

# Avrenning fra Loe Betong - elementer AS



**Hovedkontor**

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

**Sørlandsavdelingen**

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

**Østlandsavdelingen**

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

**Vestlandsavdelingen**

Postboks 2026  
5817 Bergen  
Telefon (47) 2218 51 00  
Telefax (47) 55 23 24 95

**NIVA Midt-Norge**

Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

|  |   |                     |
|--|---|---------------------|
| Tittel<br><br>Avrenning fra Loe Betongelemitter AS | Løpenr. (for bestilling)<br>5753-2009     | Dato<br>11.02. 2009 |
|  | Prosjektnr. Undernr.<br>28272             | Sider Pris<br>30    |
| Forfatter(e)<br><br>Dag Berge og Torleif Bækken    | Fagområde<br>Vannressursforvaltning (VRF) | Distribusjon<br>FRI |
|  | Geografisk område<br>Buskerud             | Trykket<br>NIVA     |
| Oppdragsgiver(e)<br>Loe Betongelemitter AS         | Oppdragsreferanse<br>Jørgen Nilsen        |                     |

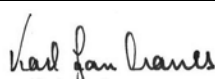
**Sammendrag**

Rapporten presenterer resultatene av en undersøkelse av utslippene fra Loe Betongelemitter AS og hvilken innvirkning de har på resipienten, Drammenselva. Resultatene viser at utslippene har høyt innhold av partikler, av kalsium og hadde høy pH (pH = 12). De har også høyt innhold av de fleste metaller. Det dannes kalkutfellinger i bekken nedstrøms utløpet, og et lyst kalkholdig sediment i elven utenfor utslippene. Innholdet av næringssalter er forholdsvis lave, og av samme størrelsesorden som i det kommunale overvannsutslippet. For både partikler og de fleste metaller (unntatt jern), samt for olje, har utslippene høyere konsentrasjoner enn det kommunale overvannsutslippet. Partiklene er rester av sement og sand. Metallene kan komme fra sementen samt fra trafikk, både inne på området og fra veien. Oljen er trolig formolje i henhold til en tidligere undersøkelse. Det er bare analysert for total olje ved denne undersøkelsen. Det ble ikke målt vannføring i utslippene rutinemessig, men ut fra punktmålinger ble de vurdert til å variere fra 0 til 3-4 l/s. En kunne ikke måle at utslippene gav noen endret vannkvalitet i elva nedstrøms utslippene. Sedimentet umiddelbart utenfor utslippene var tydelig forurenset av kalk, metaller og olje. Her var det lite bunndyr og få arter. Grunnen til at det var lite bunndyr kan være høyt kalkinnhold, høy pH, enkelte metaller, samt olje. Det forurensete sedimentet spredte seg på skrå nedover elva. Effekten avtok utover og 15-20 m utenfor utslippet var forholdene normale. Det forurensete sedimentet er trolig dels gamle synder, da det også luktet motorolje av oljen i sedimentet.

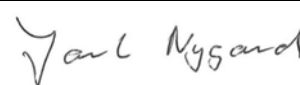
|   |  |
|---|--|
| <p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Avrenning</li> <li>2. Betongstøpe-bedrift</li> <li>3. Vannkjemi</li> <li>4. Bunnfauna</li> </ol> | <p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Runoff</li> <li>2. Concrete factory</li> <li>3. Water Chemistry</li> <li>4. Bottom Fauna</li> </ol> |
|---|--|



Dag Berge  
Prosjektleder



Karl Jan Aanes  
Forskningsleder



Jarle Nygard  
Fag- og markedsdirektør

Norsk institutt for vannforskning  
Oslo

## **Avrenning fra Loe Betongelementer AS**

Oslo 11. februar 2009

---

|                |                |
|----------------|----------------|
| Saksbehandler: | Dag Berge      |
| Medarbeider:   | Torleif Bækken |

## Forord

Rapporten presenterer resultatene av en undersøkelse av utslippene fra Loe Betongelementer AS og hvilken innvirkning de har på Drammenselva. Prosjektet ble kontraktfestet 28. mai 2008. Vannprøvetakingen er fortatt av bedriften selv i uke 25 og uke 27. Feltarbeidet i forbindelse med sedimentprøver og bunndyr prøver er utført av Dag Berge og Torleif Bækken, NIVA. Sistnevnte har analysert bunndyrmaterialet og skrevet kapitlet om bunndyr. Alle kjemiske analyser er utført ved NIVAs laboratorium i Oslo. NIVAs saksbehandler har vært Dag Berge, og bedriftens kontaktperson har vært Jørgen Nilsen.

Vi takker for godt samarbeid.

Oslo, 11.02.2009

*Dag Berge*

---

# Innhold

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Sammendrag og konklusjoner</b>  | <b>5</b>  |
| <b>1. Innledning</b>   | <b>7</b>  |
| 1.1 Bakgrunn   | 7         |
| 1.2 Målsetting   | 8         |
| <b>2. Prøvetakingsprogram</b>  | <b>8</b>  |
| 2.1 Undersøkelse av overvannsutslipp og referanse                              | 8         |
| 2.1.1 Prøvetakingspunkter  | 8         |
| 2.1.2 Prøvetakingsfrekvens   | 10        |
| 2.1.3 Analyseparametre   | 10        |
| 2.1.4 Visuell avgrensning av påvirkede sedimenter samt prøvetaking av sediment | 10        |
| <b>3. Resultater</b>   | <b>12</b> |
| 3.1 Nedbør i de to ukene prøvetakingen foregikk                                | 12        |
| 3.2 Visuelle vurderinger   | 12        |
| 3.3 Utslippenes størrelse  | 13        |
| 3.4 Kjemiske undersøkelser av avrenningen                                      | 14        |
| 3.4.1 Turbiditet og farge  | 14        |
| 3.4.2 pH og Kalsium  | 14        |
| 3.4.3 Næringssaltene Fosfor og Nitrogen  | 15        |
| 3.4.4 Organisk karbon og olje  | 16        |
| 3.4.5 Metaller   | 17        |
| 3.5 Forurensning i sedimenter  | 20        |
| 3.5.1 Tørrestoff og gløderest, pH og Kalsium                                   | 20        |
| 3.5.2 Metaller i sedimentet  | 20        |
| 3.5.3 Olje i sedimentet  | 22        |
| 3.6 Bunndyr i sedimentet ut for utslippene                                     | 23        |
| <b>4. Litteratur</b>   | <b>26</b> |
| <b>5. Primærdata</b>   | <b>27</b> |

---

## Sammendrag og konklusjoner

Undersøkelsen gir 1) en kjemisk karakteristikk av de to overvannsutslippene fra Loe Betongelementer AS til Drammenselva, 2) hvordan den kjemiske sammensetningen er i forhold til kommunalt overvannsutslipp, 3) hvordan utslippene påvirker vannkvaliteten i Drammenselva, 4) hvordan utslippene påvirker sedimentet utenfor utslippene og organismelivet i dette.

Overvannssystemet drenerer utearealene til Loe Betongelementer AS, Loe Betongrør AS, Steinbergveien/Drammensveien, samt deler av tilstøtende industriarealer (skraphandler og kabelfabrikk). Spylevann/vaskevann fra forskallingsformer ledes, etter sedimentering, inn på overvannsnett. Ellers dreier det seg kun om overvann fra utearealer. Bedriften driver kun med støping av betongkonstruksjoner. Stoffer som benyttes er sand, sement, armeringsjern, vegetabilsk olje til å smøre forskallingsformer, samt SIKA tilsetningsstoff for å gjøre betongen sterkere og tettere. Den vegetabiliske oljen og SIKA tetningsmiddel er godkjent til dette bruk, og er i henhold til HMS-blad biologisk nedbrytbare og ikke giftig for miljøet.

Utslippene har høyt innhold av partikler, av kalsium og hadde høy pH (pH = 12). De har også høyt innhold av de fleste metaller. Det dannes kalkutfellinger i bekken nedstrøms utløpet, og et lyst kalkholdig sediment er synlig i elven utenfor utslippene. Innholdet av næringssalter er forholdsvis lave, og av samme størrelsesorden som i det kommunale overvannsutslippet vi sammenliknet med. For både partikler og de fleste metaller (unntatt jern), samt for olje, har utslippene høyere konsentrasjoner enn det kommunale overvannsutslippet. Partiklene er rester av sement og sand. Metallene kan komme fra sementen samt fra trafikk, både inne på området og fra veien. Oljen er trolig formolje i henhold til en tidligere undersøkelse. Det er bare analysert for total olje ved denne undersøkelsen.

Det ble ikke målt vannføring i utslippene under prøvetakingen, men ut fra et par punktmålinger, samt visuelle observasjoner under feltarbeidet, ble de vurdert til å variere fra tørre til 3-4 l/s. En kunne ikke måle at utslippene gav noen nevneverdig endret vannkvalitet i elva nedstrøms utslippene, selv om disse målingene ble gjort i Hagaøykanalen som bare er et lite strømløp i Drammenselva, og som anslagsvis fører mindre enn en 10-del av elvens vannføring.

Sedimentet umiddelbart utenfor utslippene var tydelig forurenset av kalk, metaller og olje. Her var det lite bunndyr og kun få arter. Helt dødt var det imidlertid ikke. Grunnen til at det var lite bunndyr kan være høyt kalkinnhold, høy pH, enkelte metaller, samt olje. I denne sammenheng kan det nevnes at umiddelbart nedenfor kalkdoserere i kalkede vassdrag (tiltak mot forsuring) også oppstår gifteffekter på fisk og bunndyr, såkalte "blandsonereffekter". Det forurensete sedimentet spredte seg på skrå nedover elva. Effekten avtok utover og 15-20 m utenfor utslippet var forholdene normale. Det forurensete sedimentet er trolig dels gamle synder, da det også luktet motorolje av oljen i sedimentet.

Antas det at midlere vannføring i hvert utslipp er på 1 l/s, dvs. 2 l/s tilsammen, mens middelvannføringen i Drammenselva er 300 000 l/s, vil altså utslippene fortynnes ca 150 000 ganger. For Drammenselva som helhet er derfor utslippene av upåvisbar betydning.

Høsten 2008, altså etter at materialet til denne undersøkelsen ble samlet inn, har bedriften installert et nytt sedimenteringsanlegg i hulldekkproduksjonen med gjenvinning av 90 % av vannet. Dette kan så resirkuleres. I tillegg har de fjernet 35 m<sup>3</sup> med oljeholdige masser (jord) som har vært midlertidig deponert på lagerplassen mot nord (gamle synder). Eventuelle oljeutsig herfra har tidligere havnet i overvannsnett og transportert til det vestre utslippet. En må derfor forvente at utslippene nå er redusert i forhold til det som rapporteres ved denne undersøkelsen. Vi finner det derfor ikke nødvendig å komme med noen konkrete anbefalinger, annet enn at bedriften fortsetter sitt miljøprogram og leter etter punkter hvor deres virksomhet kan generere forurensninger og sette inn tiltak mot disse.

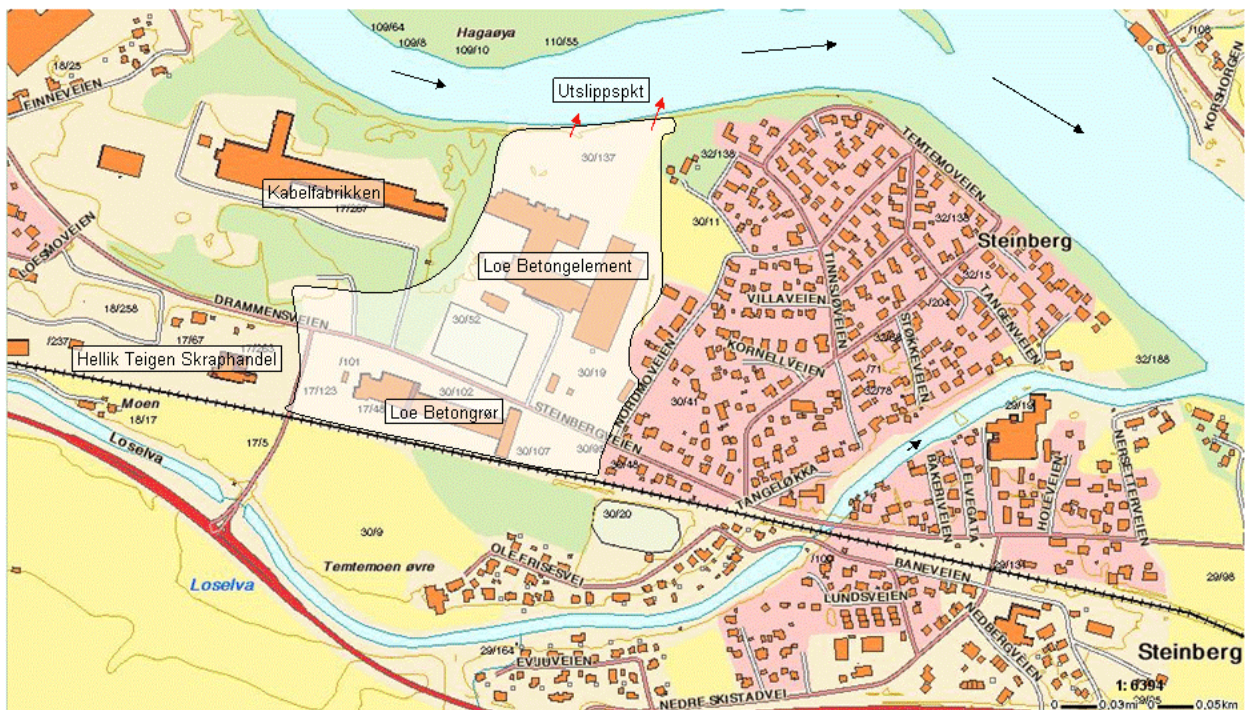
Eventuelt kan man undersøke sedimentene utenfor utslippene igjen om et par år for å se om forholdene umiddelbart utenfor utslippene har bedret seg.



# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Loe Betongelementer AS ønsker å kartlegge sine utslipp mht kjemisk sammensetning, og om de gjør noen skade på resipienten. I det alt vesentlig dreier det seg om utslipp fra overvannssystemer. En søsterbedrift, Loe Betongrør, ligger like over vegen mot sørvest og er koplet på samme overvannsnett. Bedriften støper bare betong konstruksjoner. Den bruker lite forurensende stoffer i produksjonen. Det dreier seg om sand, sement og armeringsjern, vann til sementblandingen, SIKAtilsatsstoff til betongen, samt vegetabilsk olje for å smøre støpeformene. Vannforbruket er lite, slik at utslippene i de to utslippspunktene vist i **Figur 1** i all hovedsak, kvantitativt sett, er overvann samlet fra bedriftens arealer, lagringsplasser, parkeringsplasser, idrettsplass, etc. Den gamle Drammensveien går gjennom området, og bedriftens overvannsnett samler også vann fra denne. Denne vegen har betydelig trafikk. Overvannsnettets mottar også noe vann fra tilstøtende industriarealer (skraphandler og kabelfabrikk). I **Figur 1** er det anslagsvis tegnet inn det areal som utslippspunktene i Drammenselva (røde piler) samler vann fra. Det bemerkes at dette er bare anslagsvis basert på høydeforhold observert på kart og under befaringen 18.04.2008, samt kart over ledningsnett og kummer utarbeidet av bedriften. Bedriftens sanitærløp er koplet til offentlig kloakkledningsnett og ledes til kommunalt renseanlegg.



**Figur 1.** Bedriftenes plassering med angivelse av avrenningsområde og utslippspunkter til Drammenselva (røde piler).

Eurofins Norge (Rukke og Karlsen 2007) gjorde en undersøkelse av bedriftens vaskevann etter vasking av støpeformer, noe som utgjør det eneste prosessrelaterte utslippet. Dette vannet inneholdt store mengder kalk og hadde pH på 12.6. I tillegg inneholdt det store mengder partikulært materiale.



Det partikulære materiale bestod vesentlig av ikke-størknet betong (sand, og sementrester). Vaskevannet inneholdt også rester av formolje og SIKÅ-betongtilsetning. I henhold til HMS bladene for stoffene er dette ikke giftige stoffer, og de er biologisk nedbrytbare. Vaskevannet ledes til sedimenteringsbasseng før det går ut på overvannsledningsnettet fra bedriftens arealer. Det ble ved Eurofins undersøkelse ikke tatt noen prøver av det samlede avrenningsvannet fra bedriften i utslippspunktene. Derimot ble det tatt prøver av Drammenselva 50 m oppstrøms og 50 m nedstrøms utslippet fra bedriften. Det var nærmest ingen forskjell på disse prøvene, og begge prøvene tilfredstilte SFTs beste vannkvalitetsklasse. Det ble ikke gjort noe forsøk på å se på organisme-livet ovenfor og nedenfor utslippspunktene, eller på sedimentene utenfor utslippene.

## 1.2 Målsetting

Bedriften ønsker nå en mer inngående undersøkelse av sine utslipp til Drammenselva, hva de betyr for organismelivet i elva, samt influensområdet både i sedimentet og i de frie vannmasser. De ønsker også å karakterisere utslippsvannet i forhold til overvannsutslippene fra den øvrige tettbebyggelsen i området.

# 2. Prøvetakingsprogram

Følgende undersøkelser ble gjort

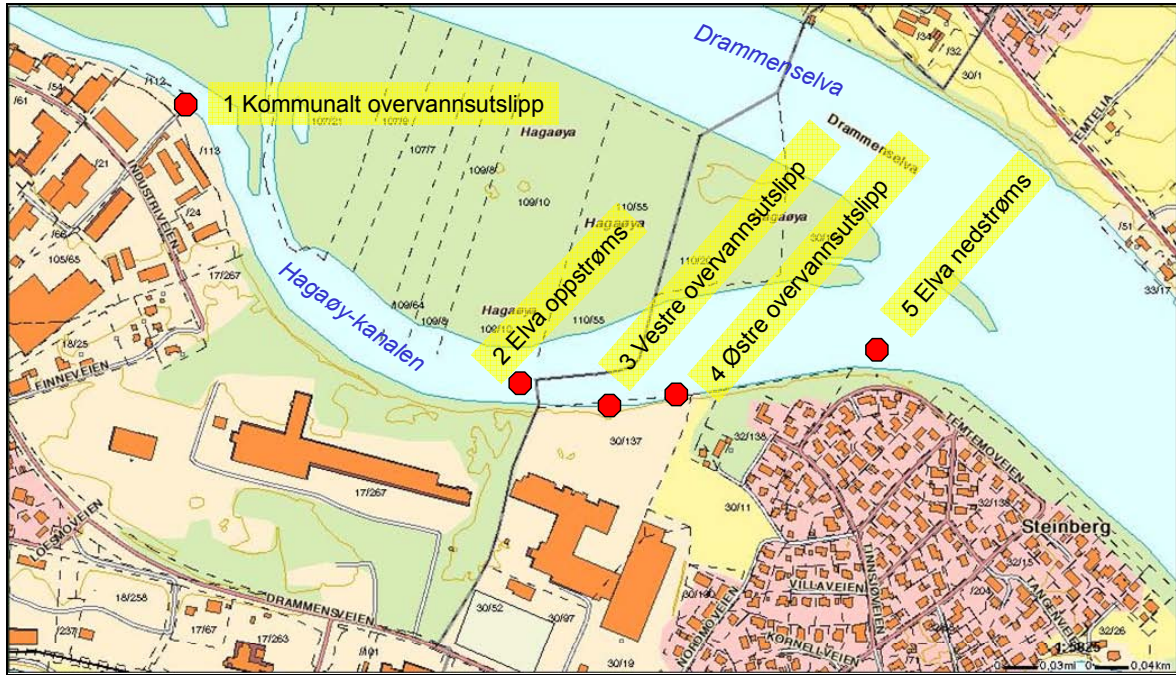
1. Kjemisk karakterisering av de to utslippene
2. Tilsvarende karakterisering av et kommunalt overvannsutslipp oppstrøms
3. Undersøkelse av vannkvaliteten av elva (Hagaøykanalen) 100 m oppstrøms og 100 m nedstrøms utslippene
4. Utbredelse av forurenset sediment ut for utslippene og kjemisk sammensetning av dette
5. Bunnfauna undersøkelse i det forurensete sediment sammenliknet med oppstrøms sediment

Undersøkelsen ble gjennomført i to uker med typisk produksjon. Man prøvde, basert på langtidsvarslet gitt på yr.no, å fange opp en regnværperiode, og en tørrværperiode. Dette lyktes man imidlertid bare delvis med.

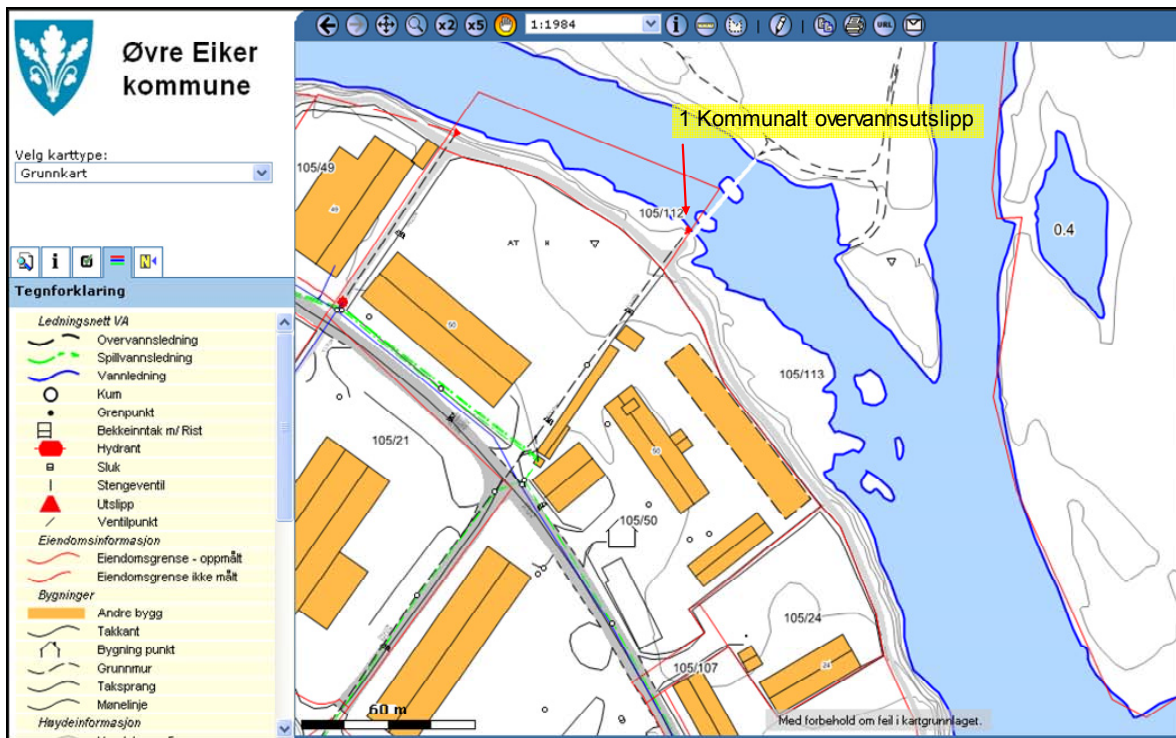
## 2.1 Undersøkelse av overvannsutslipp og referanse

### 2.1.1 Prøvetakingspunkter

Prøvetakingspunktene er gitt i **Figur 2**. Ved punkt 1, 3 og 4 er prøvene tatt direkte fra i overvannsutslippene, mens ved punkt 2 og 5 er prøvene tatt fra elven et par meter ut fra land.



**Figur 2.** Prøvetakingsteder for vannprøver. 1, 3 og 4 er utslippsprøver, mens 2 og 5 er prøver fra elven.



**Figur 3.** Detaljplassering av det kommunale overvannsutslippet som har tjent som referanse til overvannsutslippene fra Loe Betongs arealer.

### 2.1.2 Prøvetakingsfrekvens

For å få den fulle oversikt over bidragene fra de ulike kilder, burde man hatt automatisk vannføringsproporsjonal prøvetaking i hvert punkt, men dette ble betraktet å være for omfattende å installere i en innledende fase. Vi nøyde oss derfor med et manuelt prøvetakingsopplegg i første omgang.

Prøver ble tatt 3 ganger om dagen gjennom to typiske driftsuker, dvs. 2 – femdagers perioder mandag til fredag. Prøvetakingen var fordelt over døgnet ved at første prøve ble tatt før arbeidet på bedriften startet om morgenen, dvs kl 0700, en ved lunsjtider ca kl 1130, og en på slutten av dagen kl 1530. Prøvene fra kl 1130 og fra kl 1530 ble slått sammen til en blandprøve. Denne blandprøven representerer avrenningsvannet i den tiden produksjonsvirksomheten er i gang. Prøven tidlig på morgenen representerer vanlig overflateavrenning utenom produksjonstiden, dvs i denne tiden skal det ikke komme produksjonsvann.

En har benyttet samme prøvetakingsfrekvens på utslippet fra det kommunale overvannsnett (referanse) og fra elven oppstrøms og nedstrøms.

