

# Resipientundersøkelse av Drammenselva ved Hellefoss 2010-2011



**Hovedkontor**

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

**Sørlandsavdelingen**

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

**Østlandsavdelingen**

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

**Vestlandsavdelingen**

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

**NIVA Midt-Norge**

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

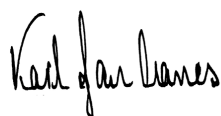
|   |                                       |                       |
|---|---------------------------------------|-----------------------|
| Tittel<br>Resipientundersøkelse av Drammenselva ved Hellefoss 2010-2011 | Løpenr. (for bestilling)<br>6286-2012 | Dato<br>Desember 2011 |
|   | Prosjektnr. Undemr.<br>O-10236        | Sider Pris<br>24      |
| Forfatter(e)<br>Karl Jan Aanes, Tor Erik Eriksen og Jarl Eivind Løvik   | Fagområde<br>Vassdragsovervåking      | Distribusjon<br>Åpen  |
|   | Geografisk område<br>Buskerud         | Trykket<br>NIVA       |

|                                  |                                     |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| Oppdragsgiver(e)<br>Hellefoss AS | Oppdragsreferanse<br>Arnfinn Kroken |
|----------------------------------|-------------------------------------|

**Sammendrag**

Det er for papirprodusenten Hellefoss AS gjennomført en overvåking av Drammenselva i nærområdet til bedriften for å kunne vurdere hvilken betydning utslippet av prosessvann har for miljøtilstanden i resipienten. NIVAs overvåking startet opp i april 2010 og gikk frem til februar 2011 med månedlig prøvetaking av fysisk-kjemiske parametere relatert til utslippets sammensetning. I tillegg ble det hentet inn biologiske prøver for å beskrive effekter på bunnfaunaens sammensetning og prøver for å dokumentere fekal påvirkning. Rapporten redegjør for resultatene av dette arbeidet og beskriver miljøtilstanden i resipienten.

|   |  |
|---|--|
| <p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Drammenselva</li> <li>2. Hellefoss AS</li> <li>3. Resipientundersøkelse</li> <li>4. Miljøtilstand</li> </ol> | <p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. The River Drammenselva</li> <li>2. Hellefoss AS</li> <li>3. Resipient studies</li> <li>4. Environmental status</li> </ol> |
|---|--|



Karl Jan Aanes  
Prosjektleder



Brit Lisa Skjelkvåle  
Forskningsdirektør

**Resipientundersøkelse av Drammenselva ved  
Hellefoss 2010-2011**

## Forord

I tilknytning til endringer i konsesjonen for papirprodusenten Hellefoss AS ble det av Klif gitt pålegg om å gjennomføre en overvåkning av Drammenselva. Undersøkelsene skulle gjøres i nærområdet for å vurdere betydningen av bedriftens utslipp av prosessvann for resipientforholdene. NIVAs overvåkning startet opp i april 2010 og gikk frem til februar 2011 med månedlig prøvetaking av fysisk-kjemiske parametere relatert til utslippets sammensetning. Dette ble gjort for å kunne avdekke eventuelle påvirkninger i resipienten. I tillegg ble det hentet inn biologiske prøver for å beskrive eventuelle effekter på bunnfaunaens sammensetning og graden av fekal påvirkning. Analysene er utført ved NIVAs laboratorier i Oslo med unntak av analyser av koliforme bakterier som ble utført ved LabNett Skien.

Denne rapporten redegjør for resultatene av dette arbeidet og beskriver miljøtilstanden i resipienten. Oppdragsgiver for undersøkelsene har vært Hellefoss AS og bedriftens kontaktperson har vært Arnfinn Kroken. Hos NIVA har Tor Erik Eriksen gjennomført bunndyrundersøkelsene. Data-materialet er sammenstilt og vurdert av Jarl Eivind Løvik og Karl Jan Aanes. Sistnevnte har fungert som prosjektleder for denne undersøkelsen.

