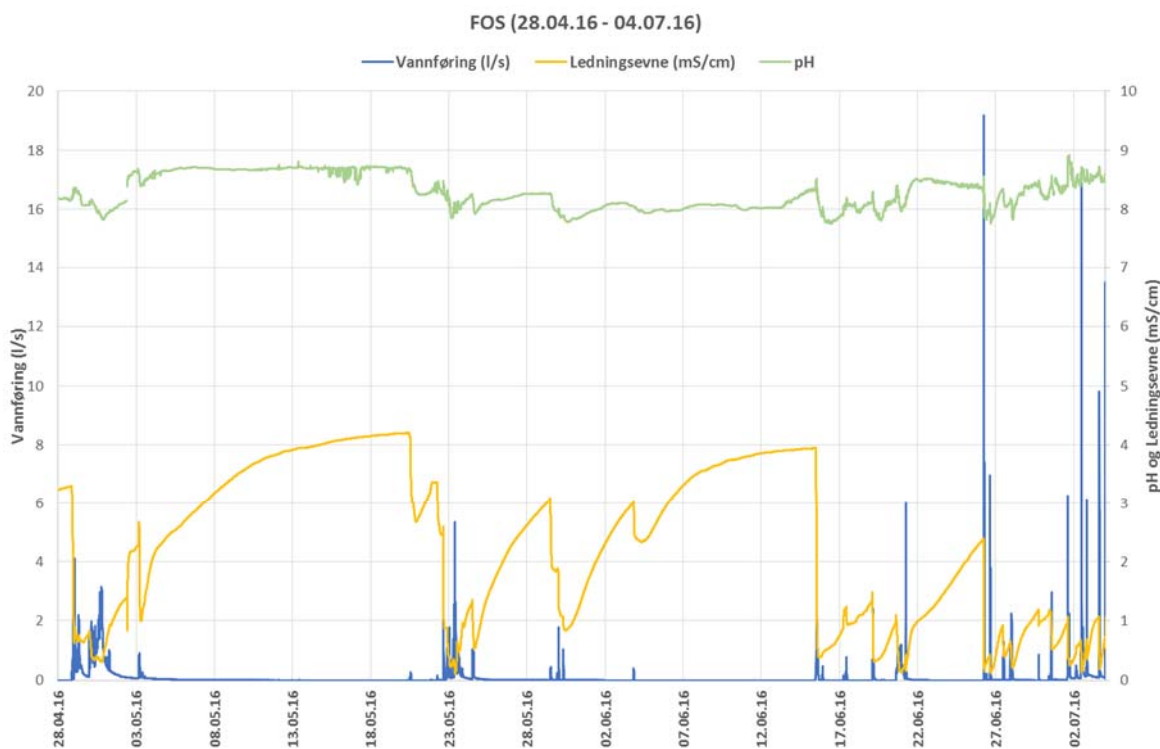
Tilsvarende mønster ble dokumentert gjennom målinger ved Ulvensplitten ved Ring 3 fra sommeren 2013 til sommeren 2014 (Leikanger et al. 2014). Dette systemet var imidlertid enda sterkere påvirket av veisalt, maksimal ledningsevne målt i systemet var ca. 53 mS/cm. Sjøvann har til sammenlikning en ledningsevne på 40-50 mS/cm.

De sykliske endringene i saltkonsentrasjon mellom baseflow perioder og perioder med nedbør og økt vannføring må antas å påvirke tilstandsformer og biotilgjengelighet for en del av forurensningskomponentene i overvannet.

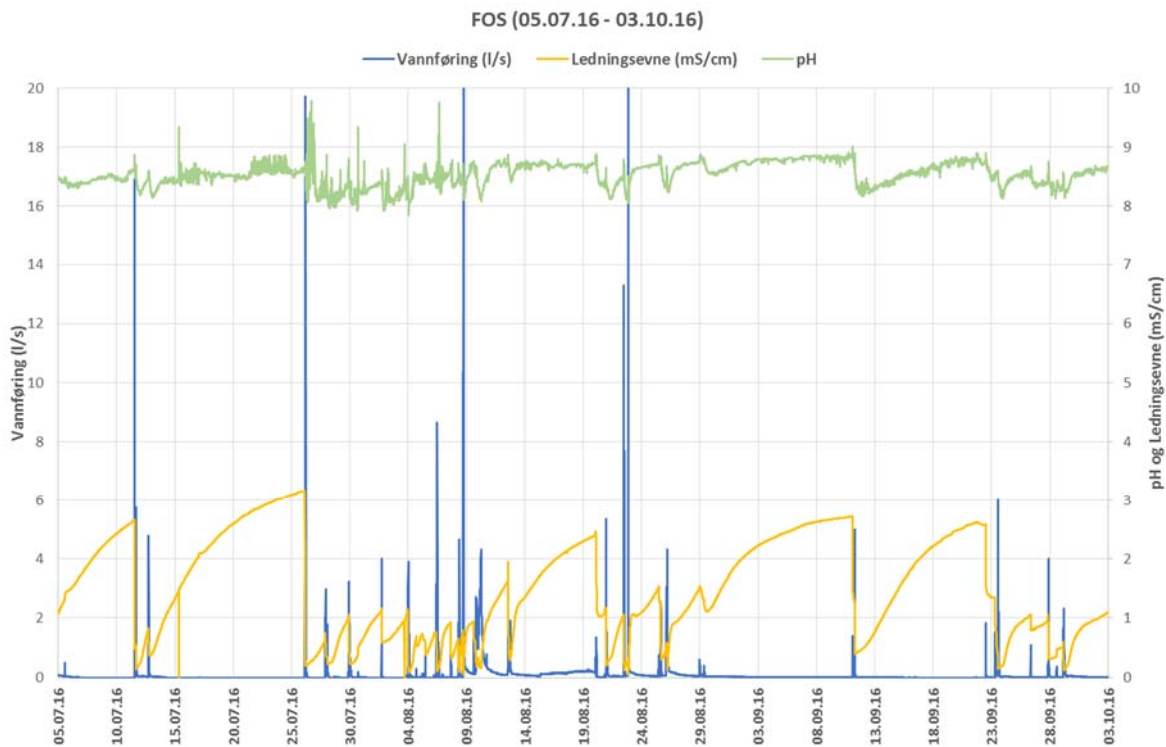
I avrenningsperiodene viste målingene av pH lavere verdier, mens pH var høyere i perioder med lavvannsføring.

Det ble ikke observert forskjeller i målt pH eller ledningsevne i forbindelse med perioder med intensivt veidrift. Veisaltepisoder virker ikke å ha gitt noen vesentlig påvirkning på pH.

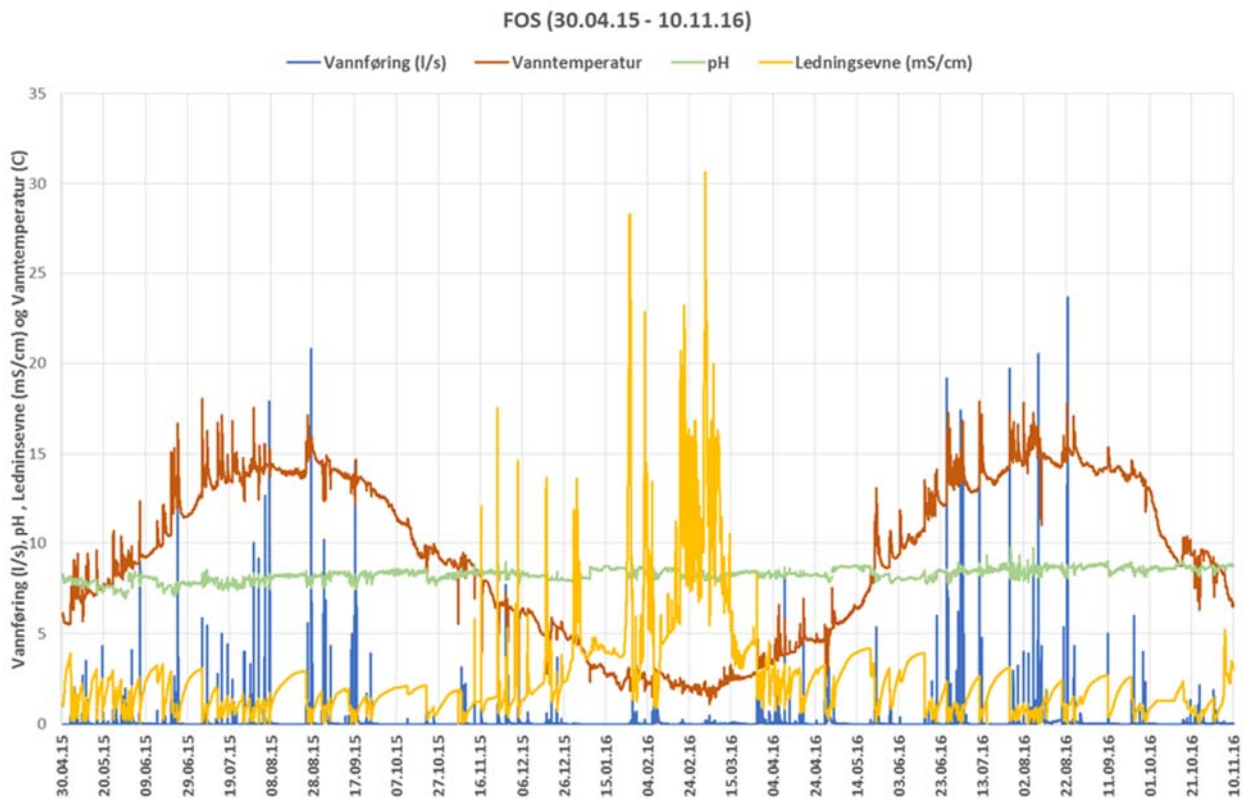
Vanntemperaturen i overvannssystemet økte under nedbørshendelser med overflateavrenning og stigende vannføring. Dette har sammenheng med at nedbør og overflateavrenning har høyere temperatur enn den grunnvannspåvirkede lavvannsføringen i overvannssystemet.



Figur 10: Sammenhengen mellom beregnet vannføring, ledningsevne, pH og vanntemperatur i perioden med feiing hver 14. dag i Fossumveien (28.04 - 04.07.16).



Figur 11: Sammenhengen mellom beregnet vannføring, ledningsevne, pH og vanntemperatur i perioden uten feiing i Fossumveien (05.07-03.10.16).

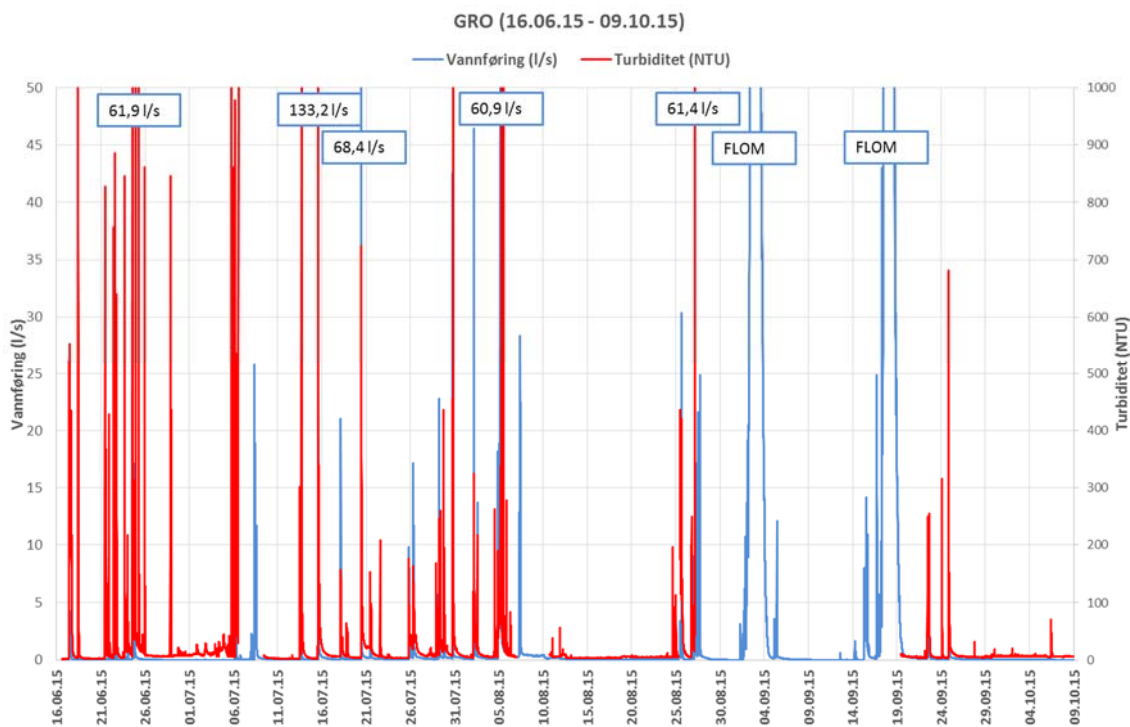


Figur 12: Sammenhengen mellom beregnet vannføring, ledningsevne, pH og vanntemperatur i perioden uten feiing i Fossumveien (05.07-03.10.16).

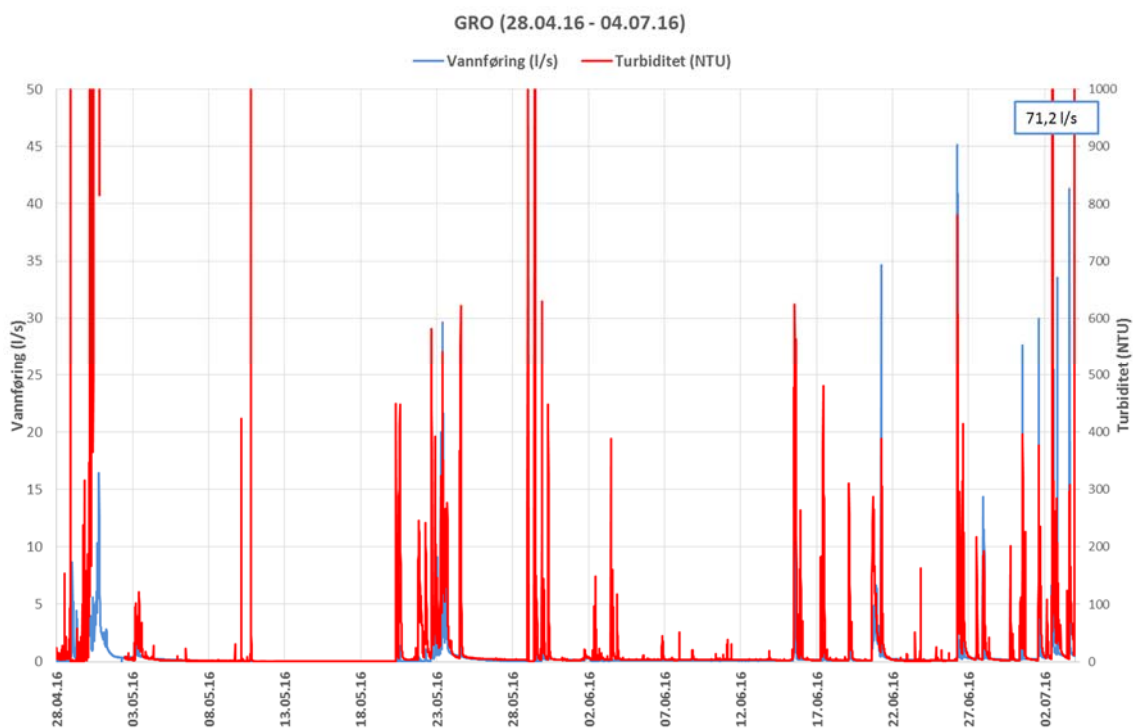
4.2.1.2 Grorudveien (GRO)

Figur 13 viser beregnet vannføring og målt turbiditet for stasjonen ved utløpet av overvannssystemet fra Grorudveien i perioden 16.06.15 fram til 09.10.15. Kartlegging av sandfangene på forhånd hadde vist at sandfangene var fulle, eller delvis fulle. Avrenningen i denne perioden var ment å være representativ for fulle sandfang. Gjennom den første overvåkingsperioden forårsaket nedbørhendelser så stor utvasking av partikler at sensoren tidvis ble nedslammet. Det er derfor flere perioder der målingene av turbiditet mangler. Dette gjelder 06.-09.06, 06.-10.08 og gjentatte episoder i perioden 27.08.15 - 19.09.15. På grunn av manglende turbiditetsdata i store deler av denne perioden lar det seg ikke gjøre å estimere partikkeltransporten fra veistrekingen.