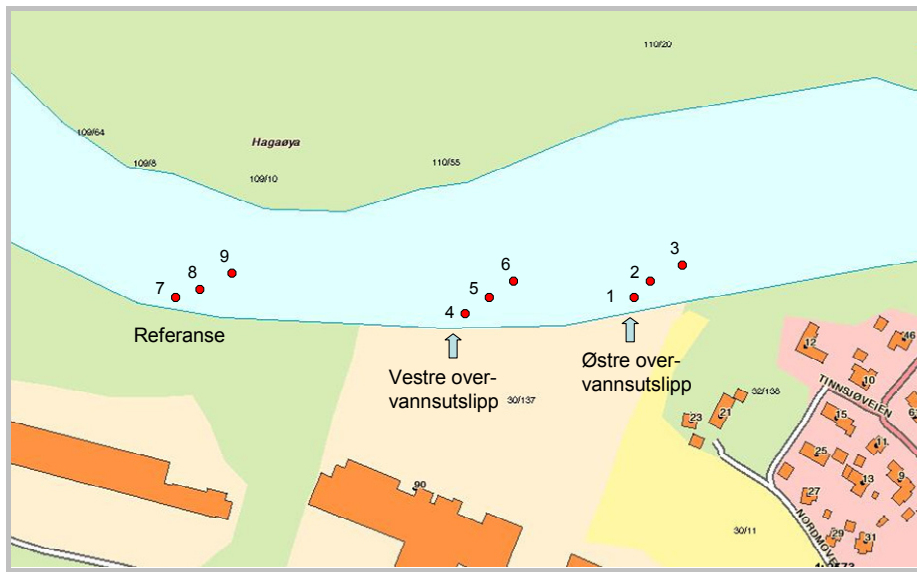
### 2.1.3 Analyseparametre

Prøvene ble analysert på, pH, Konduktivitet, Turbiditet, Farge, TOC, Tot-P, Orto-P, Tot-N, Nitrat og NH<sub>4</sub> og NH<sub>3</sub>, Ca, Mg, ICP-tungmetallpakke (10-12) metaller, samt total olje.

### 2.1.4 Visuell avgrensning av påvirkede sedimenter samt prøvetaking av sediment

Utbredelsen av påvirket sediment ble kartlagt ved bruk av båt hvorfra sedimentprøver ble hentet opp i gjennomsiktige pleksi-glassrør.

Sedimentprøver for kjemisk analyse samt bunndyranalyse, ble tatt midt i det forurensede området og i økende avstand fra utslippspunkt langs den maksimale utbredelsesgradienten. Denne strakk seg på skrå nedover elven fra utslippet.



**Figur 4.** Prinsippskisse over stasjoner hvor det er tatt bunndyr og sedimentprøver, se også **Tabell 1.**

**Tabell 1.** Karakteristika ved stasjoner hvor sedimentkjemi og bunnfauna er undersøkt, se **Figur 4** for beliggenhet

| <b>Nr</b> | <b>Stasjons Beskrivelse</b>                            | <b>Avstand fra land</b> | <b>Dyp</b> |
|-----------|--|-------------------------|------------|
| 1         | Innerst (sentrum av sediment avsetning) Østre utslipp  | 5                       | 1          |
| 2         | Midt – Øst   | 10                      | 2          |
| 3         | Ytterst – Øst  | 20                      | 3          |
| 4         | Innerst (sentrum av sediment avsetning) Vestre utslipp | 5                       | 1          |
| 5         | Midt Vest  | 10                      | 2          |
| 6         | Ytterst – Vest   | 15                      | 2.5        |
| 7         | Innerst Referanse                                      | 5                       | 1          |
| 8         | Midt Ref   | 10                      | 2          |
| 9         | Innerst Ref  | 20                      | 2          |

## 3. Resultater

### 3.1 Nedbør i de to ukene prøvetakingen foregikk

Prøvene ble tatt som ukeblandprøver i to typiske driftsuker (uke 25 og uke 27). Den siste uka var svært tørr med bare 0.4 mm til sammen, mens den første hadde noe mer nedbør, til sammen 19.6 mm. Dette er imidlertid også nokså lite i forhold til normalen. Målinger fra Meteorologisk Inst. stasjon Berskog Drammen for de aktuelle perioder er gitt i **Tabell 2**.

**Tabell 2.** Nedbør i prøvetakingsperioden ved Meteorologisk Inst. stasjon Berskog Drammen

| Dato uke 25 | mm  | Dato Uke 27 | mm  |
|-------------|-----|-------------|-----|
| 15.06.2008  | 1.8 | 29.06.2008. | 0.2 |
| 16.06.2008  | 7.6 | 30.06.2008  | 0.2 |
| 17.06.2008  | 1.1 | 01.07.2008  | 0   |
| 18.06.2008  | 0   | 02.07.2008  | 0   |
| 19.06.2008  | 0.2 | 03.07.2008  | 0   |
| 20.06.2008  | 8.8 | 04.07.2008  | 0   |

### 3.2 Visuelle vurderinger

På bedriftens utendørsarealer er det betydelig transport av både råstoffer (sand, sement, armeringsjern, etc.), transport av nystøpte produkter fra støping til utendørslagring, samt transport av ferdige produkter ut til kunder. Dette sammen med omlastninger, avtaking av forskalingsformer, spyling av slike former, etc. skaper mye kalkholdig sand, og slam på arealene, se **Figur 5**. Ved regn samt spyling av materiell, kommer dette ned i overvannssystemet som munner ut i de to utslippene i Drammenselva. Vaskevann fra støpeformene ledes til sedimenteringsbasseng. Etter sedimentering kommer vannet herfra også inn på overvannsnett.



**Figur 5.** Asfaltert lagerområde for betongelementer. Det er betydelig trafikk av lastebiler og maskiner på området og betongbiter som skalles av de nystøpte produktene blir knust til kalkrik sand og "søle" (ses tydelig på bildet) som vaskes ned i overvannssystemet, bl.a. ved regnvær.

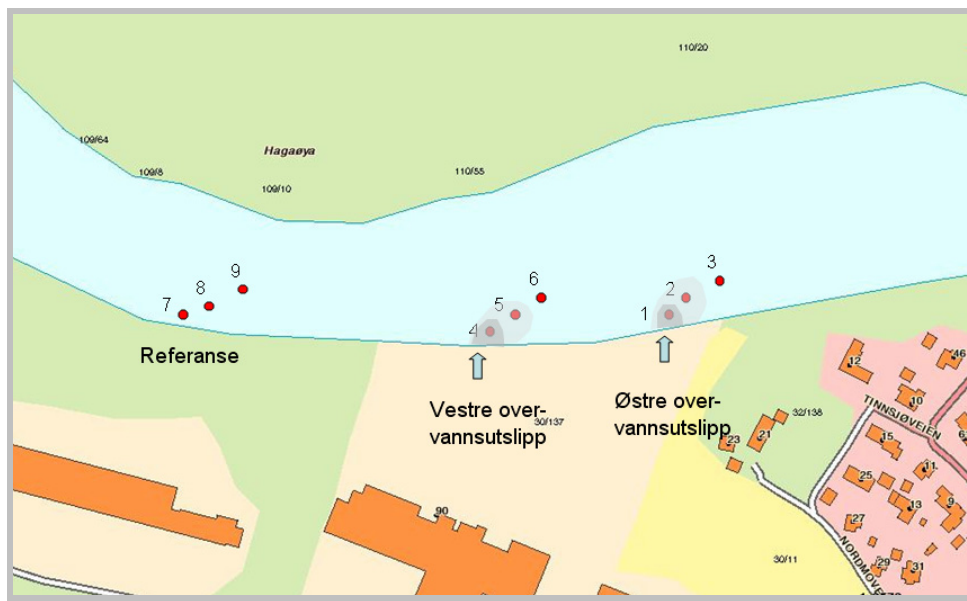




**Figur 6.** Det vestre utslippet til Drammenselva fra Loe Betongelementer. Utslippsvannet skummer og det er hvite kalkavsetninger i bekken og et par meter ut i Drammenselva. Visuelt ses et lysere sediment ca 2-3 m ut for utslippspunktet som strekker seg 5-6 m nedstrøms. Det østre utslippet er tilsvarende.

Bekkene nedstrøms utløpsrøret og par meter ut i elven har lyse kalkutfellinger, vannet skummer, er turbid og har gråhvit farge. Det dannes et lyst sediment utfor utslippene som sprer seg nedover medstrøms, se **Figur 6**. Det er alltid nedadgående strøm i området, dvs. mot høyre (øst) i figurene.

Ved prøvetakingen fant vi at maksimal utbredelse var langs gradienten gitt i **Figur 7**. Vi kunne tydelig se forurenset sediment 5 m fra utslippet (innerste stasjon i figuren), mens allerede 10-15 m ut fra utslippet var det vanskelig å se noe typisk kalksediment i prøvetakeren.



**Figur 7.** Anslagsvis utbredelse av kalkholdig sediment utenfor utslippene basert på prøvetaking av sedimentet

### 3.3 Utslippenes størrelse

Vannføringen i utslippene varierer hovedsakelig som følge av naturlig avrenning, men også noe mht. hvorvidt det pågår vasking/spyling inne på tomte eller ikke. I henhold til to punktmålinger, samt



visuell observasjon ved feltarbeidet, varierte vannføringen i utslippene fra nær 0 (nesten tørre) til anslagsvis 3-4 l per sekund. Under kraftige regnværsepisoder kan det trolig være betydelig mer vann enn det vi observerte under feltarbeidet, men neppe mer enn 10 l/s. Til sammenlikning er middelvannføringen i Drammenselva 300 m<sup>3</sup>/s (300 000 l/sek).

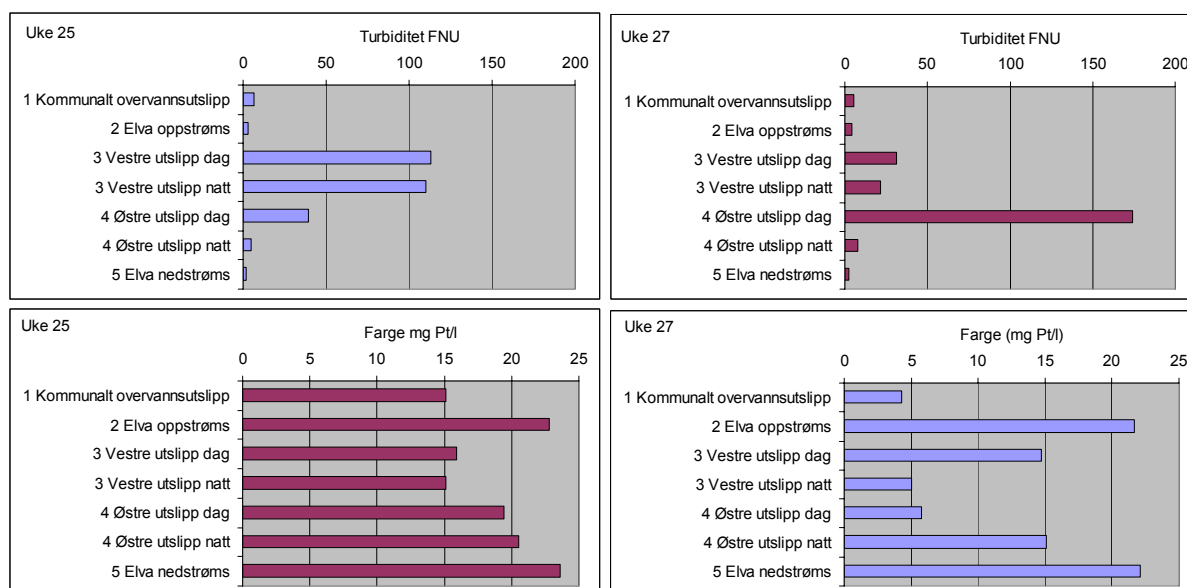
### 3.4 Kjemiske undersøkelser av avrenningen

Prøvetakingsstasjonene er gitt i **Figur 2**. Blandprøver fra de ulike stasjoner er analysert for to typiske driftsuker ved bedriften, nemlig uke 25 og uke 27 i 2008.

#### 3.4.1 Turbiditet og farge

Turbiditet er et mål på vannets grumsethet. Resultatene er gitt i **Figur 8**. Det vestre utslippet var sterkt turbid i uke 25, og turbiditeten var høy både på dagtid (produksjon pågår) og på nattetid når det ikke pågår produksjon. Dette indikerer at det er avrenning fra utendørs flater som er dominerende for dette utslippets beskaffenhet. Store deler av lagerområdet som ses på **Figur 5** drenerer til dette utslippet. I den tørre perioden var turbiditeten størst på dagtid, noe som indikerer at det var mer knyttet til prosessrelaterte aktiviteter som spyling av støpeformer, og annet støpeutstyr. Særlig det østre utslippet hadde høy turbiditet i denne perioden. Det var lite innslag av naturlig dremsvann i avrenningen i denne perioden. Vannføringen i utslippet var svært lav, så lav at det periodevis var vanskelig å ta prøver.

Utslippene har betydelig høyere turbiditet enn det kommunale overvannet. Likevel kan man ikke se noen forskjell på resipienten (Hagaøy-kanalen, et lite strømløp av Drammenselva) oppstrøms og nedstrøms.