Alle takkes for et godt samarbeid

Oslo, 5. desember 2011

*Karl Jan Aanes*  
Forskningsleder vannressursforvaltning

---

# Innhold

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Sammendrag</b>  | <b>5</b>  |
| <b>Summary</b>   | <b>6</b>  |
| <b>1. Innledning</b>   | <b>7</b>  |
| 1.1 Bakgrunn   | 7         |
| <b>2. Resultater og vurderinger</b>                            | <b>10</b> |
| 2.1 Fysisk-kjemisk vannkvalitet                                | 10        |
| 2.1.1 Generell vannkvalitet                                    | 10        |
| 2.1.2 Saltholdighet, partikler og organisk stoff               | 11        |
| 2.1.3 Næringsstoffer   | 13        |
| 2.1.4 Metaller   | 13        |
| 2.1.5 Tarmbakterier  | 14        |
| 2.2 Sammenligning med vannkvalitet registrert ved Hokksund bru | 15        |
| 2.3 Bunndyr  | 16        |
| <b>3. Litteratur</b>   | <b>20</b> |
| <b>4. Vedlegg</b>  | <b>21</b> |

---

## Sammendrag

Hensikten med undersøkelsen har vært å få et oppdatert bilde av resipient-situasjonen i Drammenselva nedstrøms bedriften Hellefoss AS. Dette var et krav som bedriften hadde fått i forbindelse med nye konsesjonskrav for utslipp av prosessvann til vassdraget. Våre vurderinger er basert på undersøkelser oppstrøms og nedstrøms bedriften i perioden fra april 2010 til februar 2011. Undersøkelsene har omfattet fysisk-kjemiske og hygienisk/bakteriologiske forhold, samt studier av bunndyrsamfunnets sammensetning ved én prøvestasjon oppstrøms og én stasjon nedstrøms bedriften. Data fra overvåkingen av vannkvaliteten i nedre deler av Drammensvassdraget i regi av Fylkesmannen i Buskerud er også benyttet i vurderingene.

Resultatene viste at vannkvaliteten i Drammenselva kan karakteriseres som god på den aktuelle strekningen, både med hensyn til konsentrasjoner av partikler, organisk stoff, næringsstoffer, metaller og fekale indikatorbakterier (tarmbakterier, *E. coli*). Vannkvaliteten tilsvarte tilstandsklasse I eller II, dvs. meget god eller god i henhold til Klifs (tidligere SFTs) klassifikasjonssystem for miljøkvalitet i ferskvann og/eller det nye klassifikasjonssystemet tilpasset vannforskriften. Det ble ikke påvist noen vesentlige endringer i vannkvaliteten (endringer i tilstandsklasse) på det aktuelle avsnittet i vassdraget på grunnlag av disse målingene.

Konsentrasjonen av løste salter, partikler og organisk stoff var litt høyere ved prøvestasjonen på vestsiden nedstrøms bedriftens utslipp av prosessvann (He 2V) enn ved stasjonen oppstrøms (He 1), ved de fleste prøvetidspunktene. Middelverdiene for konduktivitet, turbiditet, suspendert stoff og organisk stoff (KOF) var også litt høyere ved He 2V enn ved He 1, men for de tre sistnevnte parametrene var forskjellene svært små. Mye tyder også på at utslippet fra bedriften ikke alltid har fått full innblanding i vannmassene ved stasjon He 2.

Estimater for stofftransporten antyder at elva på årsbasis blir tilført ca. 930 tonn suspendert tørrstoff (STS) og organisk stoff tilsvarende et oksygenforbruk på ca. 4100 tonn på den aktuelle strekningen (2177 tonn når utgangspunkt for beregningene er medianverdier). Ettersom beregningene er basert på et nokså lite antall konsentrasjonsmålinger, bør tallene anses som relativt grove estimater, samtidig som en kan anta at utslippet ved prøvetakingspunktet nedstrøms bedriften ikke har fått full innblanding i hele vannmassen som passerer lokaliteten. Økningen i stofftransporten fra stasjon He 1 til stasjon He 2V representerer et påslag på ca. 8 % for STS og ca. 15 % for KOF. For KOF halveres denne om medianverdiene legges til grunn for beregningene.