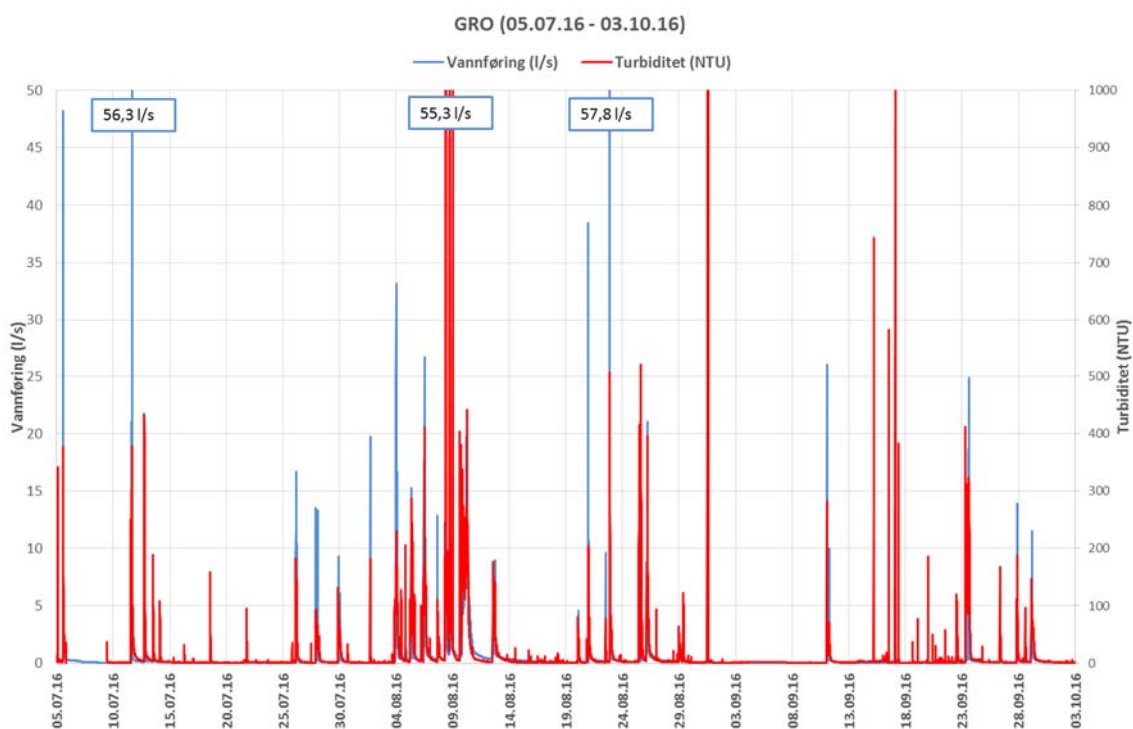
Målinger av vannføring og turbiditet på fulle sandfang viste tilsvarende samvariasjonen som ved Grorudveien, med økt turbiditet i forbindelse med hver avrenningshendelse (figur 14 og 15). Det samme er tilfelle for driftsperiodene uten (28.04- 04.07.16) og med (05.07-03.10.16) feing i Grorudveien.



Figur 13: Sammenhengen mellom beregnet vannføring og turbiditet i perioden med fulle, eller delvis fulle, sandfang i Grorudveien (16.06 – 09.10.15).



Figur 14: Sammenhengen mellom beregnet vannføring og turbiditet i perioden uten feiing i Grorudveien (28.04- 04.07.16).



Figur 15: Sammenhengen mellom beregnet vannføring og turbiditet i perioden med feiing hver 14. dag i Grorudveien (05.07-03.10.16).

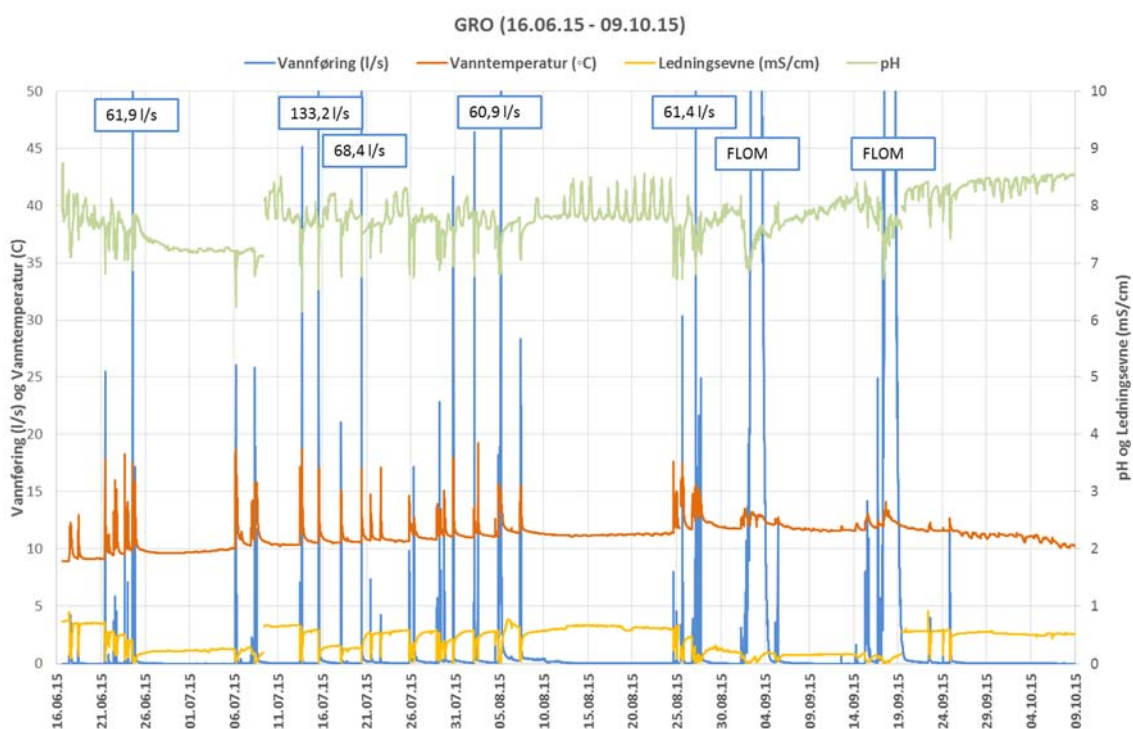
For forsøksperiodene i 2016 (28.04-04.07 og 05.07-03.10) er mengde SS i avrenning ut av målestasjonen (GRO) beregnet på bakgrunn av målt avrenning og målt turbiditet omregnet til SS (tabell 9). Beregningene viser en vesentlig reduksjon i daglig partikkelavrenning i perioden med feiing hver 14. dag (4,6 kg/d per km) sammenliknet med perioden uten feiing (8,6 kg/d per km). Dette gjelder selv om det er målt noe mindre avrenning per dag i perioden.

Tabell 9: Viser målt avrenning, total avrenning av SS, midlere SS per liter og dag ved målestasjonen i Grorudveien for perioden uten (28.04-04.07.16) og med feiing hver 14. dag (05.07-03.10.16).

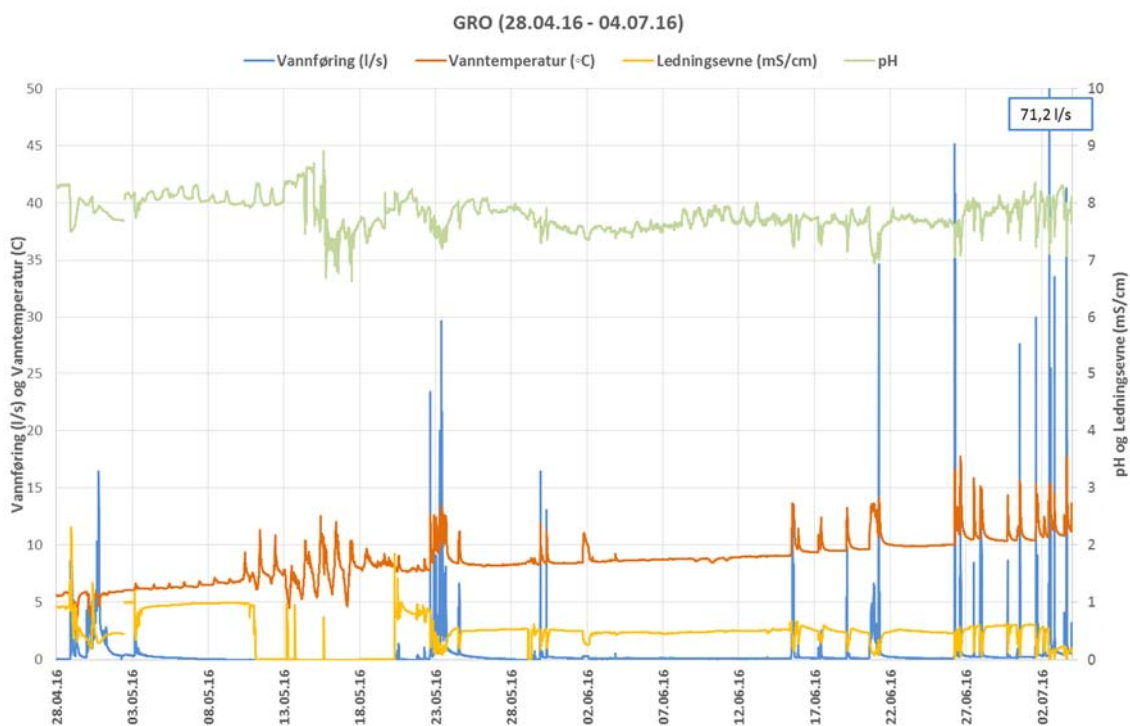
Periode	Antall dager	Målt avrenning (m ³)	Målt SS (kg)	Midlere SS (mg/l)	Avrenning av partikler pr km (kg/d)
28.04.16 - 04.07.16 (uten feiing)	67	2654,1	390,3	147,1	8,6
05.07.16 - 03.10.16 (med feiing)	90	3384,5	290,6	85,9	4,6

Figur 16, 17 og 18 viser vannføring, vanntemperatur, ledningsevne og pH for GRO i perioden 16. 06. – 09.10.15, i perioden 28.04-04.07.16 og i perioden 05.07 - 03.10.16. Observerte variasjoner er som beskrevet for FOS med avtakende ledningsevne, avtakende pH og økt vanntemperatur i perioder med nedbør og økt avrenning i overvannssystemet.

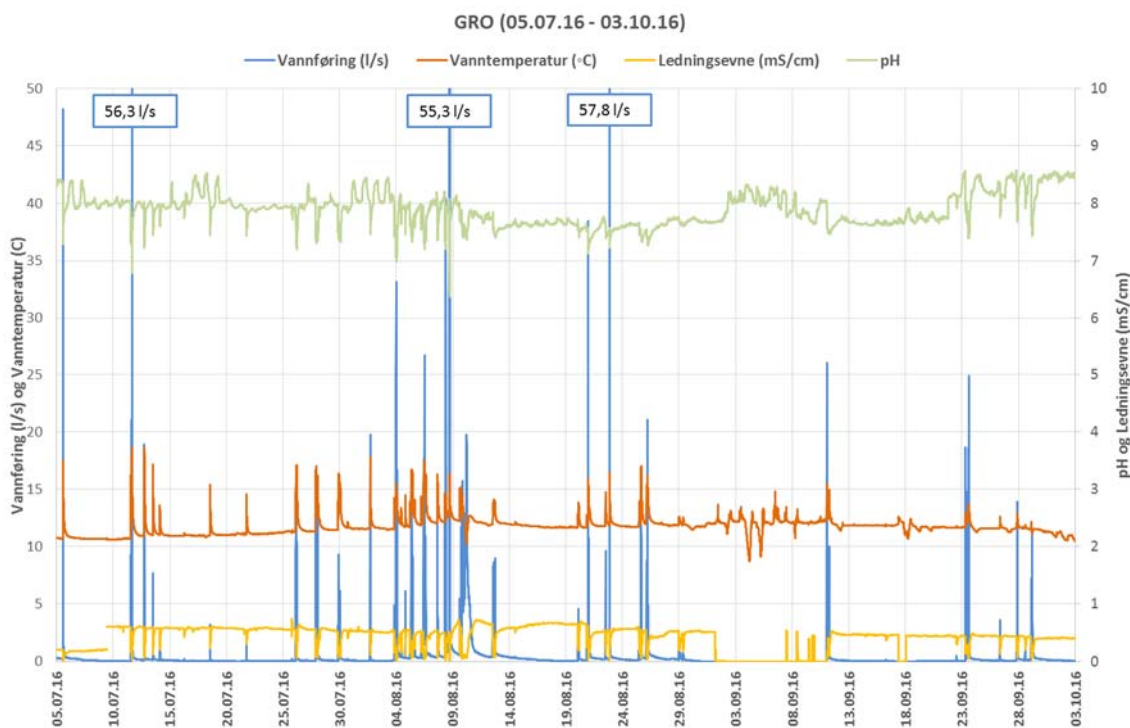
Heller ikke ved GRO ble det observert forskjeller i målt pH eller ledningsevne i forbindelse med perioder med intensivt veidrift, eller i perioden med fulle sandfang.



Figur 16: Sammenhengen mellom beregnet vannføring, ledningsevne, pH og vanntemperatur i perioden med fulle, eller delvis fulle, sandfang i Grorudveien (16.06 – 09.10.15).



Figur 17: Sammenhengen mellom beregnet vannføring, ledningsevne, pH og vanntemperatur i perioden uten feiing i Grorudveien (28.04- 04.07.16).



Figur 18: Sammenhengen mellom beregnet vannføring, ledningsevne, pH og vanntemperatur i perioden med feiing hver 14. dag i Grorudveien (05.07-03.10.16).

4.2.2 Vannprøver

4.2.2.1 Fossumveien (FOS)

I målestasjonen for teststrekningen på Fossumveien ble det tatt ut 4 vannprøver gjennom 2016 (tabell 10). Vannprøvene ble tatt ut i forbindelse med avrenningsepisoder. Avrenningsepisodene hadde ulik intensitet, og vannprøvene ble tatt ved litt ulike tider gjennom avrenningsforløpet.

Mengden suspendert stoff i avrenningen varierte mellom 76 og 430 mg SS/l, og viste at partikkelinnholdet i overvann kan være høyt gjennom avrenningssituasjoner. Avrenningsstyrt utvasking av partikler fra veistrekninger og tilhørende overvannsystem vil ha stor betydning for visuell vannkvalitet og livsmiljø i nedenforliggende vassdrag.

For metallene blir Cu, Cr og Zn påvist i forhøyede konsentrasjoner. For Cu viste to av prøvene konsentrasjoner over 30 µg/l, tilsvarende klasse V. De to andre prøvene viste konsentrasjoner rundt 10 µg/l, tilsvarende klasse IV. Forhøyede konsentrasjoner av Cu er problematisk for alger, bunndyr og fisk. Konsentrasjoner over 15,6 µgCu/l vurderes å kunne ha omfattende toksiske effekter selv ved kort tids eksponering (M-608). Både drikkevann og rensset avløpsvann har ofte høye konsentrasjoner av Cu som følge av kobberledninger i drikkevannsforsyning, utslipp av Cu fra høygradige renselanlegg er antatt å ligge rundt 14 µg/l (Lindholm og Haraldsen, 2013).

For Cr var alle målte konsentrasjoner i klasse V. Cr vil kunne bli en toksisk komponent for vannlevende organismer i byvassdrag i avrenningssituasjoner med stor samlet tilførsel av forurenset overvann.

Zn viste høye konsentrasjoner i to av prøvene, tilsvarende klasse V. For de to andre prøvene ble Zn påvist i konsentrasjoner tilsvarende klasse II og III. Zn har blitt et økt problem i overvann fra vei som følge av økende bruk som tilsetningsstoff i myke piggfrie vinterdekk (Councell et al. 2004).

As, Pb, Ni og Hg viste konsentrasjoner tilsvarende klasse I – III, dvs. fra bakgrunn til moderat påvirkning. Disse komponentene synes å være mindre problematiske i avrenningen fra teststrekningene.