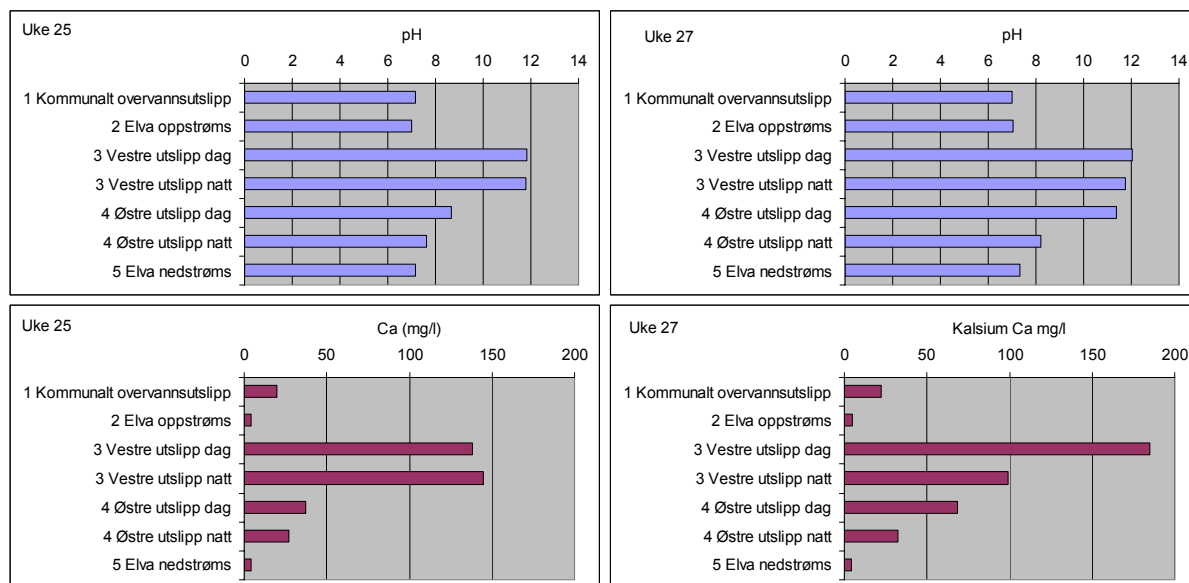
**Figur 8.** Turbiditet og farge

Vannet i utslippene har lav farge, noe som indikerer at det er lite løste organiske humusliknende stoffer.

#### 3.4.2 pH og Kalsium

Sement er brent kalksteinsmjøl som benyttes sammen med sand til støping, og når dette reagerer med vann dannes betong. Overskuddsvannet i prosessen får høy pH. Likeledes blir en del ureagerte betongbiter hengene på forskallingsformene, liggende igjen på gulvet, biter som faller av under

transport til mellomlager, osv. Alt dette reagerer basisk med vann, og avrenningen blir basisk. Dette skjer fra alle typer betongstøping. Resultatene fra pH og Kalsium målinger gitt i **Figur 9** bekrefter dette.

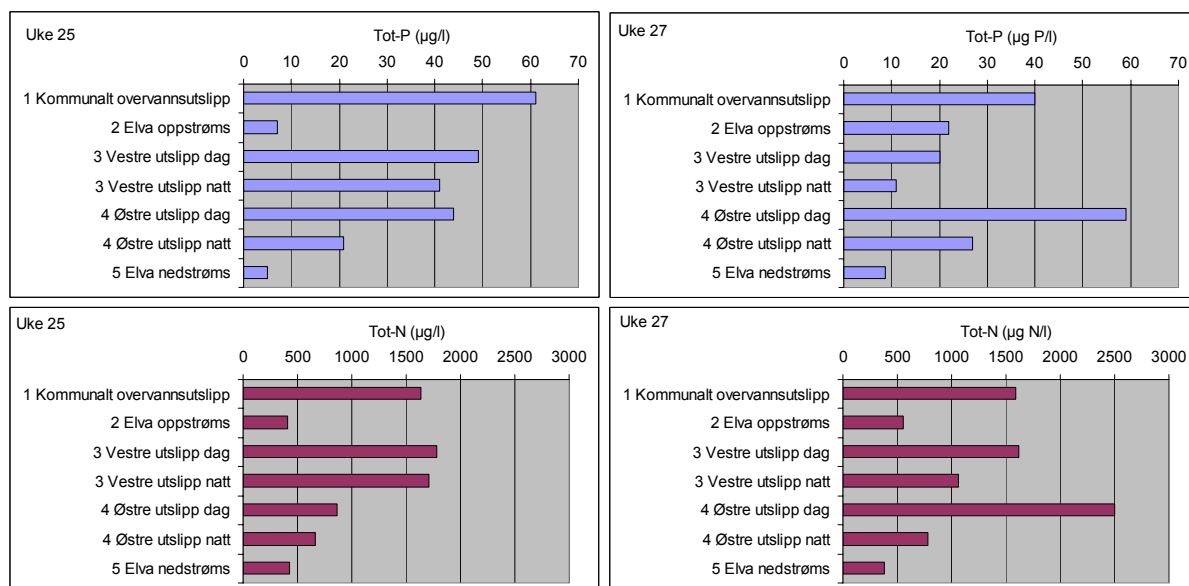


**Figur 9.** pH og kalsium

En ser at pH ligger rundt 12 i det vestre utslippet begge ukene, mens det er noe lavere i det østre utslippet. Kalsium viser naturlig nok samme trenden. Det kommunale overvannet har betydelig lavere pH og kalsiumkonsentrasjon. Utslippene har ingen målbar effekt på pH og Ca-konsentrasjon i elva (Hagaøy-kanalen).

### 3.4.3 Næringssaltene Fosfor og Nitrogen

Fosfor- og nitrogenutslipp til vassdrag er uønsket da de fører ofte til problemartet algevekst (eutrofiering). Resultatene fra målingene er gitt i **Figur 10**.



**Figur 10.** Næringsalter

Utslippene har jamt over lave konsentrasjoner av fosfor og de er lavere enn i det kommunale overvannsutslippet. Utslipet er større om dagen enn om natten, noe som kan henge sammen med at det er noe fosfor i sement. Utslippene kan ikke spores i økende fosforkonsentrasjoner i elven nedstrøms.

Nitrogen konsentrasjonene ligger også på nivå med de kommunale overvannsutslippet. Også her er det høyere konsentrasjoner om dagen enn om natten. Det er lite nitrogen i sement, men det kan være noe i formoljen (vegetabilsk olje) som benyttes for at betongen ikke skal sette seg fast i forskallingsformene. Utslippene gir ikke noen økning av konsentrasjonen i elva nedstrøms.

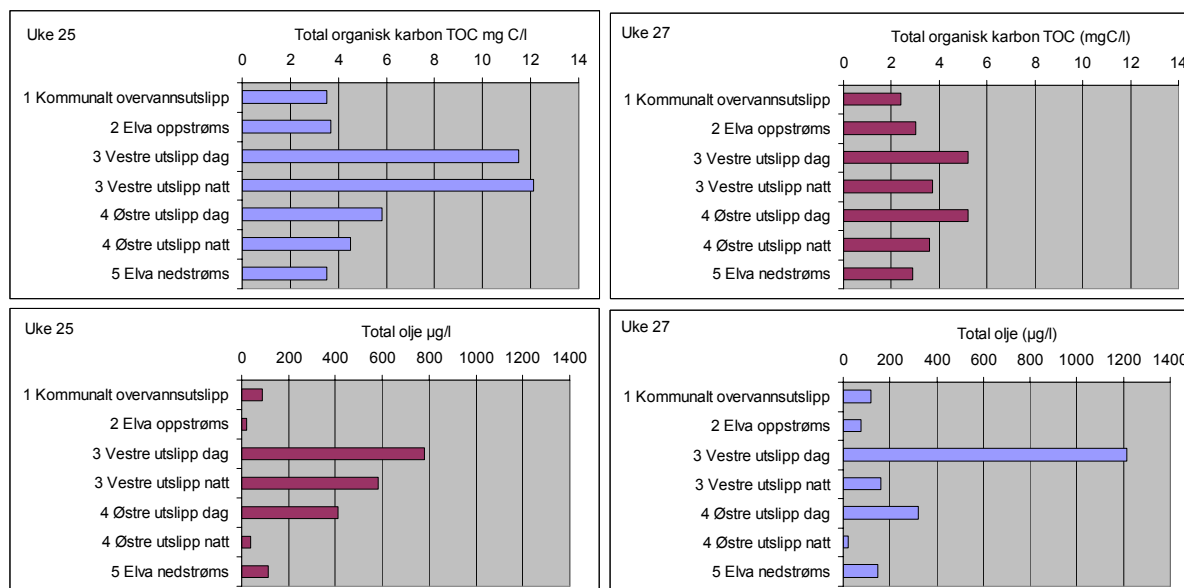
I **Tabell 7** og **Tabell 8** bak i rapporten er det ført opp fraksjoner av nitrogen og fosfor. Som nevnt er sanitæravløpene fra bedriften ledet til kommunalt kloakknett, slik at det skal ikke komme næringssaltene derfra. Hvis så hadde vært tilfelle, ville konsentrasjonene av fraksjonene ammonium og ortofosfat vært mye høyere. Nivåene her ligger på linje med det kommunale overvannsutslippet.

#### **3.4.4 Organisk karbon og olje**

Som nevnt innledningsvis benyttes det en vegetabilsk olje til å smøre forskallingsformene før støping for å hindre at betongen skal sette seg fast. Denne inneholder i henhold til HMS-data ikke noe giftige stoffer og er biologisk nedbrytbar (kfr Rukke og Karlsen 2007). Det er betydelig maskintransport inne på området, dessuten samler overvannsnett overvann fra en trafikkert vei, samt noe fra tilstøtende industriotmer. Det er derfor ikke urimelig å anta at det kan være noe oljesøl utover det som benyttes direkte i produksjonen.

Innhold av total organisk karbon (TOC) i utslippene er lave og ikke høyere enn det man kan finne i et brunt myrtjern. At det er høyere på dagtid enn på nattetid indikerer at det er spyling av formolje fra støpeformer som utgjør mye av dette. Imidlertid var det høye konsentrasjoner fra det vestre utslippet i den våte uken både natt og dag. Dette indikerer at det er olje som vaskes ned fra betong, søl og annet fra utearealene. Det vestre utslippet kommer i det vesentligste fra bedriftens eget areal, mens det østre utslippet drenerer også Drammensveien og noe tilstøtende industriområde.

Mht TOC var det ikke mulig å se noen forskjell på konsentrasjonen i elven oppstrøms og nedstrøms, mens med hensyn til olje kan ane en viss økning av konsentrasjonen nedstrøms. Vi har ikke gjort noe forsøk på å skille ut hva slags oljetyper det dreier seg om, da dette ble gjort i Eurofins-BUVA undersøkelsen tidligere (Alstad Rukke 2006), hvor de fant at det i det alt vesentligste dreide seg om formolje. Sedimentprøvene syntes imidlertid å lukte også av vanlig motorolje. I tiden etter at prøvene til denne undersøkelsen ble samlet inn, har bedriften fjernet 35 m<sup>3</sup> av oljeholdig masse (jord) som har vært deponert på lagerplassen mot nord. Eventuelle utsig fra dette har drenert hovedsakelig mot det vestre utslippet. Det kan derfor være at deler av den observerte oljen i utslippet har vært motorolje. Denne kilden er nå fjernet.



**Figur 11.** Organisk materiale og formolje

### 3.4.5 Metaller

I utgangspunktet benyttes ikke noen metaller i produksjonen annet enn det som måtte være i sementen (se **Tabell 3**) og i sanden, samt i armeringsjernet. Sement lages av kalkstein som brennes og knuses i forskjellige trinn. Kalkfjell er sedimentær bergart avsatt på bunnen av havet. Disse kan inneholde varierende mengder tungmetaller. I **Tabell 3** er det gjengitt verdier for innhold av tungmetaller i sement benyttet ved et utvalg norske betongbedrifter (gjengitt fra Andersen og Lundli 2000). SINTEF (Justnes 2005) fant at slam og vaskevann fra betongbiler, og betong støpeformer osv., kan inneholde signifikante konsentrasjoner av disse elementene, men at det normalt ikke utgjør noen trussel for miljøet da det meste er bundet til sementpartikler eller til betongpartikler.

**Tabell 3.** Innhold av tungmetaller i norsk betong (kfr. Andersen og Lundli 2000)

| Tungmetall | Variasjonsområde (mg per kg sement) |
|------------|-------------------------------------|
| Bly        | 5-254                               |
| Kadmium    | 0-6                                 |
| Sink       | 21-679                              |
| Nikkel     | 17-97                               |
| Krom       | 25-124                              |
| Kobber     | 30-70                               |

I den senere tid har det, ut fra et arbeidsmiljømessig synspunkt, vært fokusert på krominnholdet i sementen, da det har vist seg at det kan føre til allergier og eksem ved gjentatt hudkontakt over lengre tid hos betongarbeidere. Direktoratet for arbeidstilsynet fastsatte en forskrift 25. januar 2005 om at man ikke skal omsette sement som inneholder mer løselig seksverdig krom enn 2 mg Cr per kg tørr sement. Det er ikke gjort noe studium av sementens innhold ved denne undersøkelsen.