Overvåkingen av nedre deler av Drammenselva i regi av Fylkesmannen i Buskerud tyder på at vannkvaliteten har vært god og stabil på prøvestasjonen ved Hokksund bru, ca. 1 km nedstrøms utslippet fra Hellefoss AS de siste årene. Middelverdien for organisk stoff målt som totalt organisk karbon (TOC) indikerte mindre god vannkvalitet på denne prøvestasjonen, men denne påvirkningen antas i hovedsak å være naturlig betinget og knyttet til vannets humusinnhold.

Undersøkelsene av bunndyrsamfunnene som ble gjort indikerer en økologisk tilstand i vassdraget som betegnes som god på stasjonene He 1 og He 2Ø, mens den på stasjon He 2V betegnes som dårlig i følge kriteriene som brukes for å beskrive belastning med næringsalter og organisk materiale. Faunaen av smådyr hadde her en sammensetning som indikerer en noe forurenset lokalitet.

Ved å flytte avløpet til vassdragsavsnittet oppstrøms dammen ved Hellefoss vil dette gi en bedre innblanding av utslippet i hele vannmassen. Dette vil gi en løsning som utnytter resipient-kapasiteten og selvrensingsevnen i vassdraget langt bedre enn i dag. Et slikt tiltak vil redusere den påvirkningen vi i dag ser på stasjonen like nedstrøms bedriften, uten at vi tror at dette vil gi markerte effekter på de økologiske forholdene ellers i vassdraget nedstrøms dammen i Hellefoss.

## Summary

Title: Recipient studies in the River Drammenselva at Hellefoss

Year: 2011

Author: Karl Jan Aanes, Tor Erik Eriksen og Jarl Eivind Løvik

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6021-2

This report summarises the 2010 and 2011 results from monitoring activities of watercourse River Drammenselva at Hellefoss. At this site the Hellefoss AS is located with paperboard mills for quality paper and paperboard production. The investigation has included biological and chemical elements.

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Hellefoss AS er en papirfabrikk ved Drammenselva i Hokksund i Øvre Eiker kommune som i dag produserer bokpapir. Bedriften startet opp med avispapirproduksjon i 1898 da Hellefos Træsliberi fusjonerte med Holmen Papirfabrikk og ble til AS Holmen-Hellefos, som senere endret navn til Borregaard Hellefos AS og nå kun Hellefoss. Eies i dag av Hellevad AS som også eier papir/cellulose produsentene Larvik Cell AS og Vafos AS.

Drammenselva nedstrøms dammen i Hellefoss (figur 1) er resipient for prosessavløpsvann fra papirprodusenten Hellefoss AS. SFT nå Klif hadde i 2009 gitt bedriften et pålegg om å iverksette en overvåkning av vannkvaliteten i resipienten. Hensikten med en slik undersøkelse var å få frem en oppdatert status av resipientforholdene i vassdraget nedstrøms bedriften og var knyttet til endringer som var gitt i en ny utslipps-konsesjonen for Hellefoss AS (Ref Konsesjonsutkast s. 9 pkt 12 ).

For å beskrive Drammensvassdragets vannkvalitet og økologiske tilstand i vassdragsavsnittet oppstrøms og nedstrøms bedriften, ble det hentet inn månedlige vannprøver som ble analysert på en del relevante fysisk-kjemiske parametere. Disse ble supplert med biologiske prøver for å få frem eventuelle økologiske effekter av utslippet for derved å kunne si noe om vassdragets helsetilstand i det aktuelle området.



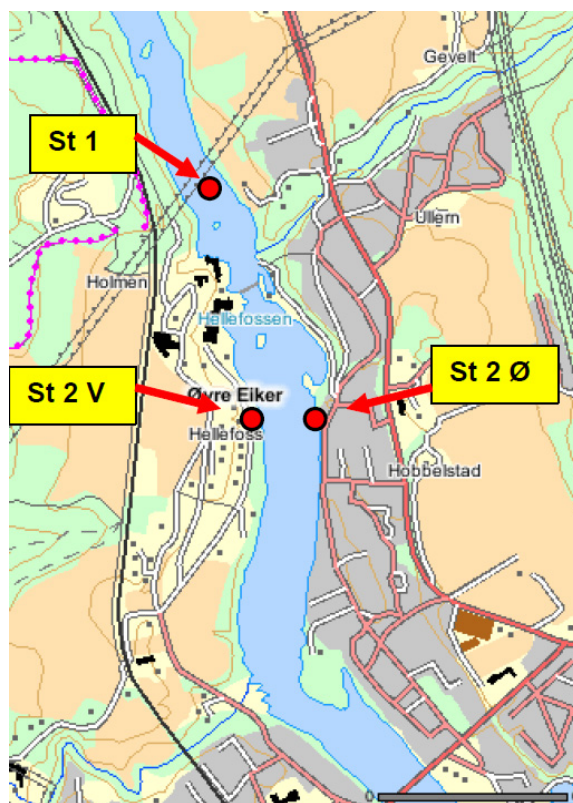
Figur 1. Foto av Hellefoss i Drammensvassdraget. Bedriften Hellefos AS ligger like ved kraftstasjonen på vestsiden av fossen. Dagens utslippspunkt er markert på figuren (Foto Hellefoss kraft as).