Tabell 10: Viser analyser av stikkprøver tatt ved FOS den 30.06.16, 23.09.16, 26.09.16 og 19.10.16. Farger i tabell refererer til tilstandsklasser for miljøkvalitet i ferskvann (M-608).

Komponent	Enhet	FOS 30.06.16	FOS 23.09.16 11:50	FOS 26.09.16	FOS 19.10.16 12:30
Suspendert stoff	mg/l	212	430	76	87
Fe (Jern)	mg/l	0,00574	0,0122	2,1	2,35
Mn (Mangan)	µg/l	1,86	3,59	100	78
Al (Aluminium)	µg/l	18,5	28,2	1470	1600
As (Arsen)	µg/l	0,369	<1	0,758	0,849
Cd (Kadmium)	µg/l	0,0156	<0,05	0,0561	0,0643
Cu (Kopper)	µg/l	8,57	12,7	32,9	30,5
Cr (Krom)	µg/l	12,8	20,1	12,9	7,22
Ni (Nikkel)	µg/l	0,775	1,57	3,8	5,17
Pb (Bly)	µg/l	0,0144	<0,2	4,01	5,36
Zn (Sink)	µg/l	7,94	13,7	70,3	102
Hg (Kvikksølv)	µg/l	<0,002	<0,02	0,00976	0,00862
Sb (Antimon)	µg/l		2,53	1,92	3,24
Klorid (Cl-)	mg/l	87,6	166	166	379
Mg (Magnesium)	mg/l	3,86	3,3	5,55	6,36
Na (Natrium)	mg/l	77	68,5	115	124

Det ble gjenfunnet spor av ulike oljefraksjoner i alle vannprøvene, dominert av tyngre komponenter i fraksjon C16-C40 (tabell 11). Andelen lettere komponenter C10-C16 var rundt 1 % av totalt oljeinnhold. De tyngre komponentene antas for en stor del å være tungoljer fra asfaltslitasje samt høyaromatiske oljer fra dekk (Napier et al. 2008; Ntziachristos, og Boulter, 2009).

Tabell 11: Viser analyser av mineralolje i stikkprøver tatt ved FOS den 30.06.16, 23.09.16, 26.09.16 og 19.10.16.

Komponent	Enhet	FOS 30.06.16	FOS 23.09.16 11:50	FOS 26.09.16	FOS 19.10.16 12:30
Fraksjon >C10-C12	µg/l	<5,0	7,3	<5,0	<5,0
Fraksjon >C12-C16	µg/l	16	12,8	5,6	8,8
Fraksjon >C16-C35	µg/l	1110	2270	450	893
Fraksjon >C35-C40	µg/l	271	635	131	296
Fraksjon >C10-C40	µg/l	1400	2920	590	1200
Sum >C12-C35	µg/l	1130	2280	456	902

For PAH er det en del forbindelser som blir gjenfunnet i høye konsentrasjoner (tabell 12). I en prøve ble pyren og benso(ghi)perylene gjenfunnet i konsentrasjoner tilsvarende klasse V. Pyren er en typisk PAH i avrenning fra vei og blir gjenfunnet og også påvist i konsentrasjoner tilsvarende klasse IV og V i to andre prøver. Andre PAH-forbindelser som ble gjenfunnet i forhøyede konsentrasjoner var fluoranten, benso(a)antracen, benso(b)fluoranten, benso(k)fluoranten, benso(a)pyren, dibenso(ah)antracen og indeno(123cd)pyren. Alle disse er typiske PAH-forbindelser i veiavrenning, og noen vurderes som miljøproblematisk i svært lave konsentrasjoner.

Tabell 12: Viser analyser av PAH-forbindelser i stikkprøver tatt ved FOS den 30.06.16, 23.09.16, 26.09.16 og 19.10.16. Farger i tabell refererer til tilstandsklasser for miljøkvalitet i ferskvann (M-608). Prøver med rød skrift markerer forbinder der LOR (rapporteringsgrense) gir høyere tilstandsklasse enn bakgrunnsverdi.

Komponent	Enhet	FOS 30.06.16	FOS 23.09.16	FOS 26.09.16	FOS 19.10.16
Naftalen	µg/l	0,051	<0,030	<0,030	<0,030
Acenaftylene	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaften	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoren	µg/l	<0,010	0,012	<0,010	<0,010
Fenantren	µg/l	0,025	0,1	<0,020	0,065
Antracen	µg/l	<0,010	0,018	<0,010	<0,010
Fluoranten	µg/l	0,064	0,256	0,038	0,15
Pyren	µg/l	0,103	0,387	0,07	0,213
Benso(a)antracen	µg/l	0,014	0,09	0,014	0,046
Krysen	µg/l	0,014	0,085	0,014	0,04
Benso(b)fluoranten	µg/l	0,043	0,173	0,022	0,1
Benso(k)fluoranten	µg/l	0,014	0,044	<0,010	0,035
Benso(a)pyren	µg/l	0,023	0,156	0,014	0,058
Dibenso(ah)antracen	µg/l	<0,010	0,029	<0,010	0,01
Benso(ghi)perylene	µg/l	0,03	0,162	0,01	0,05
Indeno(123cd)pyren	µg/l	0,018	0,091	<0,010	0,042
Sum PAH-16	µg/l	0,4	1,6	0,18	0,81
Sum PAH carcinogene	µg/l	0,13	0,67	0,064	0,33

4.2.2.2 Grorudveien (GRO)

Fra prøvepunktet i Grorudveien har tre vannprøver blitt analysert for alle parametere. Alle vannprøver har blitt prøvetatt i forbindelse med episoder med økt avrenning.

Prøvene viste høye konsentrasjoner av suspendert stoff, med variasjon fra 55 – 337 mg SS/l (tabell 3). Som funnet for Fossumveien viste prøvene forhøyede konsentrasjoner av Cu og Zn. For kobber falt to av prøvene i klasse IV, mens for sink falt alle tre prøvene i denne klassen. For Cr tilsvarte konsentrasjonene klasse II.

Sammenlignet med prøvene fra Fossumveien viste prøvene fra Grorudveien lavere konsentrasjoner av miljøproblematiske metaller. Dette kan ha sammenheng både med lokale forhold og med ulike tidspunkter for prøvetaking. Grorudveien har større helling enn Fossumveien, noe som gir et annet avrenningsforløp. Ikke usannsynlig kommer de minste og mest forurensningsholdige partiklene i en konsentrert first flush tidlig i flomforløpet. For Fossumveien er flomforløpet mer avdempet og dette kan resultere i at mobilisering og avrenning av de små og mest forurensningsholdige partiklene fordeles mer over flomforløpet. Et lagervolum i prøvetakingskummen på Fossumveien vil forsterke denne tendensen.

Tabell 13: Viser resultater fra analyse av en stikkprøve tatt ved GRO den 30.06.16 og to prøver tatt i forbindelse med en avregningsepisode den 05.08.16.

Komponent	Enhet	GRO 30.06.16	GRO 05.08.16 09:50	GRO 05.08.16 10:00
Suspendert stoff	mg/l	337	55	120
Fe (Jern)	mg/l	0,0416	0,0102	0,0535
Mn (Mangan)	µg/l	14,5	0,945	3,99
Al (Aluminium)	µg/l	10,8	13,7	47,9
As (Arsen)	µg/l	0,367	0,313	0,267
Cd (Kadmium)	µg/l	0,0296	0,017	0,00915
Cu (Kopper)	µg/l	10,1	6,89	8,38
Cr (Krom)	µg/l	0,469	0,479	0,908
Ni (Nikkel)	µg/l	2,83	1,33	0,749
Pb (Bly)	µg/l	0,0607	0,0255	0,0789
Zn (Sink)	µg/l	16,2	12,6	28,1
Hg (Kvikksølv)	µg/l	<0.002	<0.002	<0.002
Sb (Antimon)	µg/l		0,509	1,01
Klorid (Cl-)	mg/l	87,6	42,7	15,9
Mg (Magnesium)	mg/l	6,17	3,23	0,918
Na (Natrium)	mg/l	62,6	28,6	12

Gjenfunn av oljeforbindelser er noe lavere i Grorudveien enn i Fossumveien. For total mengde oljekomponenter (C10-C40) varierte målte konsentrasjoner fra 65 til 982 µg/l (tabell 14). Tilsvarende variasjon for Fossumveien var 456 til 2280 µg/l. Også for Grorudveien var totalmengden olje helt dominert av tyngre oljefraksjoner (C16-C40), som for en stor del antas å stamme fra bitumen i asfalt og høyaromatiske oljer i fra bildekk.

Tabell 14: Viser resultater fra analyser av mineralolje i en stikkprøve tatt ved GRO den 30.06.16 og to prøver tatt i forbindelse med en avregningsepisode den 05.08.16.

Komponent	Enhet	GRO 30.06.16	GRO 05.08.16 09:50	GRO 05.08.16 10:00
Fraksjon >C10-C12	µg/l	<5.0	<5.0	<5.0
Fraksjon >C12-C16	µg/l	<5.0	<5.0	<5.0
Fraksjon >C16-C35	µg/l	763	50	452
Fraksjon >C35-C40	µg/l	214	15	120
Fraksjon >C10-C40	µg/l	982	65	573
Sum >C12-C35	µg/l	763	50	452

For PAH viste prøvene fra Grorudveien gjenfunn av de samme komponentene som Fossumveien, men i noe lavere konsentrasjoner (tabell 15). Ingen PAH-forbindelser ble funnet i konsentrasjoner tilsvarende klasse V. For fluoranten, pyren, benso(a)antracen, benso(b)fluoranten og benso(k)fluoranten ble det påvist

konsentrasjoner tilsvarende klasse IV. For benso(a)pyren, dibenso(ah)antracen, benso(ghi)perylene og indeno (123cd)pyren ble det påvist noen konsentrasjoner over deteksjonsgrensen tilsvarende klasse III.

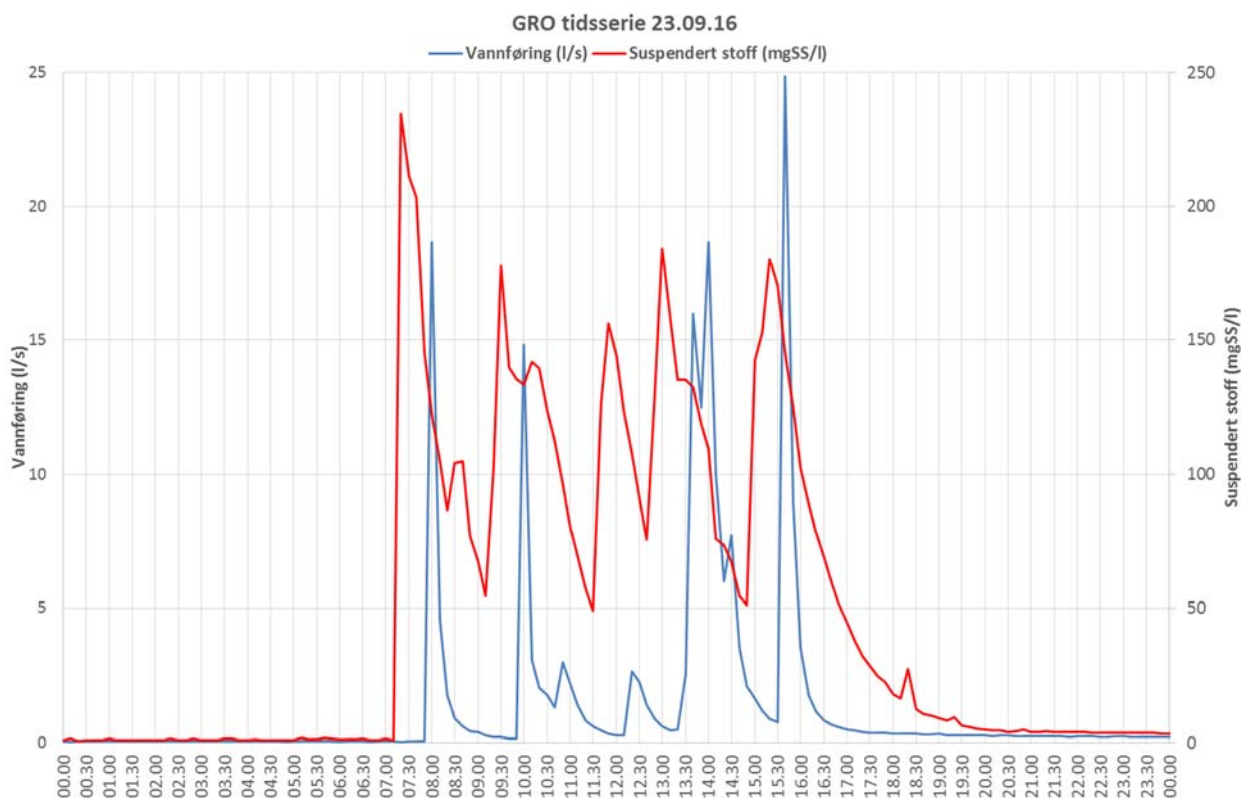
Tabell 15: Viser resultater fra analyser av PAH-forbindelser i en stikkprøve tatt ved GRO den 30.06.16 og to prøver tatt i forbindelse med en avrenningsepisode den 05.08.16. Farger i tabell refererer til tilstandsklasser for miljøkvalitet i ferskvann (M-608). Prøver med rød skrift markerer forbinder der LOR (rapporteringsgrense) gir høyere tilstandsklasse enn bakgrunnsverdi.

Komponent	Enhet	GRO 30.06.16	GRO 05.08.16 09:50	GRO 05.08.16 10:00
Naftalen	µg/l	0,051	<0,030	<0,030
Acenaftylene	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaften	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Fenantren	µg/l	0,056	<0,020	0,032
Antracen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoranten	µg/l	0,118	0,017	0,063
Pyren	µg/l	0,174	0,021	0,109
Benso(a)antracen	µg/l	0,026	<0,010	<0,010
Krysen	µg/l	0,025	<0,010	0,01
Benso(b)fluoranten	µg/l	0,081	0,011	0,028
Benso(k)fluoranten	µg/l	0,028	<0,010	<0,010
Benso(a)pyren	µg/l	<0,010	<0,010	0,013
Dibenso(ah)antracen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Benso(ghi)perylene	µg/l	<0,010	<0,010	0,038
Indeno(123cd)pyren	µg/l	<0,010	<0,010	0,011
Sum PAH-16	µg/l	0,56	0,049	0,3
Sum PAH carcinogene	µg/l	0,16	0,011	0,062

4.2.2.3 GRO tidsserie 23.09.16

For å få innsikt i hvordan innholdet av SS og andre forurensningskomponenter kan variere gjennom nedbørskapte avrenningshendelser, ble det tatt ut en tidsserie for analyse i forbindelse med nedbør 23.09.16. Figur 19 viser hvordan avrenning og SS varierte gjennom flere kortvarige perioder med intenst regn døgnet 23.09.16. Figuren viser en typisk sammenheng mellom vannføring og konsentrasjon av SS. De høyeste konsentrasjonene av SS opptrer tidlig i avrenningsforløpet. Nedbør vasker akkumulerte partikler av de tette flatene (first flush) i en tidlig fase før avrenningen øker i overvannssystemet. Med svakt økende avrenning mobiliseres akkumulerte partikler i overvannssystemet til transport i avrenning. Det er noe overraskende at gjentatte perioder med intenst regn samme døgn gir vesentlig forhøyede konsentrasjoner av SS i hvert avrenningsforløp. Den høyeste konsentrasjonen av SS kom imidlertid ved første avrenningshendelse.

Dynamiske endringer i konsentrasjoner av SS vist i figuren er beregnet med bakgrunn i sammenheng mellom målt turbiditet og SS for Grorudveien (vedlegg 4). Før regnet startet var konsentrasjonen av SS rundt 0,5 mg/l. I den innledende fasen av første avrenningshendelse nådde den en maksimal konsentrasjon på 230 mg/l. I pausene mellom nedbørsepisodene avtok konsentrasjonen ned til 50 mg/l. Etter siste nedbørshendelse avtok konsentrasjonen langsomt ned mot innledende målt turbiditet på rundt 0,5 mg/l.



Figur 19: viser kontinuerlige målinger av vannføring og avledet suspendert stoff i forbindelse med en avrenningsepisode ved GRO den 23.09.16.