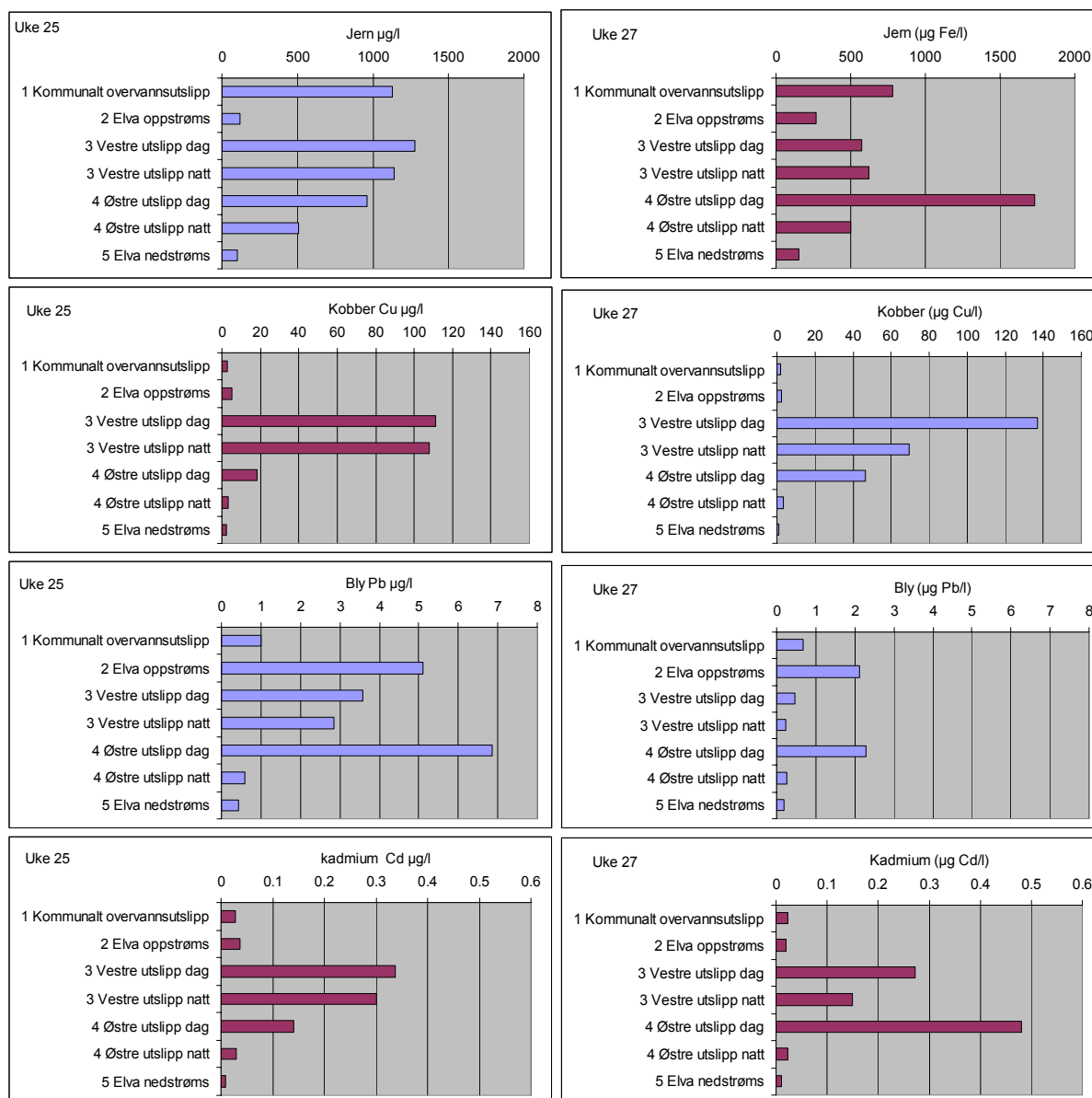
Imidlertid er det mye trafikk på området og man vet fra vegavrenningsstudier at trafikk genererer avrenning av flere metaller. Det dreier seg særlig om kobber, sink, nikkel, og jern, og kommer hovedsaklig fra dekkslitasje (kfr Bækken og medarb. 2007). I tillegg er det under det asfalterte området planert ut betongrester med fastsittende armeringsjern. Betongrester er imidlertid ikke ansett som noe forurensningsproblem ved deponering eller bruk i fyllinger etc (Kfr Justnes 2005). På

nabotomtene (skraphandler og kabelfabrikk) er det derimot betydelig metallbruk. Resultatene er gitt i **Figur 12**. For ingen av metallene har man greidd å påvise noen høyere konsentrasjoner i elva (Hagaøy-kanalen) nedstrøms utslippene.

I det følgende gis det kommentarer til funnene av metaller ved denne undersøkelsen, se **Figur 12** og **Tabell 7** og **Tabell 8**.

Jernkonsentrasjonene i utslippet er nokså lave og på høyde med dem man finner i det kommunale overvannsutslippet. I det østre utslipp var det i begge perioder høyere konsentrasjoner om dagen enn om natten, noe som indikerer at det skyldes aktiviteten knyttet til produksjonen (sementrester, skjæring av armeringsjern, sveising, dekkslitasje, spyling av støpeformer og lasteplan, etc.).

Kobberkonsentrasjonene i vestre utslipp var betydelig høyere enn i østre utslipp. Dette kan komme av at dette området er det med mest tungtrafikk, truck trafikk og hjullaster trafikk og at det således blir mer dekkslitasjeprodukter her enn på arealene som drener til det østre utslipp.



**Figur 12.** Metaller i vannprøver

For bly er det bemerkelsesverdig at elven oppstrøms i begge ukers blandprøver har betydelig høyere konsentrasjoner enn elven nedstrøms. Den eneste forklaringen på dette er at det skjer utslipp til elva oppstrøms prøvetakingspunkt 2 fra annen virksomhet, og at dette ikke er ordentlig innblandet i elven ved oppstrømsprøvepunktet (st 2 i **Figur 2**). Som nevnt tidligere kommer det ut et rør oppstrøms som har sterke jernutfellinger. Dette kommer trolig fra kabelfabrikkens område. Jernutfellinger (rust) forekommer normalt også fra vanlige drens-systemer hvis det er jernholding grunn, så vi reagerte ikke nevneverdig på dette. Det munner jo ut mange overvanns- og drensrør til Drammenselva i området, og det har ikke vært prosjektets oppgave å undersøke alle disse. Konsentrasjonene av bly i utslippene var gjennomgående lavere enn i elva oppstrøms, men betydelig høyere enn i det kommunale overvannet.

I overvannsutslippene fra bedriften var bly-konsentrasjonene i østre utslipp høyere enn i vestre. Det er vanskelig å tolke dette spesielt, men det kan nevnes at det østre utslippet drenerer områdene som inkluderer Drammensveien og industriområdet sør for denne. Det er mulig at det også dreneres noe vann fra skraphandlertomten som er nabo i sørvest. Se den anslagsvise kartleggingen av dreneringsområdet i **Figur 1**. Konsentrasjonene var høyere på dagtid enn nattetid i begge ukene, noe som indikerer at bedriftens aktivitet øker utslippet.

I elven nedstrøms var konsentrasjonene av bly svært lave og elvevannet tilfredsstillende SFT beste vannkvalitetsklasse.

Utslippene av kadmium gav ingen effekt på konsentrasjonene i elva nedstrøms. Begge utslippene viste høyere konsentrasjoner på dagtid enn nattetid, særlig i det østre utslippet. Dette indikerer at den aktive driften medfører at mer forurensning finner veien til utslippet.

For de andre metallene som er analysert henvises det til **Tabell 7** og **Tabell 8**. De viser mye av det samme mønsteret som er presentert i figurene, nemlig at utslippene har betydelig forhøyede konsentrasjoner, og at konsentrasjonene er høyest i tiden da virksomheten pågår (dagtid) enn på nattetid, at konsentrasjonene er høyere enn i den kommunale overvannsledningen, men at utslippene volummessig sett er så små at ingen gir målbare forhøyede konsentrasjoner i elven nedstrøms.



### 3.5 Forurensning i sedimenter

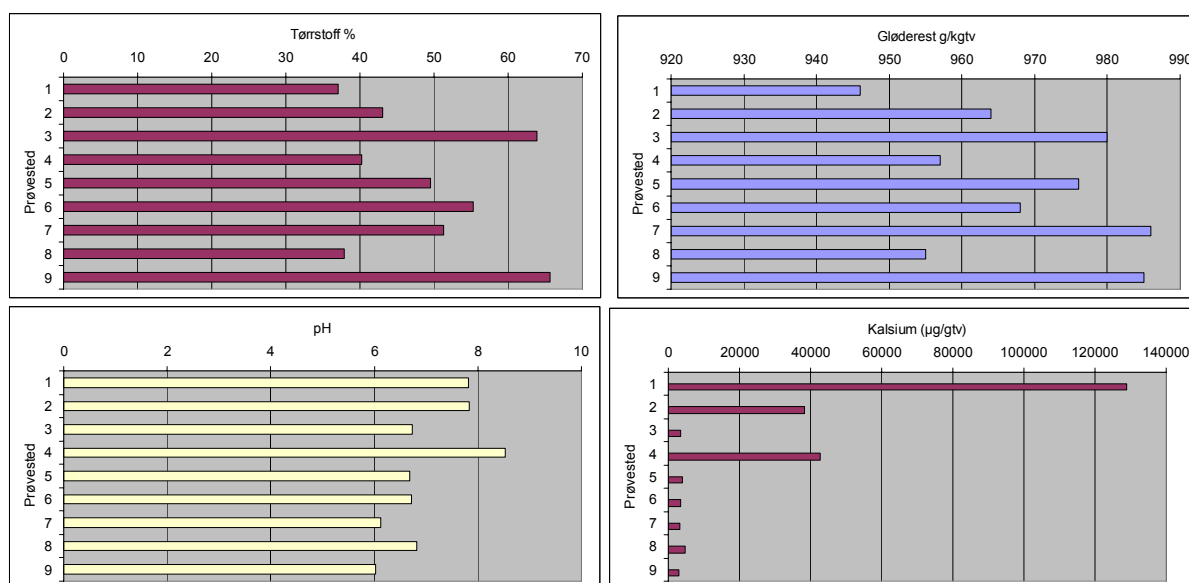
For å kartlegge forurensningen i sedimentene ble det tatt tre sedimentprøver utenfor hvert utslipp langs den gradienten forurensningen visuelt sett spredte seg mest, se **Figur 4**.

Samtlige resultater er ført opp i **Tabell 6** bak i rapporten. De viktigste resultatene er ført opp i figur13-14 samt tabell 4 og 5 i teksten.

#### 3.5.1 Tørrestoff og gløderest, pH og Kalsium

Resultatene er gitt i **Figur 13**. Sedimentene er forholdsvis faste med tørrestoffinnhold på 40-60 %. De er vesentlig uorganiske med gløderest på 95-99 %. Det er ikke noen tydelig nivåforskjeller mellom referanseområdet og området utenfor utslippene. Utenfor utslippene blir sedimentene hardere og hardere jo lenger ut man kommer. Dette har sammenheng med at utslippene selv inneholder mye finstoff og at materialet blir liggende igjen nær utslippet.

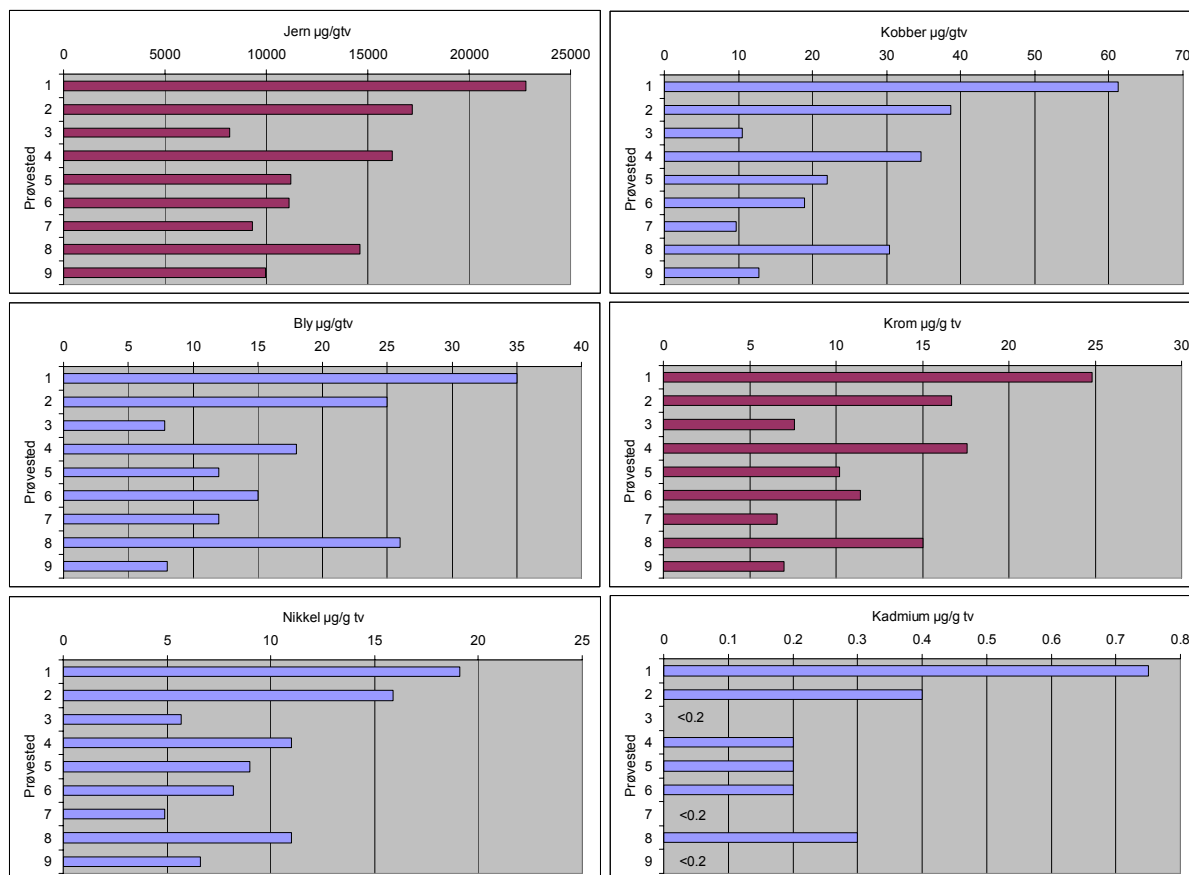
pH ligger fra 6-8 med maksimal verdi på 8.5 i slammet rett utfor det vestre utslippet. pH verdier i dette nivået er normalt ikke skadelige for biologien i elveslammet. De høyeste pH-verdier finner man rett ut for utslippene. Dette også er tilfelle for konsentrasjonen av kalsium, noe som kommer av at det er sement- og betongrester som følger med vannet, og som sedimenterer.