Drammensvassdraget overvåkes i dag rutinemessig av FM i Buskerud ved hjelp av vannprøver som hentes inn 4 ganger pr. år. I dette overvåkningsprogrammet er nærmeste stasjon lokalisert et stykke nedstrøms Hellefoss ved Hokksund bro, og litt for langt nedstrøms utslippet fra Hellefoss AS til at dataene kunne dokumentere eventuelle endringer i resipienten og tilskrive det utslippet av prosessvann fra bedriften. Det ble derfor bestemt å legge en stasjon for vannkjemisk prøvetaking i strykområdet like nedstrøms demningen (se figur 1 og 2), og på samme side som utslippet. Det ble også vurdert å ta en prøve fra hver bredd (og eventuelt slå disse sammen til en blandprøve) for å få et riktigere bilde av vannkvaliteten i dette området, men etter en innledende prøverunde ble det valgt å benytte bare en stasjon (st. 2V). Det ble parallelt tatt tilsvarende vann-prøver i vassdraget oppstrøms dammen.



## 2. Program og gjennomføring

Det aktuelle vassdragsavsnittet ble befart den 30. april 2010 og endelig plassering av prøvetakingstasjoner ble da fastlagt. Det ble på denne turen hentet inn både vann- og biologiske prøver fra en referansestasjon oppstrøms Hellefoss AS samt fra en st. ved østre og en fra vestre bredd nedstrøms bedriften. Det ble i perioden undersøkelsen pågikk hentet inn vann-prøver for å beskrive de fysiske-kjemiske forholdene en gang hver måned. Disse ble supplert med en utvidet prøvetaking hvor det ble analysert på tungmetaller og på termotabile koliforme bakterier hver 4 måned i tidsperioden fra april 2010 til og med februar 2011. Det ble benyttet én prøvestasjon oppstrøms dammen (st 1 = He 1) og én stasjon på vestsiden av elva nedstrøms bedriften (st 2 V = He 2V) (Figur 2). På første prøverunde, den 30. april 2010, ble det tatt en ekstra prøve nedstrøms bedriften på østsiden av elva (st 2 Ø = He 2Ø). Hensikten var å undersøke om det var forskjeller i vannkvaliteten på vest- og østsiden av elva. Ettersom det ikke ble funnet noen vesentlige forskjeller i vannkvaliteten mellom de to stasjonene, ble det besluttet å fortsette den videre prøvetakingen kun ved stasjonen på vestsiden (st. He 2V).



**Figur 2.** Kart av Hellefoss med prøvestasjoner for fysisk-kjemiske og biologiske prøver.

### Analyseparametre og analysefrekvens

Følgende fysiske-kjemiske parametre ble benyttet: pH, konduktivitet, turbiditet, suspendert tørrstoff (NS4733), farge, total-fosfor (tot-P), total-nitrogen (tot-N) og kjemisk oksygenforbruk (COD/Mn = KOF<sub>Mn</sub>). Konsentrasjonen av følgende metaller/elementer ble målt i alt 3 ganger (mai, august og desember): Arsen, kalsium, kadmium, krom, kobber, jern, kvikksølv, mangan, nikkel, bly og sink. Graden av fekal påvirkning ble vist ved å analysere på vannets innhold av *E-coli* bakterier. En oversikt over analysemetoder/betegnelser er gitt i tabell 8 i vedlegget bak i rapporten.