I forbindelse med periode med intenst regn for tidspunktet mellom 09:20 og 11:10 (normaltid) ble det tatt ut en serie vannprøver for å dokumentere endringer i vannkvalitet gjennom et slikt avrenningsforløp med varierende konsentrasjoner. Bilde 9 gir en visuell presentasjon av vannkvaliteten for prøvene som ble tatt ut.



Bilde 9: Bilder av vannprøver. Tidspunktene på flaskene er oppgitt i sommertid (+1 time), mens det i tabell med analyseresultatene og i figur med kontinuerlige målinger er oppgitt normaltid (vintertid).

Gjennomførte analyser viste klare endringer i vannkvalitet gjennom avrenningsforløpet for SS, noen miljøproblematisk metall, oljeforbindelser og noen av PAH-komponentene (tabell 16).

Målte konsentrasjoner av SS var på rundt 60 mg/l før ny nedbør og ny avrenningshendelse kl. 09:20. Etter nedbør steg konsentrasjonen raskt og nådde et maksimum på rundt 190 mg/l kl. 09:40. Deretter falt konsentrasjonene langsomt og kl. 11:10 ble det målt rundt 50 mg/l.

Av de miljøproblematiske metallene viste Cu og Zn en tydelig samvariasjon med vannføring? og SS, selv om det ble analysert på løst fraksjon. Konsentrasjonen av løst og biotilgjengelig Cu endret seg fra 12 til 21 µg/l parallelt med endringene i SS. Tilstandsklassen for Cu endret seg følgelig fra IV til V.

Konsentrasjonen av løst og biotilgjengelig sink endret seg fra 17 til 51 µg/l parallelt med endringene i SS, men for sink ga dette ikke endring av tilstandsklasse, som var III.

Cr, Sb, Al og Fe viste samme mønster som Cu og Zn, med økte konsentrasjoner av løst og biotilgjengelig fraksjon ved økende verdier av SS. Cl, Na og Mg viste lavere konsentrasjoner ved økende SS. Dette kan vurderes som et uttrykk for fortykning av saltpåvirket baseflow i overvannssystemet.

Tabell 16: Viser analyser av vannprøver tatt i forbindelse med en avrenningsepisode ved GRO den 23.09.16.

Komponent	Enhet	GRO 23.09.16 09:20	GRO 23.09.16 09:30	GRO 23.09.16 09:40	GRO 23.09.16 09:50	GRO 23.09.16 10:00	GRO 23.09.16 10:10	GRO 23.09.16 10:40	GRO 23.09.16 11:10
Suspendert stoff	mg/l	63	144	191	148	138	123	153	52
Fe (Jern)	mg/l	0,0462	0,0877	0,166	0,18	0,15	0,0941	0,151	0,0652
Mn (Mangan)	µg/l	35,9	11,9	41,8	42,2	37,7	29,6	30	14,1
Al (Aluminium)	µg/l	14,7	24,4	59,4	46,3	54,1	29,6	48,4	21,4
As (Arsen)	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cd (Kadmium)	µg/l	<0,05	<0,05	0,0557	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cu (Kopper)	µg/l	11,8	13,9	19,8	21,2	19,9	17,1	19,9	14,2
Cr (Krom)	µg/l	0,637	1,41	1,6	1,28	1,33	1,2	1,09	0,935
Ni (Nikkel)	µg/l	2,7	1,61	1,58	1,44	1,79	1,88	1,79	2,09
Pb (Bly)	µg/l	<0,2	<0,2	0,323	0,246	0,255	<0,2	0,214	<0,2
Zn (Sink)	µg/l	16,8	27,8	48,9	51,3	49,3	37,5	43,8	27,2
Hg (Kvikksølv)	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Sb (Antimon)	µg/l	0,671	1,73	1,58	1,7	1,54	1,53	1,52	1,09
Klorid (Cl-)	mg/l	39,3	21,1	17,8	18,3	20,4	21,9	19,5	38,4
Mg (Magnesium)	mg/l	3,58	1,56	1,14	1,31	1,44	1,43	1,47	2,99
Na (Natrium)	mg/l	32,3	17,4	15,3	16,9	17,8	17,2	17,3	29,5

Konsentrasjonen av total olje (C10-C40) viste en betydelig økning med økende avrenning og økende konsentrasjon av SS (tabell 17). Første prøve viste en konsentrasjon på 271 µg THC/l, mens en prøve tatt i perioden med høye SS-verdier viste 1770 µg THC/l. Dette er som forventet da SS har et stort innslag av partikler fra asfalt- og dekkslitasje, der de tunge oljefraksjonene (C16-C40) er helt dominerende.

Tabell 17: viser analyser av mineralolje i vannprøver tatt i forbindelse med en avrenningsepisode ved GRO den 23.09.16.

Komponent	Enhet	GRO 23.09.16 09:20	GRO 23.09.16 09:30	GRO 23.09.16 10:10
Fraksjon >C10-C12	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0
Fraksjon >C12-C16	µg/l	<5,0	<5,0	11,8
Fraksjon >C16-C35	µg/l	230	1450	1270
Fraksjon >C35-C40	µg/l	36	308	259
Fraksjon >C10-C40	µg/l	271	1770	1540
Sum >C12-C35	µg/l	230	1450	1280

De trafikkskapte PAH forbindelsene, pyren, fluoranten, benso(a)antracen, krysen, benso(b)fluoranten, benso(k)fluoranten, benso(a)pyren, benso(ghi) perylen og indeno(123cd) viste alle økte konsentrasjoner med økt SS (tabell 18).

Tabell 18: Viser analyser av PAH-forbindelser i vannprøver tatt i forbindelse med en avrenningsepisode ved GRO den 23.09.16.

Komponent	Enhet	GRO 23.09.16 09:20	GRO 23.09.16 09:30	GRO 23.09.16 10:10
Naftalen	µg/l	<0,030	<0,030	0,038
Acenaftylene	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaften	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoren	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Fenantren	µg/l	<0,020	0,047	0,046
Antracen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoranten	µg/l	0,014	0,102	0,082
Pyren	µg/l	0,025	0,183	0,146
Benso(a)antracen	µg/l	<0,010	0,021	0,016
Krysen	µg/l	<0,010	0,02	0,014
Benso(b)fluoranten	µg/l	<0,010	0,056	0,041
Benso(k)fluoranten	µg/l	<0,010	0,019	0,01
Benso(a)pyren	µg/l	<0,010	0,024	0,021
Dibenso(ah)antracen	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010
Benso(ghi)perylene	µg/l	<0,010	0,058	0,038
Indeno(123cd)pyren	µg/l	<0,010	0,024	0,025
Sum PAH-16	µg/l	0,039	0,55	0,48
Sum PAH carcinogene	µg/l	n,d	0,16	0,13

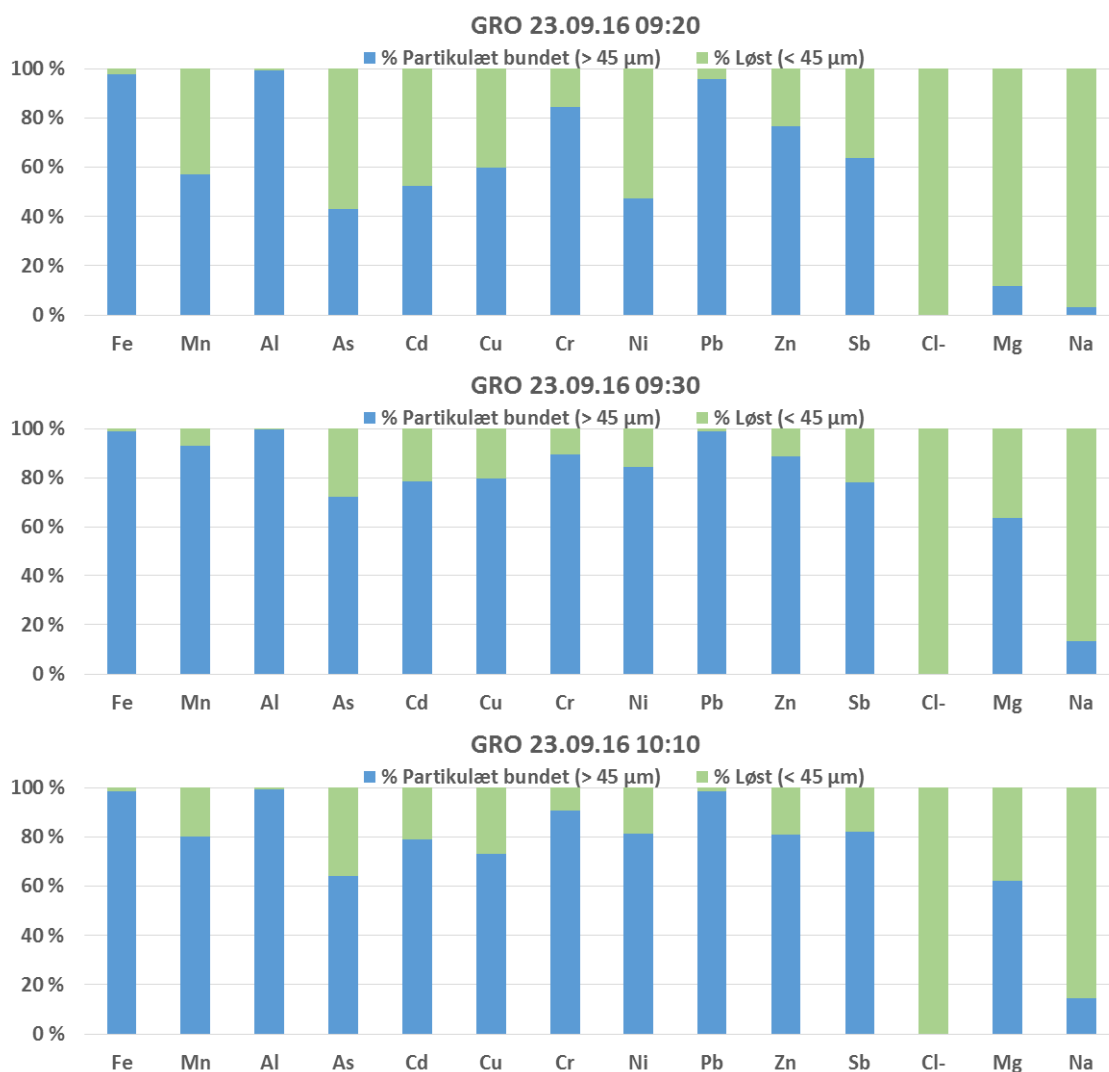
Figur 20 viser prosentvis fordeling av analyserte komponenter i løst (<45 µm) og partikkelbundet fraksjon for prøvene som ble tatt ut under avrenningshendelsen 23.09.16, og som omtalt over for olje og PAH.

I en sammenligning av fordelingen mellom løst og partikkelbundet andel for ulike komponenter mellom de tre prøvene, så utgjorde den løste fraksjonen størst andel for prøven med lavest SS. Økende SS ga en lavere andel løste forbindelser. Prøven med lav SS ved starten av undersøkt episode viste den høyeste andelen løst fraksjon for alle komponenter. Prøven midt i episoden med høyest SS viste den laveste andelen løst fraksjon. Prøven til slutt med noe lavere SS, viste at løst andel økte, men ikke en så stor andel som den første prøven.

Figuren viser klare forskjeller mellom de ulike metallene mht. om de i hovedsak foreligger som partikulært bundet eller som en løst og antatt biotilgjengelig tilstandsform. For den første prøven foreligger Cu, Ni og Sb med en relativt stor andel løst (35 – 55%). Zn var i en mellomstilling med rundt 25 % løst, mens det for Cr bare var rundt 15 % i løst fraksjon.

Fe og Al forelå i all hovedsak som partikkelbundet, mens det var helt motsatt for Na og Mg som stort sett forelå som løst. Mn var i en mellomstilling.

For As, Cd, Pb og Sb var noen av analyseresultatene under LOR (rapporteringsgransen). Her har fordelingen mellom løst og partikkelbundet blitt beregnet med utgangspunkt i halve LOR.



Figur 20: Fordeling mellom løst e (<45µm) og partikulært bundne (>45µm) metaller og salt i tre prøver tatt i forbindelse med avrenningsepisoden den 23.09.16.

4.3 Forurensingsbudsjett

Basert på estimert forurensningstransport i avrenning (A), mengde forurensning i sandfangmasser (S) og mengde forurensning samlet ved veivedlikehold (V) er det laget forurensningsbudsjett per km vei og år basert på teststrekningene Fossumveien (FOS) og Grorudveien (GRO) vist i tabell 19.

Forurensningsbudsjettet viser at den årlige masseproduksjonen på strekningen var høy både for FOS og GRO, hhv. 24,5 og 24,6 kg/km. En vesentlig del av dette fjernes ved retensjon i sandfang eller i forbindelse med vårrengjøringen. Avrenningen til vassdrag utgjorde hhv. 8 og 9 % av den totale partikkelmengden. Dette tilsier at over 90 % av masse/partikler kan fjernes ved vedlikehold av veiene. Ved FOS og GRO utgjorde mengden akkumulert i sandfangene hhv. 46 og 42 %. Ved fulle sandfang ville denne andelen av partikler blitt ført videre til resipient.

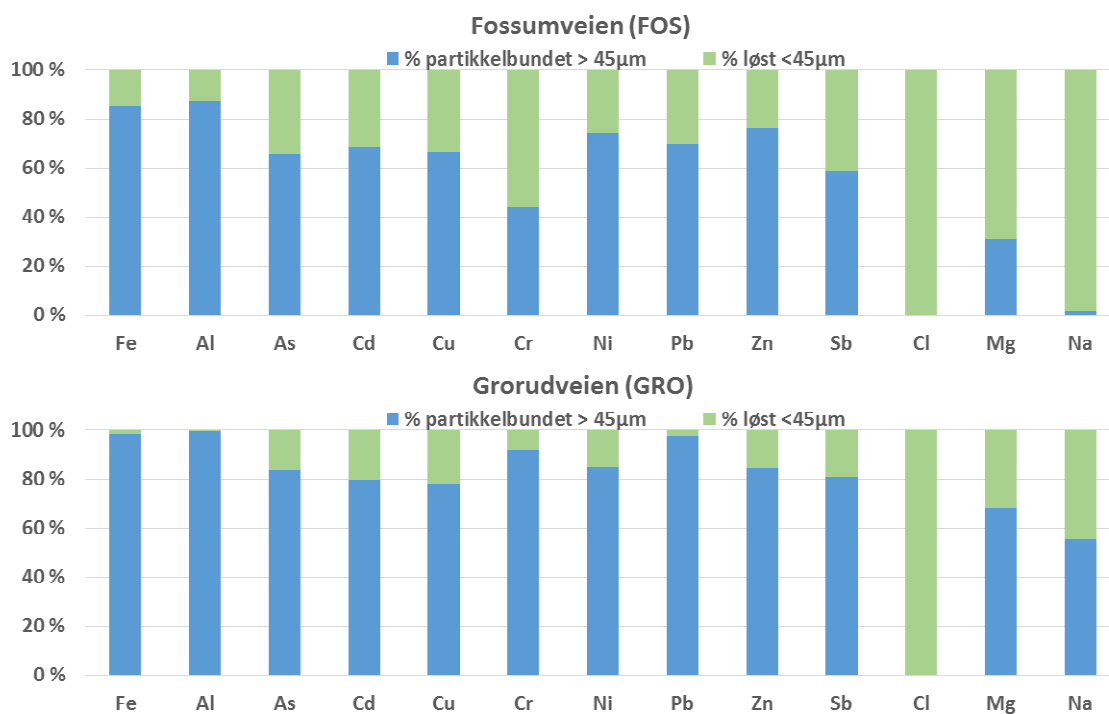
Tabell 19: Forurensingsbudsjettet for FOS og GRO viser estimert årlig produksjon av ulike komponenter pr km vei og prosentvis fordeling mellom avrenning (A), forurensinger akkumulert i sandfang (S) og forurensinger fjernet i forbindelse med v rrengj ringen (V).