**Figur 13.** Tørrestoff og gløderest pH og Kalsium i sedimentet. 1-3 er østre utslipp, 3-4 vestre utslipp, 6-7 er referansestasjoner oppstrøms. Se **Figur 4** for stasjonsdetaljer.

#### 3.5.2 Metaller i sedimentet

Som det fremgår av **Figur 14** har den innerste stasjonen nærmest utslippene høyest konsentrasjon av metaller og kalsium. Dette indikerer at metallene er knyttet til partikulært materiale som sedimenterer nær utslippene. Den midtre prøven på referansestasjon oppstrøms (st 8) hadde også forhøyede metallverdier. Årsaken til dette er ukjent.



**Figur 14.** Innhold av noen metaller i sedimentet. 1-3 er østre utslipp, 3-4 vestre utslipp, 6-7 er referansestasjoner oppstrøms. Se **Figur 4** for plassering.

I **Tabell 4** er tungmetallene vurdert etter SFTs klassifikasjonssystem fra 1997 (TA-1468/1997) og i **Tabell 5** er de vurdert etter den reviderte versjonen av dette som kom i februar 2008 (TA-2229/2007). Etter det første systemet ligger alle verdiene i beste eller nest beste klasse, og medfører ikke noe forurensningsproblem. Etter det reviderte systemet vil den innerste stasjonen i det vestre utslippet plasseres i klasse IV Dårlig mht kobber. Alle de andre stasjonene har uproblematiske nivå av tungmetaller. Det reviderte systemet er først og fremst utarbeidet for sjøvannssedimenter, og grensen for kobber passer dårlig med det man finner i ferskvann. Rognerud et al (2008) undersøkte sediment i 250 innsjøer som bare mottar metallforurensning fra atmosfærisk nedfall, dvs innsjøer uten lokale forurensningskilder i nedbørfeltet, og fant at mange av disse hadde kobberinnhold i sedimentet langt over  $61 \mu\text{g/g}$  (maks funn ut for utslippene), faktisk helt opp i  $345 \mu\text{g/g}$ . 20 % av innsjøene hadde sedimentkonsentrasjoner av kobber over  $61 \mu\text{g/g}$ , og organismelivet i disse sedimentene så nokså normalt ut. Det er derfor ikke grunn til å legge for mye vekt på klassifiseringen etter det reviderte systemet.

**Tabell 4.** Innhold av noen tungmetaller i sedimentet vurdert etter SFTs sedimentkvalitetskriterier fra Veileder 97:04 (TA-1468/1997)

| Analysevariabel                        | Kadmium                 | Krom                  | Kobber                 | Nikkel               | Bly                       |
|--|-------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|---------------------------|
| Enhet ==>                              | µg/g                    | µg/g                  | µg/g                   | µg/g                 | µg/g                      |
| 1 Sentrum Øst                          | 0.75                    | 24.8                  | 61.2                   | 19.1                 | 35                        |
| 2 Midt Øst                             | 0.4                     | 16.7                  | 38.7                   | 15.9                 | 25                        |
| 3 Ytterst Øst                          | <0.2                    | 7.6                   | 10.5                   | 5.7                  | 7.8                       |
| 4 Sentrum Vest                         | 0.2                     | 17.6                  | 34.7                   | 11                   | 18                        |
| 5 Midt Vest                            | 0.2                     | 10.2                  | 22                     | 9                    | 12                        |
| 6 Ytterst Vest                         | 0.2                     | 11.4                  | 18.9                   | 8.2                  | 15                        |
| 7 Innerst Ref                          | <0.2                    | 6.6                   | 9.68                   | 4.9                  | 12                        |
| 8 Midt Ref                             | 0.3                     | 15                    | 30.4                   | 11                   | 26                        |
| 9 Ytterst Ref                          | <0.2                    | 7                     | 12.8                   | 6.6                  | 8                         |
| SFT's sedimentkriterier (TA-1468/1997) | I Ubetydelig forurenset | II Moderat Forurenset | III Markert forurenset | IV Sterkt forurenset | V Meget sterkt forurenset |

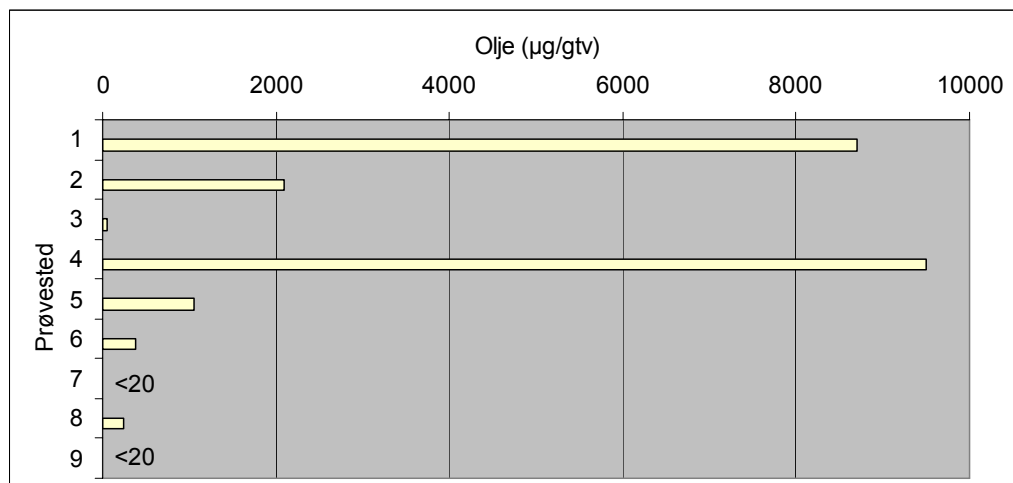
**Tabell 5.** Innhold av noen tungmetaller i sedimentet vurdert etter SFTs sedimentkvalitetskriterier fra den reviderte veileder for sediment i fjorder og kystfarvann (TA-2229/2007)

| Analysevariabel                                  | Kadmium    | Krom   | Kobber      | Nikkel    | Bly            |
|--|------------|--------|-------------|-----------|----------------|
| Enhet ==>  | µg/g       | µg/g   | µg/g        | µg/g      | µg/g           |
| 1 Sentrum Øst                                    | 0.75       | 24.8   | 61.2        | 19.1      | 35             |
| 2 Midt Øst                                       | 0.4        | 16.7   | 38.7        | 15.9      | 25             |
| 3 Ytterst Øst                                    | <0.2       | 7.6    | 10.5        | 5.7       | 7.8            |
| 4 Sentrum Vest                                   | 0.2        | 17.6   | 34.7        | 11        | 18             |
| 5 Midt Vest                                      | 0.2        | 10.2   | 22          | 9         | 12             |
| 6 Ytterst Vest                                   | 0.2        | 11.4   | 18.9        | 8.2       | 15             |
| 7 Innerst Ref                                    | <0.2       | 6.6    | 9.68        | 4.9       | 12             |
| 8 Midt Ref                                       | 0.3        | 15     | 30.4        | 11        | 26             |
| 9 Ytterst Ref                                    | <0.2       | 7      | 12.8        | 6.6       | 8              |
| SFT's reviderte sedimentkriterier (TA-2229/2007) | I Bakgrunn | II God | III Moderat | IV Dårlig | V Svært dårlig |

### 3.5.3 Olje i sedimentet

Eurofins (Rukke og Karlsen 2007) analyserte innhold av olje i vaske- og spylevann og fant at oljen bestod av formolje. Formoljen er en vegetabilsk olje som benyttes for at betongen lettere skal slippe forskallingsformene etter herding. Sika er tilsetningsstoff for å gjøre betongen sterkere, samt tettere slik at ikke armeringsjernet skal ruste så fort. Begge disse stoffene er godkjent av myndighetene til dette bruk og er i henhold til HMS-blad ikke giftige eller skaper problemer for miljøet (Rukke og Karlsen 2007). Andre organiske stoffer benyttes ikke av bedriften. Vi har regnet med at det er disse oljekomponentene vi finner også i sedimentene. Det bør imidlertid bemerkes at det også luktet en snev motorolje av sedimentet, så man skal ikke se bort fra at det kommer noe søl fra maskiner og biltrafikk. Olje i sedimentet kan også være gamle synder. Som sagt har man ikke analysert oljen for ulike oljetyper ved denne undersøkelsen.

Resultatene er gitt i **Figur 15**. En ser at det er rett ut for utslippene (st 1 og 4) at konsentrasjonene er høye. Prøvene 10 m utfor utslippene hadde også noe forhøyede verdier, mens 20 m ut var det verdien på linje med referansen.



**Figur 15.** Innhold av olje i sedimentet. 1-3 er østre utslipp, 3-4 vestre utslipp, mens 6-7 er referansestasjoner oppstrøms. Se **Figur 4** for stasjonsdetaljer.

### 3.6 Bunndyr i sedimentet utenfor utslippene

Det ble tatt bunndyrprøver på de samme stasjoner som sedimentprøvene ble tatt, se **Figur 4** for lokalisering.

Det ble tatt prøver fra 2 referansestasjoner; Innerst Ref og Midt Ref. Tettheten ved innerste stasjon var omkring 5800 ind/m<sup>2</sup>, mens den på midtre stasjon var omkring 4400 ind/m<sup>2</sup> (**Figur 16**). Det biologiske mangfoldet var vesentlig høyere på innerste stasjon enn på midtre. Innenfor de artsbestemte gruppene ble det registrert 8 arter innerst mot bare 3 på midtre stasjon (innenfor bunndyrgruppene igler, snegler, krepsdyr, mudderfluer, billelarver, døgnfluer og vårfluer) (**Figur 17** og **Figur 18**). Forskjellen i mangfold kunne delvis også ses på antall systematiske hovedgrupper. En viktig årsak til forskjellen er at det fra midtre stasjon bare var mulig å få opp én grabb med bunndyrmateriale, mot tre grabber fra alle andre stasjoner. Antall arter og grupper i totalprøven vil da naturlig være mindre. Det må imidlertid også nevnes at sedimentet på midtre referansestasjonen var noe mer forurenset enn innerste stasjon.

Utenfor det østre overvannsutslippet var total tetthet av bunndyr i overkant av 4000 individer/m<sup>2</sup>, og nokså lik på alle stasjonene (**Figur 16**). Dette var i nærheten av det samme som ved referansestasjonene. På den innerste stasjonen, 1 Sentrum Øst, var det imidlertid få grupper. Fjærmygglarver og fåbørstemark var dominerende innslag. Dette er artsrike dyregrupper med mange arter som er tolerante ovenfor forurensninger. På 2 Midt Øst og 3 Ytterst Øst var det en vesentlig endring i bunndyrsammensetningen sett i forhold til innerste stasjon ved at små muslinger (*Pisidium*) ble det dominerende faunainnslaget. Disse ble ikke i det hele tatt observert ved stasjon 1. Blant de gruppene som kunne artsbestemmes (se over), var det bare en art som ble registrert ved innerste stasjon (**Figur 17**). Dette var sneglen *Radix labiata* med forholdsvis lav tetthet (**Figur 18**). Utover på stasjonene 2 Midt Øst og 3 Ytterst Øst økte det biologiske mangfoldet (målt som antall arter). Krepsdyret *Asellus aquaticus* var vanlig på stasjon 2. Denne arten er forurensningstolerant. Men det var også et lite innslag av døgnfluen *Ephemerella ignita* som ikke er særlig tolerant. På stasjon 3 var det innslag av flere arter som ikke er forurensningstolerante.