Under den første prøvetakingsrunden i mai 2010 har det ved stasjon He 1 sannsynligvis skjedd en feil under innsamlingen av vannprøven for metallanalyser da alle analyseresultatene (unntatt kvikksølv, som ble tatt på egen flaske?) viste verdier mindre enn deteksjonsgrensen. Dette skyldes trolig at flaskene er forbyttet og analysene gir verdier for destillert vann, som var påfylt prøveflaskene på forhånd for å unngå kontaminering under transport. Videre ble det ved dette tidspunkt (31.05.2010) målt mer enn 6 ganger høyere konsentrasjon av kvikksølv oppstrøms enn nedstrøms Hellefoss AS. Dette virker urimelig. Disse resultatene er ikke benyttet i vurderingene.

### **Biologiske undersøkelser**

Den 26. mai, 30. august og den 1. desember 2010 ble det samlet inn prøver for å undersøke eventuell fekal forurensning ("tarmbakterier") i Drammensvassdraget ved stasjonene He 1 og He 2V. Prøvene ble analysert med hensyn på konsentrasjonen av *E. coli* (*Escherichia coli*).

Undersøkelser for å få et bilde av bunndyrsamfunnets oppbygning ble gjennomført den 28.4.2010. Prøvene ble samlet inn med en standardisert metode (NS-ISO 7828). Metoden er, i henhold til forslag i veilederen for vanddirektivet (Direktoratsgruppa 2009). Hver prøve tas over en strekning på én meter. Det anvendes 20 sekunder pr. 1 m prøve og det hentes inn 3 slike prøver pr. minutt. Dette gjentas 3 ganger. Samlet gir dette en prøve som beskriver bunndyrsamfunnet på lokaliteten med hensyn på variasjon om mengdemessige forhold, og som består av 9 delprøver hver fra én meter av de ulike habitatene på stasjonen (standard 3x1 minutt prøve) For å unngå tetting av håven og tilbakespyling, tømmes håven etter 3 enkeltprøver (1 minutt). I noen tilfeller tømmes håven oftere. Alle prøvene samles så til én blandprøve per stasjon og materialet konserveres med etanol for senere bearbeidelse. Materialet analyseres i laboratorium og i henhold til NIVAs metoder (Eriksen mfl, 2010).

### **Stofftransport**

Beregninger av stofftransporten i vassdraget forbi stasjonene oppstrøms og nedstrøms Hellefoss AS er utført for suspendert tørrstoff og organisk stoff (KOF). Dette gir oss et estimat over bidraget fra bedriften. Som grunnlag for å beregne stofftransporten i ett år har vi benyttet konsentrasjonsdata for perioden april 2010 – februar 2011 og tilhørende vannføringsdata for perioden april 2010 – mars 2011. Data om vannføringen i Drammenselva ved Døvikfoss, ca. 1 mil oppstrøms Hellefoss, er velvilligst stilt til disposisjon fra EB Kraftproduksjon AS.