Komponent	Fossumveien (FOS) ÅDT 12000		Grorudveien (GRO) ÅDT 9300-10800	
	Total pr km og år	% A - S - V	Total pr km og år	% A - S - V
Fe (kg)	351	17-37-45	395	30-30-40
Al (kg)	210	23-34-43	316	30-21-49
As (g)	55	27-33-40	63	55-27-18
Cd (g)	2,2	48-26-26	3,6	69-14-17
Cu (g)	1873	27-35-38	2253	55-26-19
Cr (g)	641	30-33-36	564	40-35-26
Ni (g)	425	21-34-45	544	39-25-36
Pb (g)	468	18-66-16	462	29-61-10
Zn (g)	4313	38-25-37	6209	61-16-23
Sb (g)	56	90-5-5	128	96-2-2
Cl (kg)	4664	41-59-0	2987	17-83-0
Mg (kg)	190	30-32-39	361	36-15-48
Na (kg)	815	98-1-1	1003	99-1-1
Olje (kg)	45,4	27-24-48	31,6	50-32-18
PAH-16 (g)	22,2	27-28-45	14,3	42-39-19
B(a)P (g)	1,55	33-26-41	1,01	35-36-29
Partikler (tonn)	24,5	8-46-46	24,6	9-42-49

Innholdet av oljeforbindelser, primært de lange tungkjedete, var høyt i alle vannprøver, gateoppsop og sandfangmasser. Oljen vil hovedsakelig være knyttet til slitasjeprodukter fra asfalt (bitumen) og h yaromatisk olje fra dekkslitasje. Mye av dette kan sannsynligvis knyttes til dekkslitasje.  rlig produksjon FOS og GRO var hhv. 45,5 og 31,6 kg olje/km.

Selv om de kjemiske analysene viste at de prioriterte tungmetallene forekom i lave og antatt uproblematisk mengder er årsproduksjonen av disse forbindelsene stor. For eksempel var årsproduksjonen av Cu per km veg for FOS og GRO på hhv. 1,9 kg og 2,2 kg, noe som tilsier stor spredning av et uønsket metall. Årsproduksjonen for andre forbindelser var også stor, blant annet Zn som for FOS og GRO ble estimert til hhv. 4,6 og 6,2 kg/km. For Ni var årsproduksjonen hhv. 0,43 og 0,54 kg/km, for Cr hhv. 0,64 og 0,56 kg/km, mens det for Pb ble produsert hhv. 0,47 og 0,46 kg/km. Av dette fores også en vesentlig del til resipient (med avrenning (A)). For de prioriterte tungmetallene var utslippet fra FOS mellom 18-45% og for GRO mellom 29-69 % av den totale produksjonen. Mye av dette er igjen partikkelbundet (figur 21). Ved GRO ble det estimert at minst 78 % av metallutslippet til resipient var partikkelbundet. Tilsvarende tall for FOS er 59 %, om man ser bort ifra Cr.

Selv om den løste fraksjonen generelt sett var lav, tilsier klassifiseringsveilederen (M-608) at forurensingsniv er av flere av de påviste forbindelser av løste tungmetaller kan medføre omfattende toksiske effekter selv ved kort tids eksponering. Cu og Zn var sentrale metaller i avrenning fra GRO, mens det fra FOS også ble påvist høye konsentrasjoner av Cr i alle prøver (avsnitt 4.2.2).



Figur 21: Viser estimert forhold mellom løst (<45 µm) og partikkelbundet (> 45 µm) komponenter i avrenning fra Fossumveien (FOS) og Grorudveien (GRO).

4.4 Effekt av driftstiltak

Overvåkingen av de to forsøksstrekningene i perioder med og uten feiing hver 14. dag viste at jevnlig vedlikehold kan gi redusert akkumulasjon av partikler i sandfangene og avrenning til vassdrag/OV (tabell 20).

Ved GRO viste kontinuerlige målinger at avrenningen av partikler (SS) var vesentlig redusert i perioden med feiing, sammenliknet med perioden uten feiing. I perioden uten feiing ble det målt en daglig avrenning på 8,6 kg partikler/km, mens det med feiing ble målt en avrenning på 4,7 kg partikler/km. Tilsvarende var akkumulasjonen av partikler i sandfangene mer enn halvert i perioden med feiing, fra daglig akkumulasjon på 51 kg/km til 20,2 kg/km. Den totale reduksjonen i samlet tilførsel til overvannsystemet (sandfang + avrenning) var derfor vesentlig med feiing, fra 59,6 kg/km til 24,9 kg/km.

Ved FOS var ikke resultatene like entydige. Kontinuerlige målinger viste samme avrenning av partikler (6,9 kg/km) med og uten feiing, men akkumulert mengde i sandfangene var lavere i perioden med feiing (37,5 kg/km) enn uten feiing (45,5 kg/km). I likhet med GRO ble det samlede tilførselen av partikler til overvannsett lavere ved feiing enn uten feiing.

Det kan imidlertid ikke utelukkes at antatt effekt av feiing kan skyldes andre forhold, som for eksempel sesongmessige variasjoner eller varierende nedbørintensitet.

Tabell 20: Viser daglig mengde partikler akkumulert i sandfang, målt i avrenning og samlet tilførsel til overvannsystemet pr km veistreking for periodene med og uten feiing hver 14. dag i Grorudveien (GRO) og Fossumveien (FOS).

Strekning	Feiing hver 14.dag	Akkumulert sandfangmasser pr km (kg/d)	Avrenning av partikler pr km (kg/d)	Samlet tilførsel av partikler til OV (sandfang + avrenning) pr km (kg/d)
FOS	Ja	37,5	6,9	44,4
FOS	Nei	45,5	6,9	52,4
GRO	Nei	51,0	8,6	59,6
GRO	Ja	20,2	4,7	24,9

Med utgangspunkt i gjennomsnittlig daglig oppsamling av partikler i sandfangene og kapasiteten til disse kan det gis et estimat på tiden det tar før 50 % fylling av sandfangene (tabell 21). På testrekingene GRO og FOS vil det ta anslagsvis 207 og 252 dager uten feiing før 50 % av kapasiteten for vannfangene er nådd. Med feiing vil det ta anslagsvis 505 og 320 dager før 50% kapasitet nås. Estimatenes baserer seg på mengder akkumulert under relativ lav fyllingsgrad. Det er vel kjent at effekten til sandfang avtar med økende fyllingsgrad (Ræstad, 2014; Lindholm, 2015; Storhaug og Åstebøl, 2015), man kan derfor forvente at det tar lengre tid før en vil nå 50 % fyllingsgrad enn estimert. Dette vil også bety at transporten av forurensinger ut av sandfangene forventes å øke med økt fyllingsgrad. Det er derfor anbefalt (Langer et al. (1977)) at sandfangene skal tømmes når de er 1/3 fulle.

Det vil sannsynligvis også være flere faktorer som spiller inn på denne akkumulasjonsraten. Blant annet vil vintervedlikehold (brøyting, oppsamling av snø) fjerne partikler fra banen, mens tørre perioder vil kunne gi spredning av partikler til luften (Amundsen og Roseth, 2004; Moghadas et al. 2015).

Tabell 21: Viser daglig mengde partikler akkumulert i sandfang og antall dager estimert før en fyllingsgrad på 50% oppnås, basert på data for periodene med og uten feiing hver 14. dag i Grorudveien (GRO) og i Fossumveien (FOS).

Strekning	Feiing hver 14.dag	Akkumulering av partikler i sandfang pr km (m ³ /d)	Kapasitet sandfang (m ³ /km)	Dager før 50% av kapasitet er oppnådd
FOS	Ja	0,038	24,53	320
FOS	Nei	0,049	24,53	252
GRO	Nei	0,053	21,82	207
GRO	Ja	0,022	21,82	505

En sammenlikning med målt akkumulasjon ved tømning av sandfang i Fossumveien i juni 2015 (etter ca. 14 mnd) og i april 2016 (etter 202 dager) gir også en indikasjon på akkumulering i sandfangene. Disse viste at hhv. 58,2 % og 43,4 % av den gjennomsnittlige kapasiteten var brukt, og flere av kummene hadde over 50 % fyllingsgrad (figur 4, vedlegg 6). Begge disse tømningene inkluderer vinterperioden.

Summeres akkumulert masse ved tømning av sandfangene på testrekingen i Grorudveien etter 359 dager (09. oktober 2015 - 03. oktober 2016), var 54,4 % av den gjennomsnittlige kapasiteten oppbrukt (vedlegg 6). Tidsperioden inkluderer vinteren, men kummene er tømt tre ganger i perioden som kan ha gitt høyere oppsamling enn ellers. 10 av 24 kummer ville hatt en fyllingsgrad over 60 %, mens en kum ville hatt masser stående over utløpsrøret (124 %). Det er også utført feiing hver 14. dag i 3 mnd, noe som etter tabell 20 skal gi lavere akkumulasjon av partikler i sandfangene.

Resultatene fra tømning av sandfang indikerer at sandfangene på de to teststrekningene bør tømmes innen det har gått et år, dersom man skal forholde seg til anbefalingen om tømning ved 50 % fyllingsgrad. Ved lengre tømmeintervall på teststrekningene vil flere av kummene ha svært liten sedimentasjonskapasitet.

Tømningen av sandfang i Grorudveien i oktober 2015 viste viktigheten av hyppig tømning. Flere av kummene hadde masser stående opp over utløpsrøret og vet et tilfelle helt opp til gatenivå. To av forbindelsesrørene mellom kummene måtte spyles opp. Det er viktig å unngå at systemene tettes, fordi tette rør vil gi økt overflateavrenning og potensielt medføre oversvømmelse av veier, samt omkringliggende arealer og bebyggelse (NOU2015:06; Storhaug & Magnusson, 2015).

5 SAMMENFATTENDE VURDERINGER

Overvåking av avrenning med kontinuerlige målinger viste et typisk mønster der forurensningstransporten med overvann i all hovedsak skjer i forbindelse med avrenningsepisoder. Maksimal konsentrasjon av partikler og forurensningskomponenter ble alltid målt tidlig i avrenningsforløpet. Ved flere tilfeller ble det målt turbiditet over 1000 NTU i kortere perioder. I situasjoner med baseflow, dvs. lav avrenning og lite nedbør, ble det målt lav turbiditet.

Vannprøvene viste at avrenningen fra Fossumveien (FOS) var mer forurenset enn avrenningen fra Grorudveien (GRO). Forskjellene kan skyldes flere forhold; (1) Grorudveien mottar noe avrenning fra arealer som ikke er vei, (2) Grorudveien har større helling enn Fossumveien og (3) Prøvepunktet i Fossumveien er i en kum med et mindre lagervolum.

Ved GRO viste prøvetaking økende konsentrasjoner av løst Cu i avrenningssituasjoner, parallelt med økende konsentrasjoner av SS. Ved baseflow tilsvarte konsentrasjonen av løst Cu klasse IV og ved avrenning økte den til klasse V (iht. M608). Konsentrasjonen av løst Zn var moderat til høy i alle prøver (klasse III-IV). Ved FOS viste stikkprøvetakingen generelt høye konsentrasjoner av løst Cu, Cr og Zn (klasse IV og V). Påviste konsentrasjoner av løste tungmetaller var høyt for begge strekninger. Påviste konsentrasjonene kan medføre toksiske effekter på vannlevende organismer selv ved kort tids eksponering.

Prøvetakingen viste forhøyede konsentrasjoner av olje i avrenning. For PAH var det noen forbindelser som ble gjenfunnet i høye konsentrasjoner, blant annet pyren, (tilstandsklasse IV og V). Pyren er en typisk PAH i avrenning fra vei.

Kjemiske analyser av gateoppstop og sandfangmasser viste også forhøyede konsentrasjoner av oljeforbindelser (klasse III og IV iht. TA2553/2009). Ved påvisning av stoffer i klasse III og IV bør det vurderes å iverksette tiltak for å hindre spredning. Hyppigere feiing og tømning av sandfang er aktuelle tiltak. Med hensyn på miljøproblematisk metall (As, Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn), PAH-forbindelser og BTEX-forbindelser var påviste konsentrasjoner lave og syntes ikke å utgjøre noe vesentlig problem for helse eller miljø (iht. forurensningsforskriftens normverdier og klasse I iht. TA2553/2009). Totalinnhold av organiske komponenter og utlekkingssegenskaper for enkeltelementer tilsa at massene ikke kan håndteres som inert avfall, men må deponeres som ordinært avfall.

Resultatene viste stor masseproduksjonen på forsøksstrekningene. For FOS og GRO var estimert produksjon hhv. 24,5 og 24,6 tonn sediment/km. Avrenning til resipient utgjorde 8 % ved FOS og 9 % ved GRO, det vil si at over 90 % av total masseproduksjon kan fjernes ved vedlikehold, om man ser bort ifra spredning via luft. Masser tilført ledningsnettet, med holdt tilbake i sandfangene utgjorde 42 % ved GRO og 46 % ved FOS. Ved mangelfullt vedlikehold av sandfangene ville massen etterhvert bli transportert videre til resipient. Observasjoner gjort i forbindelse med kartleggingen av forsøksstrekningene viste at mangelfullt vedlikehold av sandfang vil føre til at de mister sin funksjon og at rør tettes.

Til tross for lave konsentrasjoner for de fleste forbindelser, vil det totale utslippet av miljøproblematisk metall være stort siden den totale forurensningsproduksjonen er stor. For eksempel var årsproduksjonen av Cu per km vei for FOS og GRO på hhv. 1,9 kg og 2,2 kg, noe som tilsier stor spredning av et uønsket metall. Estimert årsproduksjon for Ni, Zn, Cr og Pb var også relativt stor (Ved FOS: 0,43 kgNi/km, 4,3 kgZn/km, 0,64 kgCr/km og 0,47 kgPb/km. Ved GRO 0,54 kgNi/km, 6,2 kgZn/km, 0,56 kgCr/km og 0,46 kgPb/km)

Av den årlige produksjonen av prioriterte metaller ved FOS og GRO utgjorde utslipp med avrenning hhv. 18-45% og 29-69%. Det meste av dette var partikkelbundet. Ved GRO indikerte beregningene at minst 78% av disse forbindelsene var partikkelbundet. Tilsvarende tall for FOS var 59% (med unntak av Cr). Fordelingen ga en klar indikasjon på viktigheten av å opprettholde tilfredsstillende sedimentasjonskapasitet i sandfangene.

Påvisning av mineralolje i konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse III og IV (iht. TA2553/2009) i gateoppsop og sandfang tilsier også at det bør vurderes å iverksette tiltak. Det er flere gode grunner til at sandfangene bør tømmes hyppig.

Forsøkene med feiing av forsøksstrekningene hver 14. dag viste at akkumuleringen av partikler i sandfangene ble lavere for begge strekninger. Ved GRO viste feiingen en vesentlig reduksjon i daglig akkumulering sammenlignet med perioden uten feiing, hhv. 0,022 m³/km med feiing og 0,053 m³/km uten feiing. Ved FOS var ikke resultatene like entydig, hhv. 0,038 m³/km med feiing og 0,049 m³/km uten feiing. Med utgangspunkt i tømning ved 50 % fyllingsgrad tilsier estimerte akkumuleringsrater at sandfangene i GRO og FOS må tømmes etter hhv. 207 og 250 uten feiing, eller etter 505 og 320 dager dersom det feies hver 14. dag.

I periodene med normal og intensiv feiing ved GRO viste de kontinuerlige målingene vesentlig reduksjon i daglig partikkeavrenning ved intensivert feiing (hver 14. dag). Målt avrenning ved normal og intensivert feiing var henholdsvis 8,6 og 4,7 kg SS/km. Ved FOS ble det ikke påvist noen effekt. Estimert daglig partikkelavrenningen for begge perioder var 6,9 kg/km. Noe av årsaken til dette kan skyldes ulik helningsgrad på de to strekningene, GRO har en gjennomsnittlig helning på 5 % og FOS har en gjennomsnittlig helning på 3 %. Det lyktes ikke å kvantifisere avrenningen av partikler ved fulle sandfang, men observasjoner gjort i felt viste at partikkeltilførselen til ledningsnett var vesentlig større.

Resultatene fra gjennomførte forsøk tilsier at over 90 % av total masseproduksjon potensielt kan samles opp og fjernes. For de prioriterte metallene kan utslippene reduseres vesentlig ved å holde tilbake partikler. Tiltak som fjerner partikler eller opprettholder retensjonskapasitet i sandfangene har stor betydning for å begrense spredningen av forurensinger til miljøet.

Estimering av akkumuleringsrater for sandfangene viste at disse bør tømmes hyppigere en 1 gang i året for å opprettholde tilfredsstillende sedimentasjonskapasitet. Med 14. dagers intervaller for feiing fylles sandfangene saktere og vil anslagsvis ha lenger driftstid før det er behov for tømning. Redusert oppfylling i sandfang antas å øke rensegraden for partikulær forurensing tilført fra overvannet. Ved forsøksstrekningen GRO ble det også målt en vesentlig reduksjon i partikkelavrenning til resipient.