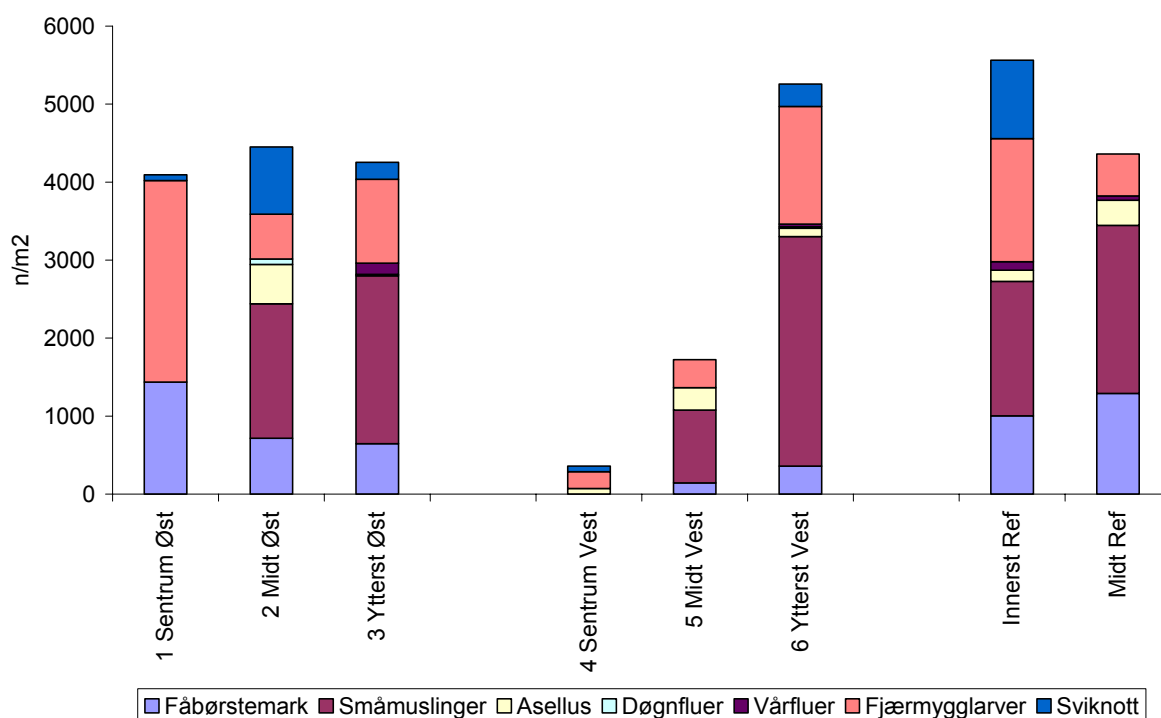
På bakgrunn av bunndyrsamfunnets sammensetning utenfor østre overvannsutslipp kan vi konkludere med at faunaen er utsatt for forurensninger som reduserer det biologiske mangfoldet. Påvirkningen er

størst nær utslippet og avtar utover. Det er flere av forurensningene som kan være årsak til påvirkningene. Av disse er: 1) oljeholdig sediment 2) svært høy pH i utløpsvannet 3) delvis høye metallkonsentrasjoner 3) meget kalkholdig sediment.

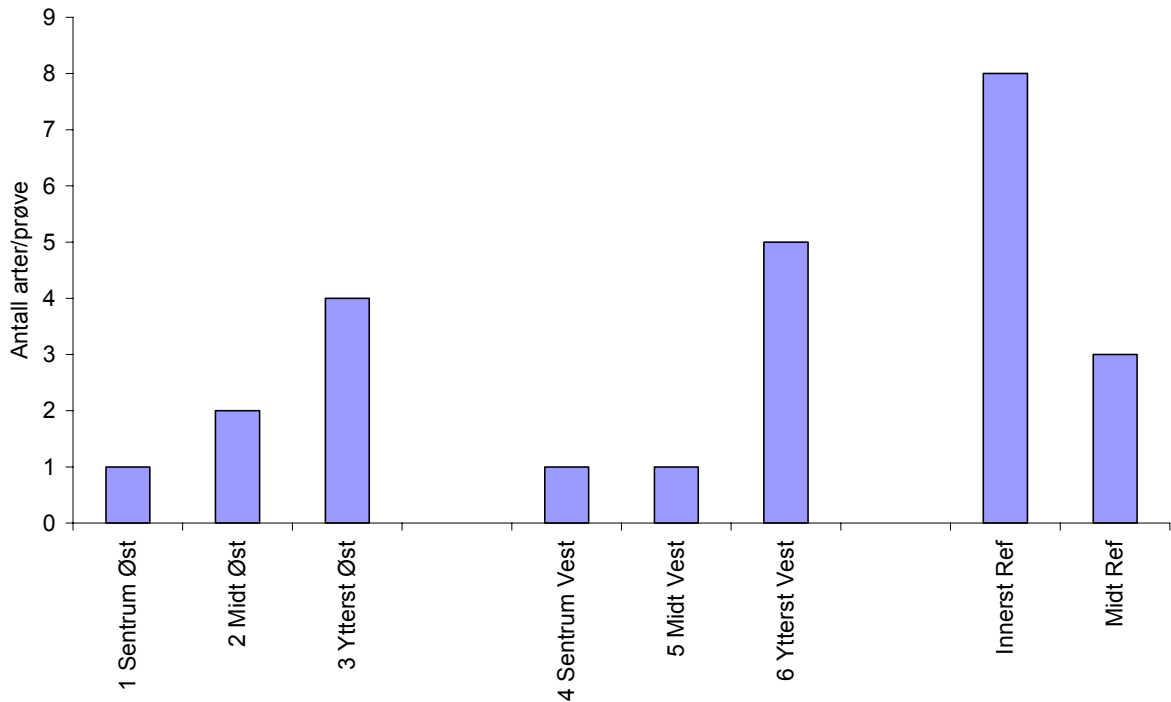
Utenfor vestre overvannsutslipp var det en gradient fra lav til høy total tetthet av bunndyr fra innerst til ytterst. Ved innerste stasjon, 5 Sentrum Vest, var det bare omkring 360 ind./m<sup>2</sup>. Tettheten økte til omkring 1700 ind./m<sup>2</sup> og omkring 5300 ind./m<sup>2</sup> på henholdsvis 6 Midt Vest og 7 Ytterst Vest (**Figur 16**). På den innerste stasjonen var det bare få grupper. Fjærmygglarver var vanlige på alle stasjoner. Som utenfor østre utslipp skjedde det en vesentlig endring i bunndyrsamfunnet fra innerste stasjon til de to utenfor ved at små muslinger (*Pisidium*) ble det dominerende elementet i faunaen.

Blant de gruppene som kunne artsbestemmes (se over), var det bare registrert én art ved 4 Sentrum Vest (**Figur 17**). Dette var det forurensningstolerante krepsdyret *Asellus aquaticus* (**Figur 18**). På 5 Midt Vest ble det også bare funnet *Asellus aquaticus*. Ved stasjon 6 Ytterst Vest var biologiske mangfoldet vesentlig høyere. Det ble her bestemt 5 arter. Her var også *Asellus aquaticus* vanligst, men det var også innslag av mindre tolerante døgnfluer, vårfluer og biller.

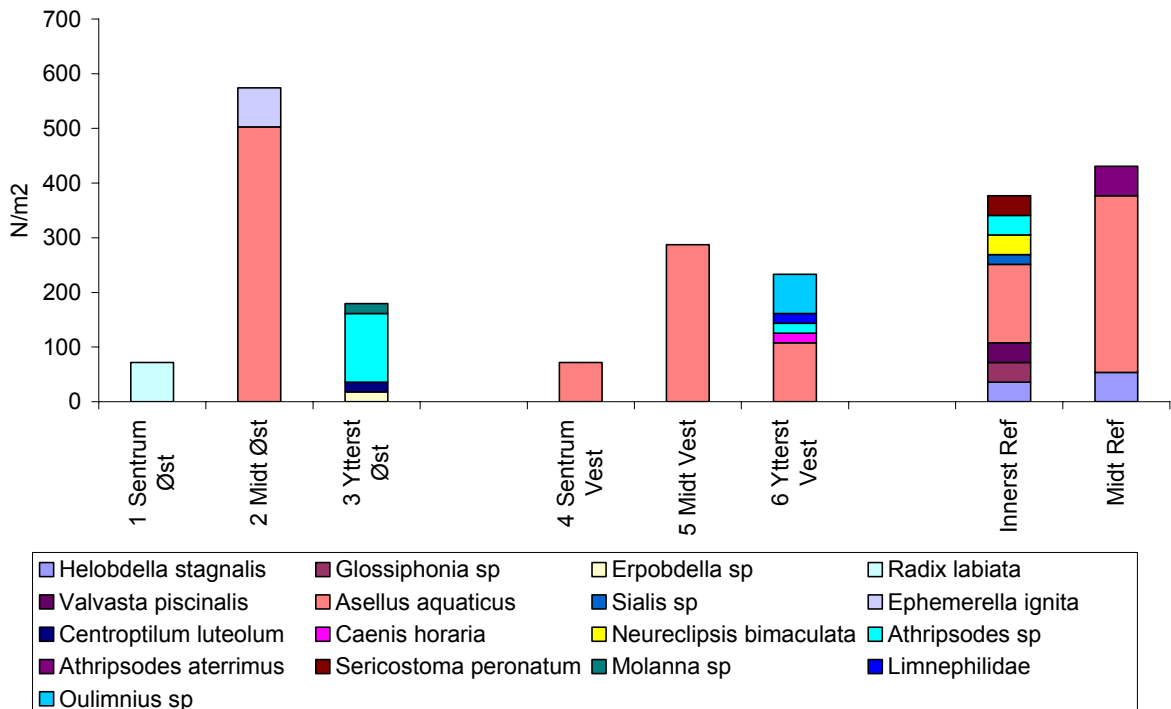
For bunndyrsamfunnet utenfor vestre overvannsutslipp kan vi konkludere med at faunaen er utsatt for forurensninger som reduserer det biologiske mangfoldet. Påvirkningen er størst nær utslippet og avtar utover. Det er flere av forurensningene som kan være årsak til påvirkningene. Av disse er: 1) oljeholdig sediment 2) svært høy pH i utløpsvannet 3) delvis høye metallkonsentrasjoner 3) meget kalkholdig sediment.



**Figur 16.** Total tetthet av bunndyr fordelt på de vanligste systematiske gruppene. Drammenselva ved Loe Betong 21.08.2008.



**Figur 17.** Antall arter på hver stasjon innen de taksonomiske gruppene igler, snegler, krepsdyr, mudderfluer, døgnfluer og vårfluer. Drammenselva ved Loe Betong 21.08.2008.



**Figur 18.** Tettheter av observerte bunndyrarter innen de taksonomiske gruppene igler, snegler, krepsdyr, mudderfluer, døgnfluer og vårfluer. Drammenselva ved Loe Betong 21.08.2008.



## 4. Litteratur

Rukke, Nina Alstad 2007: Dokumentasjon av utslipp fra Loe Betongelementer., Eurofins Norge Rapport 07/42, 11 sider.

SFT 1997: Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann., SFT-Rapport TA-nummer 1468/1997, 31 sider.

SFT 2007: Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Revidering av Klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter., SFT-rapport TA-nummer 2229/2007., 11 sider.

Direktoratet for arbeidstilsynet 2005. Forskrift til Arbeidsmiljøloven fastsatt 24. januar 2005. Løselig seksverdig krom i sement., Forskrift nr 489., 6 sider.

Rognerud, S., E. Fjeld, B.L. Skjelkvåle, Guttorm Christensen og Odvar Røyset, 2008: Nasjonal innsjøundersøkelse 2004-2006, Del 2: Sedimenter. Forurensning av metaller, PAH og PCB., SFT-rapport TA-nummer 2362/2008, 77 sider.

Justnes, H. 2005. Innvirkning av betong, betongvaskevann og –slam på miljøet ved deponi og muligheter for gjenbruk., SINTEF Rapport STF50 F05205, 10 sider.

Lundli, H.E. og O. Andersen, 2000. Miljøstrategier for små og mellomstore bedrifter i distriktene., Miljøstrategier i distrikts-SMB – Sluttrapport. Vestlandsforskning VF-rapportnr 16/2000, 49 sider.

Bækken, T, B. Rygg og A. Veidel 2007. Rv. 311 Ringvei Nord Tønsberg. Avrenning fra veg og tunnel i anleggsfasen. Overvåking av vannkvalitet og biologi i Homannsbekken og Ilene. Sluttrapport., NIVA-rapport 5471-2007, 31 sider.