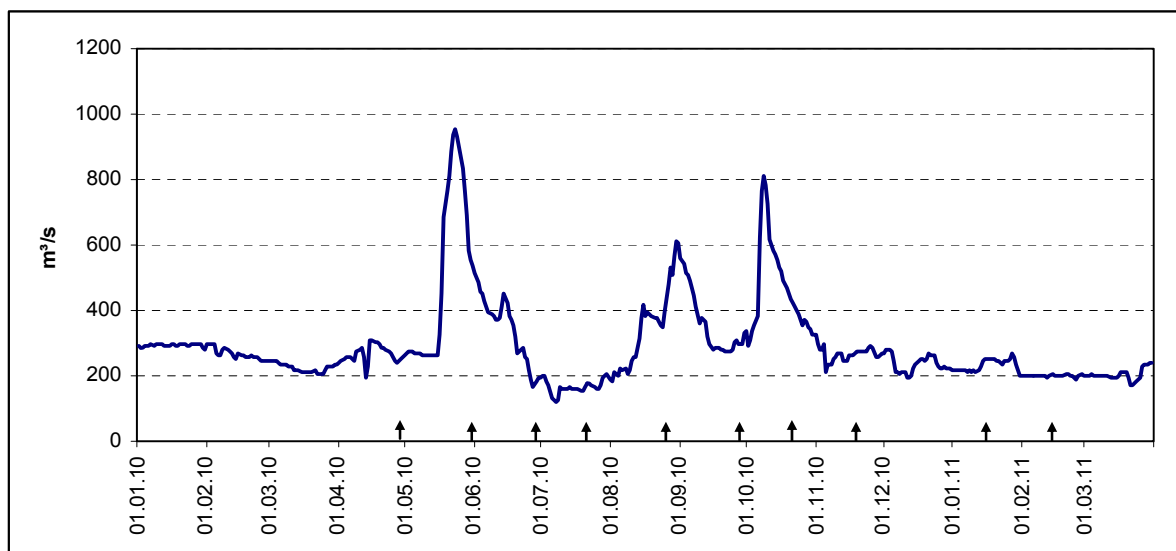
### **Vannkvalitetsvurdering**

For å vurdere vannkvaliteten ut fra fysisk/kjemiske forhold har vi benyttet både Klifs (tidligere SFTs) system for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (Andersen mfl. 1997, veiledning 97:04) og Veileder 01:2009, utgitt av direktoratgruppa for gjennomføringen av vanddirektivet (2009).

## 2. Resultater og vurderinger

### 2.1 Fysisk-kjemisk vannkvalitet

Primærdata og samlestatistikk for fysisk-kjemiske vannkvalitetsdata er gitt i tabell 9 i vedlegget bak i rapporten. Figur 3 viser vannføringen i Drammenselva ved Døvikfoss i perioden 1.1.2010-31.3.2011. Tidspunktene for prøveuttak er antydnet med piler.



**Figur 3.** Vannføring ved Døvikfoss i perioden 1.1.2010-31.3.2011. Data fra EB Kraftproduksjon AS. Piler angir prøvetidspunkter.

#### 2.1.1 Generell vannkvalitet

På denne strekningen av Drammenselva kan vannkvaliteten karakteriseres som nær nøytral (pH~7,1), moderat humuspåvirket (farge ~25 mg Pt/l), ionefattig (konduktivitet ~3,3 mS/m) og kalkfattig (~3,3 mg Ca/l), se Tabell 1. Det var små eller ubetydelige forskjeller i vannkvaliteten mellom de to prøvestasjonene oppstrøms (He 1) og nedstrøms Hellefoss AS (He 2V) mht. disse parametrene.