REFRANSER

- Amundsen, C.E. og Roseth, R. (2004). Utslippsfaktorer for forurensinger fra veg til vann og jord i Norge. Statens vegvesen rapport UTB2004/08. 69s.
- Avfallsforskriften (2009). Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall. Kapittel 9. Deponering av avfall. FOR-2004-06-01-930
- BASAL, 2012. www.basal.no
- Bechmann, P., Berg, M.B., Braaten, H.F., Dahl, A., Denanger, T., Hagenlund, P., Hetlevik, Y., Hoston, A., Høydal, L.M.B. Haakseth, A.B., Milli, G., Opland, K.A.J., Simensen, J.T., Sveinhaug, K. og Svendsen, T. (2009). Kartlegging og identifisering av forurensningskilder i Nidelva nedre løp og i Nyhavna i Trondheim. NGU rapport 2009.012. ISSN 0800-3416. 100s.
- Berge, J. A., Ranneklev, S., Selvik, J. R. og Orderdalen Sten, A. (2013). Indre Oslofjord - Sammenstilling av data om miljøgifttilførsler og forekomst av miljøgifter i sediment. Rapport L.NR. 6565-2013, Oktober 2013.
- BYM 2016. Oppgitt av bymiljøetaten på e-post 01.12.16.
- Councell, T.B., Duckenfield, K.U., Landa, E.R. og Callender, E. (2004). Tire-Wear Particles as a Source of Zinc to the Environment. Environ. Sci. Technol. 2004, 38, 4206-4214
- Forurensingsforskriften (2004). Forskrift om begrenning av forurensning (forurensningsforskriften). Del 1 – Forurenset grunn og sedimenter. FOR-2004-06-01-931
- Jartun, M., Ottesen, R.T. og Volden, T. (2005). Spredning av miljøgifter fra tette flater i Bergen. NGU rapport 2005.051. ISSN 0800-3416. 69s.
- Lager, J. A., Smith, W. G. og Tchobanoglous, G. (1977). Catchbasin Technology Overview and Assesment. Report no. EPA-600/2-77-05.
- Leikanger, E., Roseth, R. og Einarsen, J.E. (2014). On-line måling av vannkvalitet for å klarlegge forurensningstransport og vegsalt i overvannsystem ved Ulvensplitten (E6/Rv 159) under FOREVA-prosjektet. Bioforsk notat 15.10.14. 7s.
- Lindholm, O. (2013). "Rapport til miljøgiftprosjektet Indre Oslofjord 2012 - kommunale kilder. Notat som utgjør Vedlegg A i Niva-rapport med L.nr. 6565-2013."
- Lindholm, O. og Haraldsen, S. (2013) Miljøgifter i overvann fra tette flater, renseanlegg og overløp – Case Indre Oslofjord. VANN 48 (2) 2013.
- Lindholm, O. (2016). Gatesandfang. VA-miljøblad nr. 117. 4s.
- Miljødirektoratet (2016a). Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. M-608. 24s.
- Miljødirektoratet (2016b). Gateoppsop - hvordan er det regulert? www.miljokommune.no rev. 20.04.16.

- Moghada, S. Paus, K.H., Muthanna, T.M. Herrmann, I., Marsalek, J. og Viklander, M. (2015). Accumulation of Traffic-Related Trace Metals in Urban Winter-Long Roadside Snowbanks. *Water, Air & Soil Pollution* (2015) 226: 404.
- Napier, F., D'Arcy, B. og Jefferies, C. (2008). A review of vehicle related metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in the UK environment. *Desalination*, 226 (1): 143-150.
- Ntziachristos, L. og Boulter, P. (2009). EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009. Road vehicle tyre and brake wear. Road surface wear. SNAP: 070700, 070800.
- Roseth, R., Johansen, Ø., Leikanger, E., Nytrø, T.E., Tveiti, G., Rise, Ø. og Skarbøvik, E. (2014) On-line målinger av vannkvalitet i vegutbyggingsprosjekter. Bioforsk rapport 9 (5) 2014/Statens vegvesen rapporter nr. 291. 55S.
- Roseth, R. og Meland, S. Forurensing fra sterkt trafikkerte vegtunneler. Statens vegvesen rapport 2006. 11 s.
- SFT (2008). Nedbrytbart avfall – Forbud mot deponering av nedbrytbart avfall. TA2436/2008. 2s
- SFT (2009). Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn. Veileder TA2553/2009. 27s.
- Vegdirektoratet (2014). Standard for drift og vedlikehold av riksveier. Statens vegvesen – Håndbok R610.
- Storhaug, R & Magnussen, R. A. (2015). Tømming av sandfangskummer – system for oppfølging og kostnader. Miljødirektoratet oppdragsrapport M-427/2015.
- Storhaug, R. og Åstebøl, S.O., (2015). "Avrenning av miljøgifter fra tette flater – Litteraturstudium. Aquateam COWI-rapport 15001.
- Åstebøl, S. O., Kjølholt, J., Hvitved-Jacobsen, T., Berg, G. og Saunes, H. (2012). Beregning av forurensning fra overvann, Klima og Forurensningsdirektoratet.

VEDLEGG

Vedlegg 1: Aktuelle grenseverdier Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn (TA2559/2009)

Vedlegg 2: Aktuelle normverdier for forurenset grunn og sedimenter Forurensingsfors. Del 1.

Vedlegg 3: Aktuelle grenseverdier i avfallsforskriftens kap. 9 – vedlegg II.

Vedlegg 4: Kalibreringskurve for turbiditet og suspendert stoff

Vedlegg 5: Aktuelle grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota (Veileder M-608).

Vedlegg 6: Resultater fra tømming av sandfang

Vedlegg 7: Resultater fra analyser av metaller på oppløst prøve og beregning av partikkelbundet fraksjon.

Vedlegg 8: GRO og FOS fordeling av partikkelbundet ($>45\mu\text{m}$) og løst fraksjon ($<45\mu\text{m}$).

Vedlegg 9: Grunnlag for utarbeidelse av forurensingsbudsjett

Vedlegg 1: Aktuelle grenseverdier Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn (TA2559/2009)

TA-2553/2009. Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn (mg/kg TS)					
Tilstandsklasse	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse V
Tilstand	Meget God	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Arsen	< 8	8-20	20-50	50-600	600-1000
Bly	< 60	60-100	100-300	300-700	700-2500
Kadmium	<1,5	1,5-10	10-15	15-30	30-1000
Kvikksølv	<1	1-2	2-4	4-10	10-1000
Kobber	<100	100-200	200-1000	1000-8500	8500-25000
Sink	<200	200-500	500-1000	1000-5000	5000-25000
Krom (III)	<50	50-200	200-500	500-2800	2800-25000
Krom (IV)	<2	2-5	5-20	20-80	80-1000
Nikkel	<60	60-135	135-200	200-1200	1200-2500
Benzo(a)pyren*	<0,1	0,1-0,5	0,5-5	5-15	15-100
∑PAH16	<2	2-8	8-50	50-150	150-2500
∑PCB7	<0,01	0,01-0,5	0,5-1	1-5	5-50
Bensen	<0,01	0,01-0,015	0,015-0,04	0,04-0,05	0,05-1000
Alifater C8-C10	<10	<10	10-40	40-50	50-20000
Alifater C10-C12	<50	50-60	60-130	130-300	300-20000
Alifater C12-C35	<100	100-300	300-600	600-2000	2000-20000

Vedlegg 2: Aktuelle normverdier for forurenset grunn og sedimenter Forurensingsfors. Del 1.

Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften) - Del 1. Forurenset grunn og sedimenter - Vedlegg I	
Komponent	Normverdier (mg/kg)
Arsen	8
Bly (uorganisk)	60
Kadmium	1,5
Kvikksølv	1
Kobber	100
Sink	200
Krom (III)	50 (tot)
Krom (VI)	2
Nikkel	60
∑7PCB	0,01
∑16 PAH	2
Naftalen	0,8
Fluoren	0,8
Fluoranten	1
Pyren	1
Benso(a)pyren	0,1
Benzen	0,01
Toluen	0,3
Etylbenzen	0,2
Xylen	0,2
Alifater C5-C6	7
Alifater >C6-C8	7
Alifater >C8-C10	10
Alifater >C10-C12	50
Alifater >C12-C35	100

Vedlegg 3: Aktuelle grenseverdier i avfallsforskriftens kap. 9 – vedlegg II.

Grenseverdier avsnitt 2.1.2: I tillegg til grenseverdiene for utlekking i nr. 2.1.1 kan lett forurensede masser som skal deponeres på deponi for inert avfall ikke overskride følgende grenseverdier for totalinnhold av organiske parametere

Grenseverdier avsnitt 2.4.2: I tillegg til grenseverdiene for utlekkingspotensial fastsatt i 2.4.1, kan farlig avfall bare overskride en av følgende grenseverdier.

Grenseverdier avsnitt 2.1.1: Lett forurensede masser som tas imot ved deponier for inert avfall kan ikke overskride følgende grenseverdier for utlekkingspotensial

Grenseverdier avsnitt 2.3.1: Farlig avfall som er stabilt og har et utlekkingspotensial som ikke vil forverres på lang sikt under normale deponiforhold, kan deponeres sammen med ordinært avfall i et deponi eller i en deponicelle for ordinært avfall forutsatt at avfallet ikke overskrider følgende grenseverdier for utlekkingspotensial

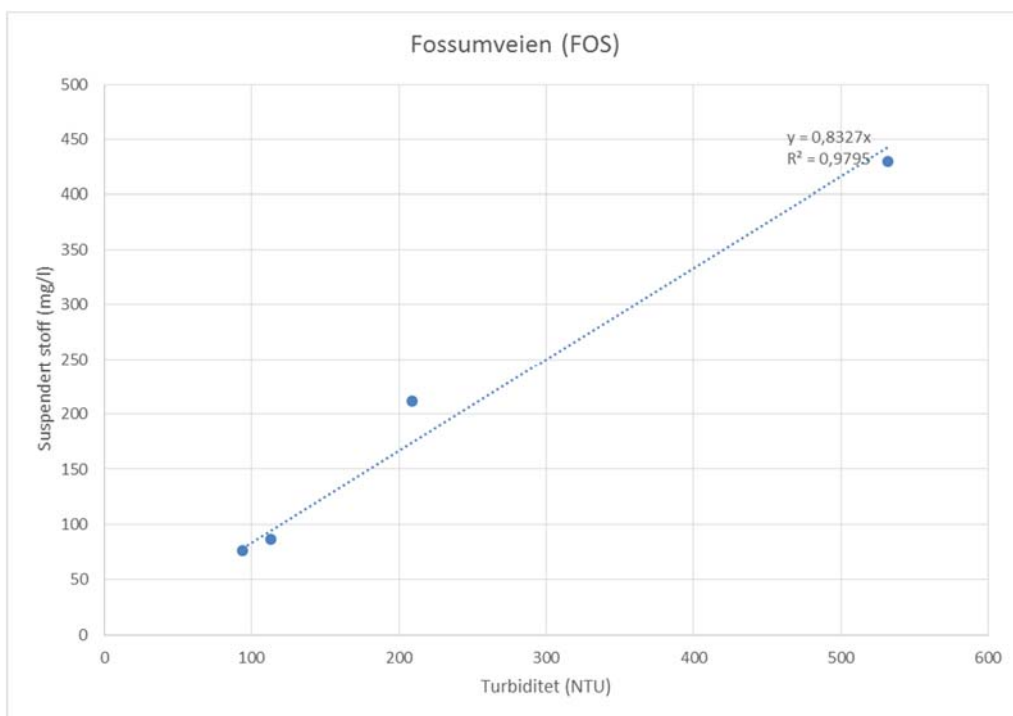
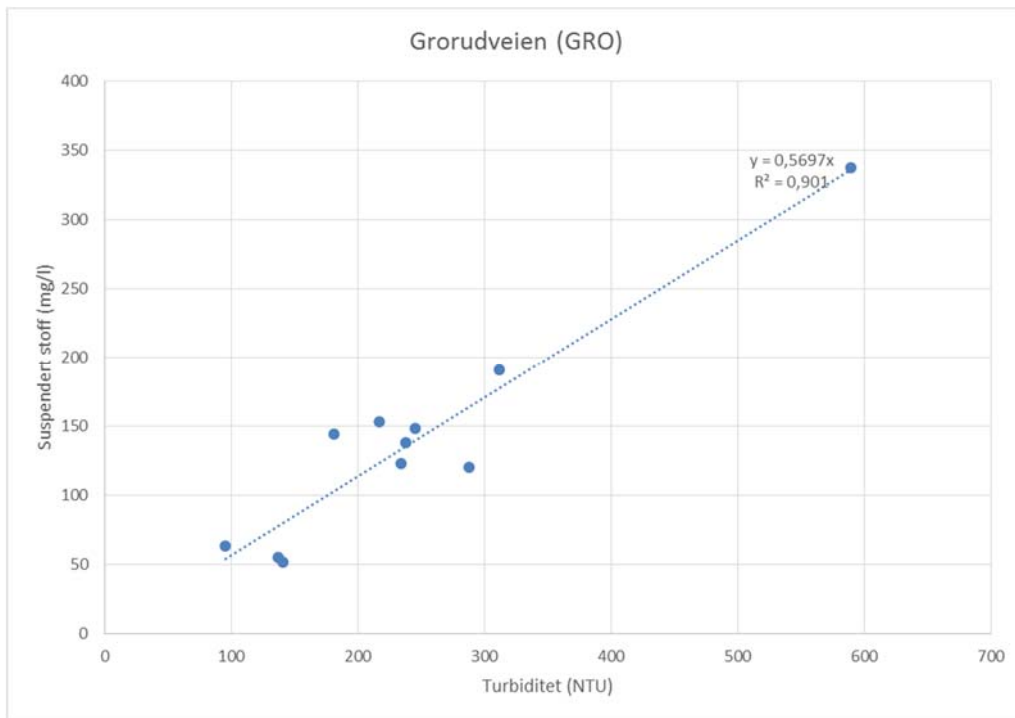
Grenseverdier avsnitt 2.4.1: Farlig avfall som deponeres ved deponier for farlig avfall kan ikke overskride følgende grenseverdier for utlekkingspotensial

Grenseverdier organisk innhold i faststoff			
Komponent	Enhet	Grenseverdier 2.1.2	Grenseverdier 2.4.2
TOC	% TS	3	6
Sum PCB-7	mg/kg TS	1	
Benso(a)pyren [^]	mg/kg TS	2	
Sum PAH-16	mg/kg TS	20	
Sum BTEX	mg/kg TS	6	
Sum >C12-C35	mg/kg TS	500	

Grenseverdier eluater fra kolonnetest				
Komponent	Enhet	Grenseverdier 2.1.1	Grenseverdier 2.3.1	Grenseverdier 2.4.1
As (Arsen)	mg/l	0,06	0,3	3
Cd (Kadmium)	mg/l	0,02	0,3	1,7
Cr (Krom)	mg/l	0,1	2,5	15
Cu (Kopper)	mg/l	0,6	30	60
Hg (Kvikksølv)	mg/l	0,002	0,2	0,3
Ni (Nikkel)	mg/l	0,12	3	12
Pb (Bly)	mg/l	0,15	3	15
Sb (Antimon)	mg/l	0,1	0,15	1
Zn (Sink)	mg/l	1,2	15	60
Klorid (Cl ⁻)	mg/l	460	8500	15000
Sulfat (SO ₄)	mg/l	1500	7000	17000
DOC	mg/l	160	250	320

Grenseverdier eluater fra ristetest				
Komponent	Enhet	Grenseverdier 2.1.1	Grenseverdier 2.3.1	Grenseverdier 2.4.1
As (Arsen)	mg/kg TS	0,5	2	25
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	0,04	1	5
Cr (Krom)	mg/kg TS	0,5	10	70
Cu (Kopper)	mg/kg TS	2	50	100
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	0,01	0,2	2
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	0,4	10	40
Pb (Bly)	mg/kg TS	0,5	10	50
Sb (Antimon)	mg/kg TS	0,06	0,7	5
Zn (Sink)	mg/kg TS	4	50	50
Klorid (Cl ⁻)	mg/kg TS	800	15000	25000
Sulfat (SO ₄)	mg/kg TS	1000	20000	50000
DOC	mg/kg TS	500	800	1000

Vedlegg 4: Kalibreringskurve for turbiditet og suspendert stoff



Vedlegg 5: Aktuelle grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota (Veileder M-608).