## 5. Primærdata

**Tabell 6.** Analyser av sediment 21.08.2009 Drammenselva utenfor Loe Betongelementer.

| Analysevariabel | Tørrstoff | Gløderest | Kalsium | Kadmium | Kobolt | Krom  | Kobber | Jern  | Magnesium | Nikkel | Bly   | Olje      | pH   |
|-----------------|-----------|-----------|---------|---------|--------|-------|--------|-------|-----------|--------|-------|-----------|------|
| Enhet ==>       | %         | g/kg TS   | µg/g    | µg/g    | µg/g   | µg/g  | µg/g   | µg/g  | µg/g      | µg/g   | µg/g  | µg/g t.v. | pH   |
| NIVA-Metode ==> | B 3       | B 3       | E 9-5   | E 9-5   | E 9-5  | E 9-5 | E 9-5  | E 9-5 | E 9-5     | E 9-5  | E 9-5 | Intern*   | A 1  |
| 1 Sentrum Øst   | 37        | 946       | 129000  | 0.75    | 30     | 24.8  | 61.2   | 22800 | 5590      | 19.1   | 35    | 8700      | 7.81 |
| 2 Midt Øst      | 43        | 964       | 38300   | 0.4     | 12.6   | 16.7  | 38.7   | 17200 | 4020      | 15.9   | 25    | 2100      | 7.84 |
| 3 Ytterst Øst   | 63.9      | 980       | 3430    | <0.2    | 3.8    | 7.6   | 10.5   | 8180  | 2470      | 5.7    | 7.8   | 54        | 6.74 |
| 4 Sentrum Vest  | 40.2      | 957       | 42600   | 0.2     | 14.5   | 17.6  | 34.7   | 16200 | 5110      | 11     | 18    | 9500      | 8.53 |
| 5 Midt Vest     | 49.5      | 976       | 4000    | 0.2     | 7.1    | 10.2  | 22     | 11200 | 2980      | 9      | 12    | 1050      | 6.68 |
| 6 Ytterst Vest  | 55.3      | 968       | 3550    | 0.2     | 6.1    | 11.4  | 18.9   | 11100 | 3030      | 8.2    | 15    | 380       | 6.71 |
| 7 Innerst Ref   | 51.3      | 986       | 3260    | <0.2    | 3.3    | 6.6   | 9.68   | 9300  | 2250      | 4.9    | 12    | <20       | 6.13 |
| 8 Midt Ref      | 37.9      | 955       | 4670    | 0.3     | 7.7    | 15    | 30.4   | 14600 | 3950      | 11     | 26    | 240       | 6.82 |
| 9 Ytterst Ref   | 65.7      | 985       | 3000    | <0.2    | 4.3    | 7     | 12.8   | 9950  | 2700      | 6.6    | 8     | <20       | 6.03 |

**Tabell 7.** Analyseresultater fra ukeblandprøver Uke 25 (16.06.2008-20.06.2008).

| Analysevariabel               | pH    | Konduktivitet | Turbiditet | Farge  | Tot-P/L | PO4-P,m | Tot-N/L | NH4-N  | NO3-N  | TOC    | Arsen | Kalsium | Kadmium | Kobolt | Krom  | Kobber | Fe/MS | Magnesium | Nikkel | Bly   | Tinn  | Sink  | Olje |
|-------------------------------|-------|---------------|------------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|-------|---------|---------|--------|-------|--------|-------|-----------|--------|-------|-------|-------|------|
| Enhet ==>                     | A 1   | mS/m          | FNU        | mg P/l | µg P/l  | µg P/l  | µg N/l  | µg N/l | µg N/l | mg C/l | µg/l  | mg/l    | µg/l    | µg/l   | µg/l  | µg/l   | µg/l  | mg/l      | µg/l   | µg/l  | µg/l  | µg/l  | µg/l |
| Metode ==>                    | A 1   | A 2           | A 4-2      | A 5    | D 2-1   | D 1-1   | D 6-1   | C 4-3  | C 4-3  | G 4-2  | E 8-3 | C 4-3   | E 8-3   | E 8-3  | E 8-3 | E 8-3  | E 8-3 | C 4-3     | E 8-3  | E 8-3 | E 8-3 | E 8-3 | H 6* |
| 1 Kommuntalt overvannsløslipp | 7.17  | 25            | 6.27       | 15.1   | 61      | 13      | 1640    | 560    | 660    | 3.5    | 0.75  | 20      | 0.028   | 0.252  | 0.53  | 2.8    | 1130  | 3.8       | 0.33   | 1     | <0.1  | 13.8  | 87   |
| 2 Elva oppstrøms              | 6.98  | 3.84          | 2.74       | 22.8   | 7       | 2       | 410     | 16     | 215    | 3.7    | 0.2   | 4.38    | 0.036   | 0.12   | 0.3   | 5.39   | 120   | 0.63      | 0.6    | 5.1   | 0.2   | 22.1  | 20   |
| 3 Vestre utslipp dag          | 11.82 | 172           | 1.13       | 15.9   | 49      | 1       | 1780    | 74     | 93     | 11.5   | 0.49  | 138     | 0.337   | 32.8   | 11.5  | 111    | 1280  | 0.03      | 24.4   | 3.57  | 0.62  | 38.8  | 779  |
| 3 Vestre utslipp natt         | 11.81 | 174           | 1.10       | 15.1   | 41      | <1      | 1710    | 68     | 90     | 12.1   | 0.40  | 145     | 0.301   | 31.6   | 11.3  | 108    | 1140  | 0.04      | 23.8   | 2.86  | 0.35  | 31.2  | 584  |
| 4 Østre utslipp dag           | 8.65  | 31.7          | 39.2       | 19.4   | 44      | 5       | 865     | 53     | 275    | 5.8    | 0.34  | 37      | 0.14    | 2.01   | 3.24  | 18.4   | 964   | 3.21      | 2.36   | 6.86  | 0.36  | 76    | 409  |
| 4 Østre utslipp natt          | 7.64  | 23.8          | 4.58       | 20.5   | 21      | 5       | 665     | 70     | 285    | 4.5    | 0.22  | 27.2    | 0.03    | 0.359  | 0.40  | 3.21   | 506   | 3.81      | 0.49   | 0.59  | 0.1   | 26.4  | 38   |
| 5 Elva nedstrøms              | 7.15  | 4.3           | 1.83       | 23.6   | 5       | 1       | 425     | 17     | 210    | 3.5    | 0.2   | 4.43    | 0.009   | 0.096  | 0.2   | 2.49   | 100   | 0.65      | 0.39   | 0.432 | <0.1  | 3.99  | 112  |

**Tabell 8.** Analyseresultater fra ukeblandprøver uke 27 (30.06-04.07.2008)

| Analysevariabel               | pH    | Konduktivitet | Turbiditet | Farge  | Tot-P/L | PO4-P  | Tot-N/L | NH4-N  | NO3-N  | TOC    | Arsen | Kalsium | Kadmium | Kobolt | Krom  | Kobber | Jern  | Magnesium | Nikkel | Bly   | Tinn  | Zink  | Olje |
|-------------------------------|-------|---------------|------------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|-------|---------|---------|--------|-------|--------|-------|-----------|--------|-------|-------|-------|------|
| Enhet ==>                     | A 1   | mS/m          | FNU        | mg P/l | µg P/l  | µg P/l | µg N/l  | µg N/l | µg N/l | mg C/l | µg/l  | mg/l    | µg/l    | µg/l   | µg/l  | µg/l   | µg/l  | mg/l      | µg/l   | µg/l  | µg/l  | µg/l  | µg/l |
| NIVA-Metode ==>               | A 1   | A 2           | A 4-2      | A 5    | D 2-1   | D 1-1  | D 6-1   | C 4-3  | C 4-3  | G 4-2  | E 8-3 | C 4-3   | E 8-3   | E 8-3  | E 8-3 | E 8-3  | E 8-3 | C 4-3     | E 8-3  | E 8-3 | E 8-3 | E 8-3 | H 6* |
| 1 Kommuntalt overvannsløslipp | 7.01  | 27.4          | 5.36       | 4.3    | 40      | <1     | 1590    | 550    | 675    | 2.4    | 0.21  | 22.3    | 0.024   | 0.274  | 0.69  | 2.13   | 780   | 3.8       | 0.30   | 0.674 | <0.1  | 174   | 119  |
| 2 Elva oppstrøms              | 7.03  | 4.46          | 4.47       | 21.7   | 22      | 3.9    | 550     | 73     | 180    | 3      | 0.2   | 4.88    | 0.02    | 0.16   | 0.39  | 2.18   | 270   | 0.69      | 0.57   | 2.13  | <0.1  | 8.52  | 75   |
| 3 Vestre utslipp dag          | 12.03 | 244           | 31         | 14.7   | 20      | <1     | 1620    | 32     | 80     | 5.2    | 0.2   | 185     | 0.272   | 44.7   | 16    | 137    | 575   | <0.02     | 33.8   | 0.456 | 0.2   | 12    | 1214 |
| 3 Vestre utslipp natt         | 11.77 | 132           | 21.7       | 5      | 11      | <1     | 1060    | 38     | 90     | 3.7    | 0.2   | 98.8    | 0.15    | 24.1   | 7.61  | 69.4   | 620   | 0.05      | 20.9   | 0.232 | <0.1  | 18.4  | 162  |
| 4 Østre utslipp dag           | 11.36 | 87.6          | 174        | 5.8    | 59      | <1     | 2500    | 150    | 1100   | 5.2    | 0.75  | 68.5    | 0.48    | 6.3    | 9.49  | 46.5   | 1730  | 0.64      | 12.2   | 2.28  | 0.2   | 239   | 321  |
| 4 Østre utslipp natt          | 8.2   | 30.1          | 7.86       | 15.1   | 27      | 2.4    | 785     | 130    | 300    | 3.6    | 0.2   | 32.7    | 0.023   | 0.406  | 0.80  | 3.31   | 498   | 4.7       | 0.30   | 0.253 | <0.1  | 33.7  | 20   |
| 5 Elva nedstrøms              | 7.33  | 4.34          | 2.4        | 22.1   | 8.6     | <1     | 380     | 25     | 165    | 2.9    | 0.2   | 4.25    | 0.01    | 0.18   | 0.36  | 1.03   | 150   | 0.58      | 0.43   | 0.19  | <0.1  | 202   | 147  |

**Tabell 9.** Bunndyr ved de ulike stasjonene (antall per m<sup>2</sup>) fordelt på hovedgrupper av dyr.

| Gruppe         | 1 Sentrum Øst | 2 Midt Øst | 3 Ytterst Øst | 4 Sentrum Vest | 5 Midt Vest | 6 Ytterst Vest | Innerst Ref | Midt Ref |
|----------------|---------------|------------|---------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------|
| Fåbørstemark   | 1436          | 718        | 646           | 0              | 144         | 359            | 1005        | 1292     |
| Flatmark       |               |            |               |                |             |                | 36          |          |
| Igler          |               |            | 18            |                |             |                | 72          | 54       |
| Snegler        | 72            |            |               |                |             |                | 36          |          |
| Dammusling     |               |            | 18            |                |             | 18             | 72          |          |
| Småmuslinger   | 0             | 1723       | 2154          | 0              | 933         | 2943           | 1723        | 2154     |
| Vannmidd       |               | 144        |               |                |             |                |             |          |
| Asellus        | 0             | 503        |               | 72             | 287         | 108            | 144         | 323      |
| Mudderfluer    |               |            |               |                |             |                | 18          |          |
| Døgnfluer      |               | 72         | 18            |                |             | 18             |             |          |
| Billelarver    |               |            |               |                |             | 72             |             |          |
| Vårfluer       |               |            | 144           |                |             | 36             | 108         | 54       |
| Fjærmygglarver | 2584          | 574        | 1077          | 215            | 359         | 1508           | 1579        | 538      |
| Sviknott       | 72            | 861        | 215           | 72             |             | 287            | 1005        |          |
| Sum            | 4164          | 4594       | 4289          | 359            | 1723        | 5348           | 5797        | 4415     |

**Tabell 10.** Bunndyrarter med indikatorverdi ved de ulike stasjoner (antall per m<sup>2</sup>)

| Arter                   | 1 Sentrum Øst | 2 Midt Øst | 3 Ytterst Øst | 4 Sentrum Vest | 4 Midt Vest | 6 Ytterst Vest | Innerst Ref | Midt Ref |
|-------------------------|---------------|------------|---------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------|
| Helobdella stagnalis    |               |            |               |                |             |                | 36          | 54       |
| Glossiphonia sp         |               |            |               |                |             |                | 36          |          |
| Erpobdella sp           |               |            | 18            |                |             |                |             |          |
| Radix peregra           | 72            |            |               |                |             |                |             |          |
| Valvasta piscinalis     |               |            |               |                |             |                | 36          |          |
| Asellus aquaticus       |               | 503        |               | 72             | 287         | 108            | 144         | 323      |
| Sialis sp               |               |            |               |                |             |                | 18          |          |
| Ephemerella ignita      |               | 72         |               |                |             |                |             |          |
| Centroptilum luteolum   |               |            | 18            |                |             |                |             |          |
| Caenis horaria          |               |            |               |                |             | 18             |             |          |
| Neureclipsis bimaculata |               |            |               |                |             |                | 36          |          |
| Athripsodes sp          |               |            |               | 126            |             |                | 18          | 36       |
| Athripsodes aterrimus   |               |            |               |                |             |                |             | 54       |
| Sericostoma peronatum   |               |            |               |                |             |                | 36          |          |
| Molanna sp              |               |            | 18            |                |             |                |             |          |
| Limnephilidae           |               |            |               |                |             | 18             |             |          |
| Oulimnius sp            |               |            |               |                |             | 72             |             |          |
| SUM                     | 72            | 574        | 179           | 72             | 287         | 233            | 377         | 431      |

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

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