Tilstandsklasse	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5
	Bakgrunnsivå	Ingen toksiske effekter (AA-EQS)	Kroniske effekter ved langstids-eksponering (MAC-EQS)	Akutt toksiske effekter ved korttids-eksponering	Omfattende akutt toksiske effekter

Ferskvann (µg/l)					
Tilstandsklasse	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5
Metaller:					
Kadmium	0,03				
<40 mgCaCO ₃ /l		0,08	0,45	4,5	> 4,5
40- <50 mgCaCO ₃ /l		0,08	0,45	4,5	> 4,5
50 - <100 mgCaCO ₃ /l		0,09	0,6	6	> 6
100 - <200 mgCaCO ₃ /l		0,15	0,9	9	> 9
>200 mgCaCO ₃ /l		0,25	1,5	15	> 15
Bly	0,02	1,2	14	57	> 57
Nikkel	0,5	4	34	67	> 67
Kvikksølv	0,001	0,047	0,07	0,14	> 0,14
Kobber	0,3	11	11	15,6	> 15,6
Sink	1,5	11	11	60	> 60
Arsen	0,15	4,8	8,5	85	> 85
Krom	0,1	3,4	3,4	3,4	> 3,4
PAH-forbindelser:					
Naftalen	0,00066	2	130	650	>650
Acenaftilen	0,00001	1,3	33	330	>330
Acenaften	0,000034	3,8	3,8	382	>382
Fluoren	0,00019	1,5	34	339	>339
Fenantren	0,00025	0,51	6,7	67	>67
Antracen	0,004	0,1	0,1	1	>1
Fluoranten	0,00029	0,0063	0,12	0,6	>0,6
Pyren	0,000053	0,023	0,023	0,23	>0,23
Benso(a)antracen	0,000006	0,012	0,018	1,8	>1,8
Krysen	0,000056	0,07	0,07	0,7	>0,7
Benso(b)fluoranten	0,000017	0,017	0,017	1,28	>1,28
Benso(k)fluoranten	0,000017	0,017	0,017	0,93	>0,93
Benso(a)pyren	0,000005	0,00017	0,027	1,54	>1,54
Dibenso(ah)antracen	0,000001	0,00061	0,014	0,14	>0,14
Benso(ghi)perylene	0,000011	0,0082	0,0082	0,14	>0,14
Indeno(123cd)pyren	0,000017	0,0027	0,0027	0,1	>0,1

Sediment, ferskvann (mg/kg TS)					
Tilstandsklasse	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5
Metaller:					
Kadmium	0,2	2,5	16	157	>157
Bly	25	66	1480	2000	2000-2500
Nikkel	30	42	271	533	>533
Kvikksølv	0,05	0,52	0,75	1,45	> 1,45
Kobber	20	20	210	400	>400
Sink	90	139	750	6690	>6690
Arsen	15	18	71	580	>580
Krom	60	112	112	112	> 112
PAH-forbindelser:					
Naftalen	2	27	1754	8769	>8769
Acenaftylene	1,6	33	85	8500	>8500
Acenaften	2,4	96	195	19500	>19500
Fluoren	6,8	150	694	34700	>34700
Fenantren	6,8	780	2500	25000	>25000
Antracen	1,2	4,6	30	295	>295
Fluoranten	8	400	400	2000	>2000
Pyren	5,2	84	840	8400	>8400
Benso(a)antracen	3,6	60	501	50100	>50100
Krysen	4,4	280	280	2800	>2800
Benso(b)fluoranten	90	140	140	10600	>10600
Benso(k)fluoranten	90	135	135	7400	>7400
Benso(a)pyren	6	183	2300	13100	>13100
Dibenso(ah)antracen	12	27	273	2730	>2730
Benso(ghi)perylene	18	84	84	1400	>1400
Indeno(123cd)pyren	20	63	63	2300	>2300

Vedlegg 6: Resultater fra tømning av sandfang

Sandfang	Utløp (cm under vei)	Kumdyb (cm under vei)	Tilgjengelig volum (m ³)	22. Juni 2015			28. April 2016			04. Juli 2016			03. Oktober 2016		
				Sediment (cm)	Sediment (m ³)	Fyllingsgrad (%)	Sediment (cm)	Sediment (m ³)	Fyllingsgrad (%)	Sediment (cm)	Sediment (m ³)	Fyllingsgrad (%)	Sediment (cm)	Sediment (m ³)	Fyllingsgrad (%)
FOS01	167	236	0,54	43	0,34	62,3%	36	0,28	52,2%	16	0,13	23,2%	9	0,07	13,0%
FOS02	168	225	0,45	59	0,46	103,5%	17	0,13	29,8%	0	0,00	0,0%	6	0,05	10,5%
FOS03	185	262	0,60	44	0,35	57,1%	11	0,09	14,3%	2	0,02	2,6%	6	0,05	7,8%
FOS04	177	278	0,79	40	0,31	39,6%	30	0,24	29,7%	13	0,10	12,9%	20	0,16	19,8%
FOS05	170	255	0,67	41	0,32	48,2%	37	0,29	43,5%	10	0,08	11,8%	14	0,11	16,5%
FOS06	197	286	0,70	45	0,35	50,6%	74	0,58	83,1%	10	0,08	11,2%	18	0,14	20,2%
FOS07	163	250	0,68	35	0,27	40,2%	44	0,35	50,6%	2	0,02	2,3%	9	0,07	10,3%
FOS08	144	247	0,81	77	0,60	74,8%	37	0,29	35,9%	17	0,13	16,5%	19	0,15	18,4%
FOS09	163	247	0,66	42	0,33	50,0%	39	0,31	46,4%	12	0,09	14,3%	19	0,15	22,6%
FOS10	176	273	0,76	63	0,49	64,9%	36	0,28	37,1%	5	0,04	5,2%	13	0,10	13,4%
FOS11	178	267	0,70	57	0,45	64,0%	46	0,36	51,7%	12	0,09	13,5%	22	0,17	24,7%
SUM			7,36	4,29	58,2%		3,19	43,4%		0,78	10,6%		1,22	16,5%	
Sandfang	Utløp (cm under vei)	Kumdyb (cm under vei)	Tilgjengelig volum (m ³)	09. Oktober 2015			28. April 2016			04. Juli 2016			03. Oktober 2016		
				Sediment (cm)	Sediment (m ³)	Fyllingsgrad (%)	Sediment (cm)	Sediment (m ³)	Fyllingsgrad (%)	Sediment (cm)	Sediment (m ³)	Fyllingsgrad (%)	Sediment (cm)	Sediment (m ³)	Fyllingsgrad (%)
GRO01	170	251	0,64	11	0,09	13,6%	15	0,12	18,5%	30	0,24	37,0%	11	0,09	13,6%
GRO02	146	239	0,73	239	1,88	257,0%	36	0,28	38,7%	19	0,15	20,4%	14	0,11	15,1%
GRO03	168	259	0,71	105	0,82	115,4%	42	0,33	46,2%	43	0,34	47,3%	28	0,22	30,8%
GRO04	145	228	0,65	83	0,65	100,0%	34	0,27	41,0%	11	0,09	13,3%	11	0,09	13,3%
GRO05	170	261	0,71	93	0,73	102,2%	18	0,14	19,8%	15	0,12	16,5%	15	0,12	16,5%
GRO06	145	220	0,59	87	0,68	116,0%	17	0,13	22,7%	4	0,03	5,3%	10	0,08	13,3%
GRO07	142	234	0,72	80	0,63	87,0%	29	0,23	31,5%	28	0,22	30,4%	13	0,10	14,1%
GRO08	216	281	0,51	45	0,35	69,2%	15	0,12	23,1%	8	0,06	12,3%	10	0,08	15,4%
GRO09	162	229	0,53	41	0,32	61,2%	10	0,08	14,9%	7	0,05	10,4%	5	0,04	7,5%
GRO10	165	230	0,51	62	0,49	95,4%	18	0,14	27,7%	14	0,11	21,5%	7	0,05	10,8%
GRO11	153	236	0,65	34	0,27	41,0%	8	0,06	9,6%	11	0,09	13,3%	10	0,08	12,0%
GRO12	215	296	0,64	78	0,61	96,3%	12	0,09	14,8%	4	0,03	4,9%	7	0,05	8,6%
GRO13	162	236	0,58	64	0,50	86,5%	30	0,24	40,5%	16	0,13	21,6%	12	0,09	16,2%
GRO14	193	263	0,55	72	0,57	102,9%	6	0,05	8,6%	0	0,00	0,0%	3	0,02	4,3%
GRO15	157	234	0,60	81	0,64	105,2%	23	0,18	29,9%	8	0,06	10,4%	5	0,04	6,5%
GRO16	171	241	0,55	71	0,56	101,4%	10	0,08	14,3%	6	0,05	8,6%	9	0,07	12,9%
GRO17	161	238	0,60	48	0,38	62,3%	11	0,09	14,3%	3	0,02	3,9%	0	0,00	0,0%
GRO18	160	238	0,61	103	0,81	132,1%	34	0,27	43,6%	10	0,08	12,8%	10	0,08	12,8%
GRO19	147	236	0,70	69	0,54	77,5%	18	0,14	20,2%	13	0,10	14,6%	6	0,05	6,7%
GRO20	157	238	0,64	75	0,59	92,6%	35	0,27	43,2%	15	0,12	18,5%	9	0,07	11,1%
GRO21	115	189	0,58	74	0,58	100,0%	21	0,16	28,4%	8	0,06	10,8%	8	0,06	10,8%
GRO22	160	228	0,53	52	0,41	76,5%	3	0,02	4,4%	3	0,02	4,4%	9	0,07	13,2%
GRO23	161	229	0,53	81	0,64	119,1%	26	0,20	38,2%	16	0,13	23,5%	12	0,09	17,6%
GRO24	158	238	0,63	22	0,17	27,5%	4	0,03	5,0%	1	0,01	1,3%	3	0,02	3,8%
GRO25	170	174	0,03	4	0,03	100,0%	4	0,03	100,0%	12	0,09	300,0%	4	0,03	100,0%
SUM			14,73	13,93	94,5%		3,76	25,5%		2,39	16,2%		1,81	12,3%	

Sandfang	Utløp (cm under vei)	Kumdyb (cm under vei)	Tilgjengelig volum (m ³)	22. Juni 2015			28. April 2016			04. Juli 2016			03. Oktober 2016		
				Sediment (cm)	Sediment (m ³)	Fyllingsgrad (%)	Sediment (cm)	Sediment (m ³)	Fyllingsgrad (%)	Sediment (cm)	Sediment (m ³)	Fyllingsgrad (%)	Sediment (cm)	Sediment (m ³)	Fyllingsgrad (%)
Sandfangmasser FOS 22.06.15			4,29	6800	5780	134,7%		1347,3							
Sandfangmasser GRO 09.10.15			14,08	19300	16405	1164,9%		1065,8							
Sandfangmasser GRO/FOS 28.04.16			7,02	8800	7480	1065,8%		965,3							
Sandfangmasser GRO/FOS 04.07.16			3,17	3600	3060	965,3%		925,7							
Sandfangmasser GRO/FOS 03.10.16			3,03	3300	2805	925,7%									

Vedlegg 7: Resultater fra analyser av metaller på oppløst prøve og beregning av partikkelbundet fraksjon.

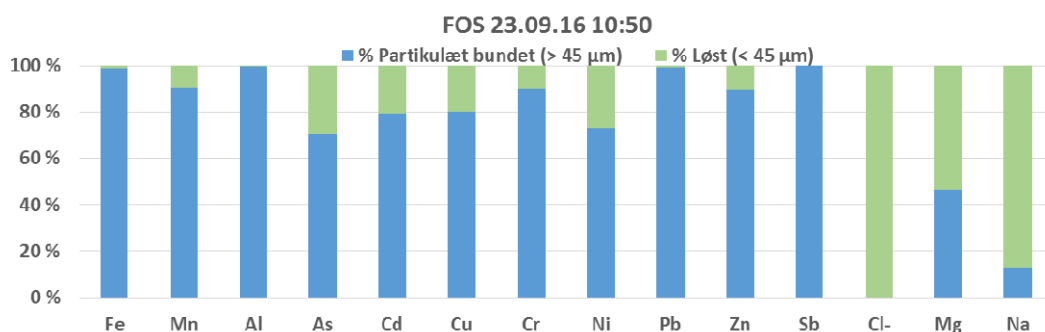
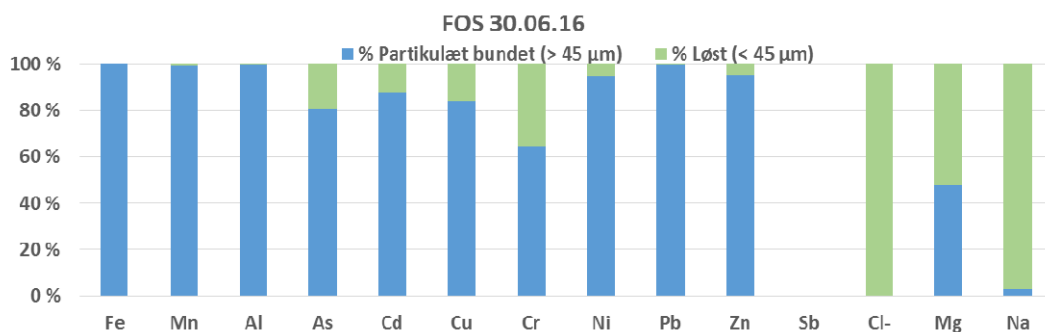
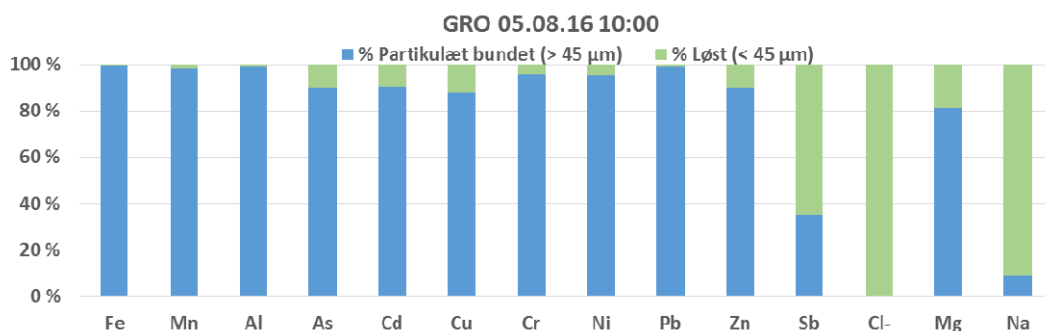
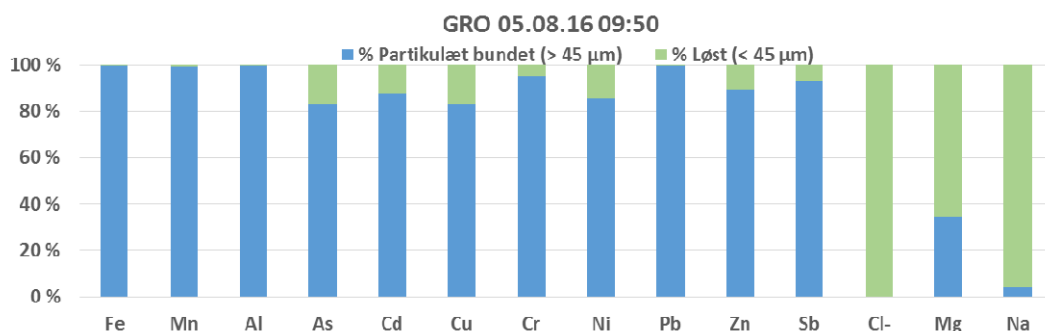
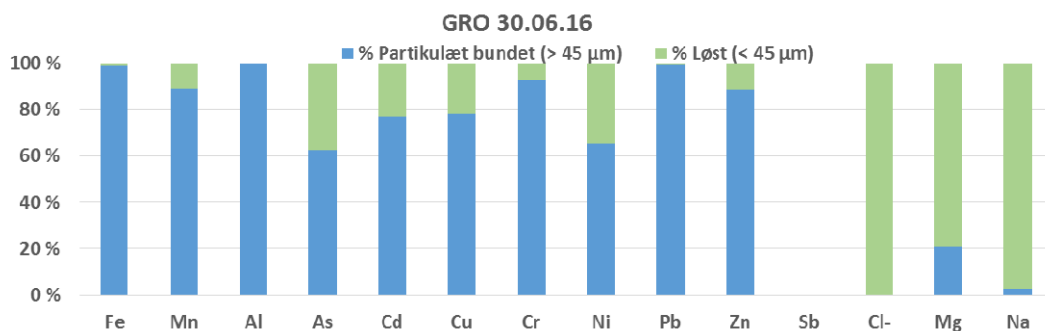
Komponent	GRO 23.09.16 10:20				GRO 23.09.16 10:30				GRO 23.09.16 11:10							
	Enhet	Total	Løst	Bundet	% Løst (< 45 µm)	% Partikkelbundet (> 45 µm)	Total	Løst	Bundet	% Løst (< 45 µm)	% Partikkelbundet (> 45 µm)	Total	Løst	Bundet	% Løst (< 45 µm)	% Partikkelbundet (> 45 µm)
Fe	mg/l	4.1	0.0416	4.0584	1.0 %	99.0 %	6.03	0.0102	6.0198	0.2 %	99.8 %	11.6	0.0535	11.5465	0.5 %	99.5 %
Mn	µg/l	135	14.5	120.5	10.7 %	89.3 %	158	0.945	157.055	0.6 %	99.4 %	230	3.99	226.01	1.7 %	98.3 %
Al	µg/l	3030	10.8	3019.2	0.4 %	99.6 %	5300	13.7	5286.3	0.3 %	99.7 %	9460	47.9	9412.1	0.5 %	99.5 %
As	µg/l	0.98	0.367	0.613	37.4 %	62.6 %	1.84	0.313	1.527	17.0 %	83.0 %	2.65	0.267	2.383	10.1 %	89.9 %
Cd	µg/l	0.128	0.0296	0.0984	23.1 %	76.9 %	0.139	0.017	0.122	12.2 %	87.8 %	0.0963	0.00915	0.08715	9.5 %	90.5 %
Cu	µg/l	46.7	10.1	36.6	21.6 %	78.4 %	40.3	6.89	33.41	17.1 %	82.9 %	69.6	8.38	61.22	12.0 %	88.0 %
Cr	µg/l	6.54	0.469	6.071	7.2 %	92.8 %	9.61	0.479	9.131	5.0 %	95.0 %	21.5	0.908	20.592	4.2 %	95.8 %
Ni	µg/l	8.12	2.83	5.29	34.9 %	65.1 %	9.37	1.33	8.04	14.2 %	85.8 %	16.6	0.749	15.851	4.5 %	95.5 %
Pb	µg/l	7.81	0.0607	7.7493	0.8 %	99.2 %	6.31	0.0255	6.2845	0.4 %	99.6 %	10.1	0.0789	10.0211	0.8 %	99.2 %
Zn	µg/l	143	16.2	126.8	11.3 %	88.7 %	122	12.6	109.4	10.3 %	89.7 %	278	28.1	249.9	10.1 %	89.9 %
Sb	µg/l						7.39	0.509	6.881	6.9 %	93.1 %	1.56	1.01	0.55	64.7 %	35.3 %
Cl-	mg/l	87.6	87.6	0	100.0 %	0.0 %	42.7	42.7	0	100.0 %	0.0 %	42.7	42.7	0	100.0 %	0.0 %
Mg	mg/l	7.77	6.17	1.6	79.4 %	20.6 %	4.94	3.23	1.71	65.4 %	34.6 %	4.9	0.918	3.982	18.7 %	81.3 %
Na	mg/l	64.4	62.6	1.8	97.2 %	2.8 %	29.8	28.6	1.2	96.0 %	4.0 %	13.2	1.2	12	90.9 %	9.1 %

Komponent	GRO 23.09.16 09:20				GRO 23.09.16 09:30				GRO 23.09.16 10:10							
	Enhet	Total	Løst	Bundet	% Løst (< 45 µm)	% Partikkelbundet (> 45 µm)	Total	Løst	Bundet	% Løst (< 45 µm)	% Partikkelbundet (> 45 µm)	Total	Løst	Bundet	% Løst (< 45 µm)	% Partikkelbundet (> 45 µm)
Fe	mg/l	2.22	0.0462	2.1738	2.1 %	97.9 %	7.92	0.0877	7.8323	1.1 %	98.9 %	6.5	0.0941	6.4059	1.4 %	98.6 %
Mn	µg/l	84	35.9	48.1	42.7 %	57.3 %	172	11.9	160.1	6.9 %	93.1 %	148	29.6	118.4	20.0 %	80.0 %
Al	µg/l	2180	14.7	2165.3	0.7 %	99.3 %	6250	24.4	6225.6	0.4 %	99.6 %	5370	29.6	5340.4	0.6 %	99.4 %
As	µg/l	0.878	0.5	0.378	56.9 %	43.1 %	1.82	0.5	1.32	27.5 %	72.5 %	1.4	0.5	0.9	35.7 %	64.3 %
Cd	µg/l	0.0525	0.025	0.0275	47.6 %	52.4 %	0.116	0.025	0.091	21.6 %	78.4 %	0.119	0.025	0.094	21.0 %	79.0 %
Cu	µg/l	29.4	11.8	17.6	40.1 %	59.9 %	66.6	13.9	54.7	20.3 %	79.7 %	64	17.1	46.9	26.7 %	73.3 %
Cr	µg/l	4.08	0.637	3.443	15.6 %	84.4 %	13.7	1.41	12.29	10.3 %	89.7 %	12.7	1.5	11.5	9.4 %	90.6 %
Ni	µg/l	5.13	2.7	2.43	52.6 %	47.4 %	10.4	1.61	8.79	15.5 %	84.5 %	10	1.88	8.12	18.8 %	81.2 %
Pb	µg/l	2.47	0.1	2.37	4.0 %	96.0 %	9.19	0.1	9.09	1.1 %	98.9 %	7.72	0.1	7.62	1.3 %	98.7 %
Zn	µg/l	72.1	16.8	55.3	23.3 %	76.7 %	250	27.8	222.2	11.1 %	88.9 %	196	37.5	158.5	19.1 %	80.9 %
Sb	µg/l	1.85	0.671	1.179	36.3 %	63.7 %	7.99	1.73	6.26	21.7 %	78.3 %	8.6	1.53	7.07	17.8 %	82.2 %
Cl-	mg/l	39.3	39.3	0	100.0 %	0.0 %	21.1	21.1	0	100.0 %	0.0 %	21.9	21.9	0	100.0 %	0.0 %
Mg	mg/l	4.06	3.58	0.48	88.2 %	11.8 %	4.3	1.56	2.74	36.3 %	63.7 %	3.8	1.43	2.37	37.6 %	62.4 %
Na	mg/l	33.3	32.3	1	97.0 %	3.0 %	20.1	17.4	2.7	86.6 %	13.4 %	20.1	17.2	2.9	85.6 %	14.4 %

Tall med rød skrift markerer resultater der analyserte konsentrasjoner er under rapporteringsgrensen (LOR). I tabellene er konsentrasjonene oppgitt til halve verdiene er satt til halve LOR.

Komponent	FOS 30.06.16				FOS 23.09.16 10:50						
	Enhet	Total	Løst	Bundet	% Løst (< 45 µm)	% Partikkelbundet (> 45 µm)	Total	Løst	Bundet	% Løst (< 45 µm)	% Partikkelbundet (> 45 µm)
Fe	mg/l	9.83	0.00574	9.82426	0.1 %	99.9 %	19.8	0.0122	19.7878	0.1 %	99.9 %
Mn	µg/l	241	1.86	239.14	0.8 %	99.2 %	421	3.59	417.41	0.9 %	99.1 %
Al	µg/l	9180	18.5	9161.5	0.2 %	99.8 %	16700	28.2	16671.8	0.2 %	99.8 %
As	µg/l	1.88	0.369	1.511	19.6 %	80.4 %	4.45	0.5	3.95	11.2 %	88.8 %
Cd	µg/l	0.124	0.0156	0.1084	12.6 %	87.4 %	0.247	0.025	0.222	10.1 %	89.9 %
Cu	µg/l	54	8.57	45.43	15.9 %	84.1 %	110	12.7	97.3	11.5 %	88.5 %
Cr	µg/l	35.9	12.8	23.1	35.7 %	64.3 %	56.5	20.1	36.4	35.6 %	64.4 %
Ni	µg/l	14.4	0.775	13.625	5.4 %	94.6 %	28.3	1.57	26.73	5.5 %	94.5 %
Pb	µg/l	8.15	0.0144	8.1356	0.2 %	99.8 %	19	0.1	18.9	0.5 %	99.5 %
Zn	µg/l	176	7.94	168.06	4.5 %	95.5 %	349	13.7	335.3	3.9 %	96.1 %
Sb	µg/l						10.8	2.53	8.27	23.4 %	76.6 %
Cl-	mg/l	87.6	87.6	0	100.0 %	0.0 %	166	166	0	100.0 %	0.0 %
Mg	mg/l	7.41	3.86	3.55	52.1 %	47.9 %	10.6	3.3	7.3	31.1 %	68.9 %
Na	mg/l	79.2	77	2.2	97.2 %	2.8 %	80	68.5	11.5	85.6 %	14.4 %

Vedlegg 8: GRO og FOS fordeling av partikkelbundet (>45µm) og løst fraksjon (<45µm).



Vedlegg 9: Grunnlag for utarbeidelse av forurensingsbudsjett

Fossumveien (FOS) ÅDT 12000 Forsøkstreking 300m	Metaller										Salt			Organiske		Partikler	
	Fe	Al	As	Cd	Cu	Cr	Ni	Pb	Zn	Sb	Cl	Mg	Na	Olje	PAH-16	B(a)P	Partikler
	kg	kg	g	g	g	g	g	g	g	g	g	kg	kg	kg	g	g	kg
Avrenning (løst <45µm)	2,7	1,9	1,51	0,10	51,7	32,40	6,9	7,6	118,5	6,3	11,7	234,9					
Avrenning (partikkelbundet >45µm)	15,5	12,8	2,90	0,21	102,0	25,67	19,8	17,6	375,6	8,9	5,2	4,4					
Avrenning (totalt)	18,2	14,7	4,41	0,31	153,7	58,1	26,7	25,2	494,1	15,2	16,9	239,3	3,7	1,83	0,15	591	
Sandfang	39,2	21,5	5,49	0,17	195,1	64,1	44,0	92,4	327,5	0,9	818,6	18,0	2,0	3,3	1,84	0,12	3411
Vårrengjøring	47,9	27,0	6,67	0,17	213,1	70,0	47,2	0,8	1,3	22,1	3,0	6,6	2,98	0,19	3350		
Total 300m vei	105	63	17	0,65	562	192	128	140	1294	16,9	1399	57	244	13,6	6,7	0,46	7352
Total/km veg	351	210	55	2,16	1873	641	425	468	4313	56,3	4664	190	815	45,4	22,2	1,55	24508
Fraksjon Avrenning %	17 %	23 %	27 %	48 %	27 %	30 %	21 %	18 %	38 %	90 %	41 %	30 %	98 %	27 %	27 %	33 %	8 %
Fraksjon Sandfang %	37 %	34 %	33 %	26 %	35 %	33 %	34 %	66 %	25 %	5 %	59 %	32 %	1 %	24 %	28 %	26 %	46 %
Fraksjon Vårrengjøring %	45 %	43 %	40 %	26 %	38 %	36 %	45 %	16 %	37 %	5 %	0 %	39 %	1 %	48 %	45 %	41 %	46 %

Grodveien (GRO) ÅDT 9800 - 10800 Forsøkstreking 675m	Metaller										Salt			Organiske		Partikler	
	Fe	Al	As	Cd	Cu	Cr	Ni	Pb	Zn	Sb	Cl	Mg	Na	Olje	PAH-16	B(a)P	Partikler
	kg	kg	g	g	g	g	g	g	g	g	g	kg	kg	kg	g	g	kg
Avrenning (løst <45µm)	1,2	0,4	3,9	0,34	181,8	12,6	22,0	2,1	401	15,8	28,1	297,4					
Avrenning (partikkelbundet >45µm)	78,4	64,5	19,5	1,33	650,8	139,2	121,8	89,1	2168	67,1	60,8	369,5					
Avrenning (totalt)	79,5	64,9	23,4	1,67	832,6	151,8	143,8	91,2	2568	82,9	336,2	88,9	666,9	10,6	4,04	0,24	1432
Sandfang	80,5	44,0	11,3	0,35	400,3	131,6	90,3	189,6	672	1,7	1679,52	36,9	4,2	6,8	3,78	0,24	6998
Vårrengjøring	106,6	104,1	7,5	0,41	287,8	97,6	132,8	31,2	951	2,1	0,2	118,1	5,7	3,8	1,80	0,20	8200
Total 675m vei	267	213	42	2,43	1521	381	367	312	4191	86,7	2016	244	677	21,3	9,6	0,68	16630
Total/km veg	395	316	63	3,60	2253	564	544	462	6209	128,5	2987	361	1003	31,6	14,3	1,01	24636
Fraksjon Avrenning %	30 %	30 %	55 %	69 %	55 %	40 %	39 %	29 %	61 %	96 %	17 %	36 %	99 %	50 %	42 %	35 %	9 %
Fraksjon Sandfang %	30 %	21 %	27 %	14 %	26 %	35 %	25 %	61 %	16 %	2 %	83 %	15 %	1 %	32 %	39 %	36 %	42 %
Fraksjon Vårrengjøring %	40 %	49 %	18 %	17 %	19 %	26 %	36 %	10 %	23 %	2 %	0 %	48 %	1 %	18 %	19 %	29 %	49 %

Avrenningsmengden som ligger til grunn for beregning av forurensningstransport ved FOS tar utgangspunkt i vannføring målt i perioden 01.07.15 - 30.06.16 (hydraulisk år). Ved GRO er årlig avrenning estimert fra målt vannføring i perioden 18.03.16-11.11.16 (korrigert for antall dager). For metaller og salt er det skilt på partikkelbundet og løst fraksjon. Transport av løste komponenter i avrenningen er beregnet ved å multiplisere vannføringen med gjennomsnitt av konsentrasjon i 4 vannprøver for FOS og 11 vannprøver fra GRO. Partikkelbundet forurensing er estimert fra gjennomsnitt av 2 vannprøver ved FOS og 6 prøver ved GRO. For olje, PAH, B(a)P og Cl er gjennomsnittet av 6 vannprøver benyttet i beregningen ved GRO og 14 vannprøver ved FOS. Disse er summert for å gi estimert forurensningsmengde med avrenning (A). Ved verdier under rapporteringsgrensen er halve konsentrasjoner satt til halvparten av beregnet konsentrasjon. For sumpartikler er vannføringen multiplisert med mildereSS beregnet avledet fra målinger av turbiditet.

Resultater fra innmålingen av akkumulert mengde i sandfangene (S) er benyttet for beregning av forurensningsfraksjon i sandfang. Ved FOS er masser akkumulert i sandfang mellom 22.06.15 og 20.04.16 (etter 311 dager) lagt til grunn for beregning. Ved GRO er akkumulert mengde mellom 09.10.15 og 03.10.16 (359 dager) lagt til grunn for beregningen (inkl. også en tømming midt i perioden, 28.04.16). Fra disse innmålingen er årlig akkumulering estimert. Mengden enkeltelementer er estimert ved å multiplisere av konsentrasjonene med estimert mengde.

For beregning av forurensningsmengde fjernet i forbindelse med vårrengjøringen er estimert mengde gateopsop i ved FOS den 11.04.16 og ved GRO den 19.04.16 benyttet. Mengden enkeltelementer er bestemt ved å multiplisere av konsentrasjoner i analyser av gateopsopet med estimert mengde.

Total forurensningsproduksjon på strekningene er gitt som summen av avrenning (A), forurensning i sandfang (S) og forurensning fjernet i forbindelse med vårrengjøringen (V).

Total forurensningsproduksjon er korrigert for lengden på forsøksstrekningen og oppgitt pr km vei.

Det er beregnet prosentvis fordeling av total forurensningsproduksjon mellom forurensning i avrenning, sandfang og gateopsop ved vårrengjøring beregnet.



Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.