**Tabell 1.** Middelerverdier for pH, farge, konduktivitet og kalsium (variasjonsbredder i parentes).

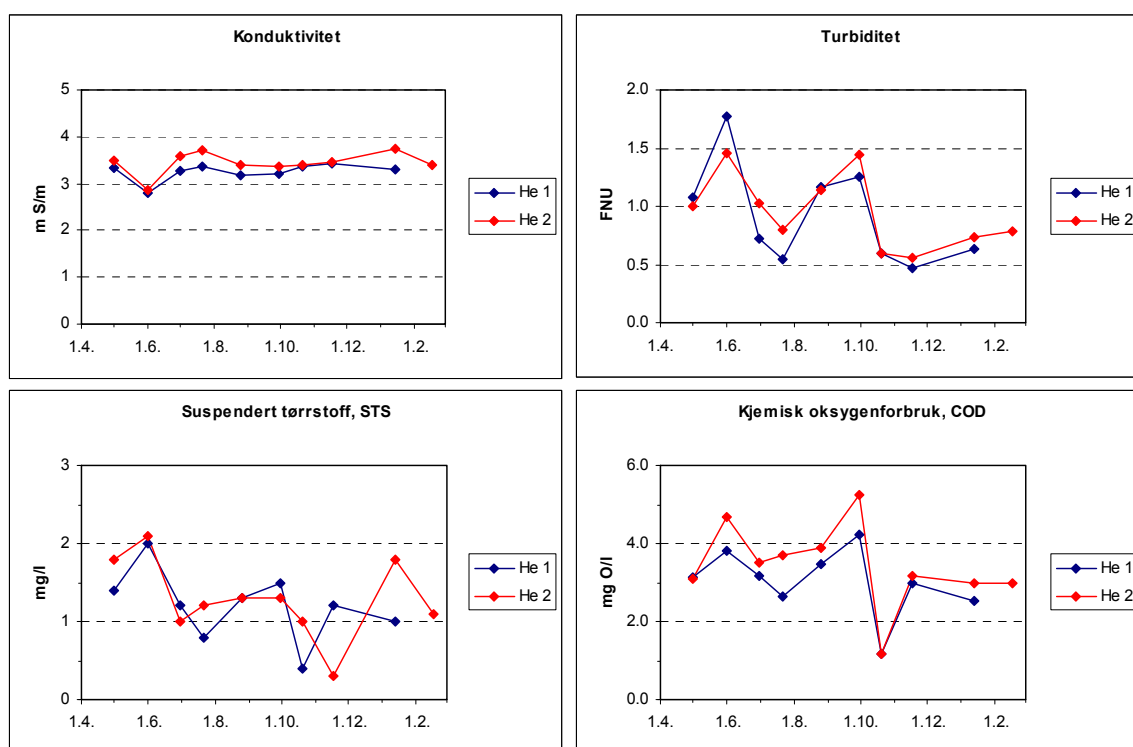
|               |         | He 1          | He 2 V        |
|---------------|---------|---------------|---------------|
| pH            |         | 7.1 (6.9-7.2) | 7.1 (6.9-7.2) |
| Farge         | mg Pt/l | 25 (19-34)    | 24 (14-34)    |
| Konduktivitet | mS/m    | 3.3 (2.8-3.4) | 3.4 (2.9-3.7) |
| Kalsium       | mg Ca/l | 3.3 (3.2-3.4) | 3.2 (2.8-3.5) |

Basert på middelerverdier fra denne undersøkelsen og revidert typologi for norske elvetyper kan Drammenselva på den aktuelle strekningen betegnes som et type 6 - vassdrag, dvs. et stort, kalkfattig og klart vassdrag i lavlandet (jf. Solheim og Schartau 2004, Direktoratgruppa 2009). Elvetyper har betydning for hvilke klassegrenser som gjelder når en skal fastsette miljøtilstand mht. påvirkning av næringsstoffer og enkelte metaller.

### 2.1.2 Saltholdighet, partikler og organisk stoff

Figur 4 viser tidsforløpet gjennom overvåkingsperioden mht. konsentrasjonene av løste salter (konduktivitet), partikkelinnhold målt som turbiditet og konsentrasjon av suspendert tørrstoff (STS) samt organisk stoff målt som kjemisk oksygenforbruk (COD=KOF<sub>Mn</sub>) ved de to prøvestasjonene.

Tidsutviklingen for de fire nevnte parametere fulgte i hovedsak et likt mønster gjennom overvåkingsperioden ved de to prøvestasjonene. Turbiditeten var høyest i april i tilknytning til vårfloppen og i september ved middels og stigende vannføring. Lavest turbiditet ble målt ved lav vannføring i juli-august 2010 og ved middels vannføring i november 2011. Tidsutviklingen for STS og KOF<sub>Mn</sub> var i hovedtrekkene samsvarende med tidsutviklingen for turbiditet. Det ble imidlertid målt 0,8 mg/l høyere STS ved He 2 (= He 2V) enn ved H1 i januar 2011.



Figur 4. Tidsutvikling i konduktivitet, turbiditet, suspendert tørrstoff og kjemisk oksygenforbruk.

Basert på middelverdier for undersøkelsesperioden kan vannkvaliteten på begge prøvestasjonene karakteriseres som meget god (tilstandsklasse I) med hensyn til suspendert tørrstoff og god (klasse II) med hensyn til turbiditet, KOF<sub>Mn</sub> og farge (Tabell 2, jf. Andessen mfl. 1997). Middelverdien for KOF<sub>Mn</sub> på stasjon He 2V var imidlertid nær grensen mot tilstandsklasse III (Mindre god, 3,5 mg O/l).

Tabell 2. Tilstandsklasser for partikler og organisk stoff i henhold til SFT-veileder 97:04. Oppgitte verdier er middelverdier for prøveperioden..

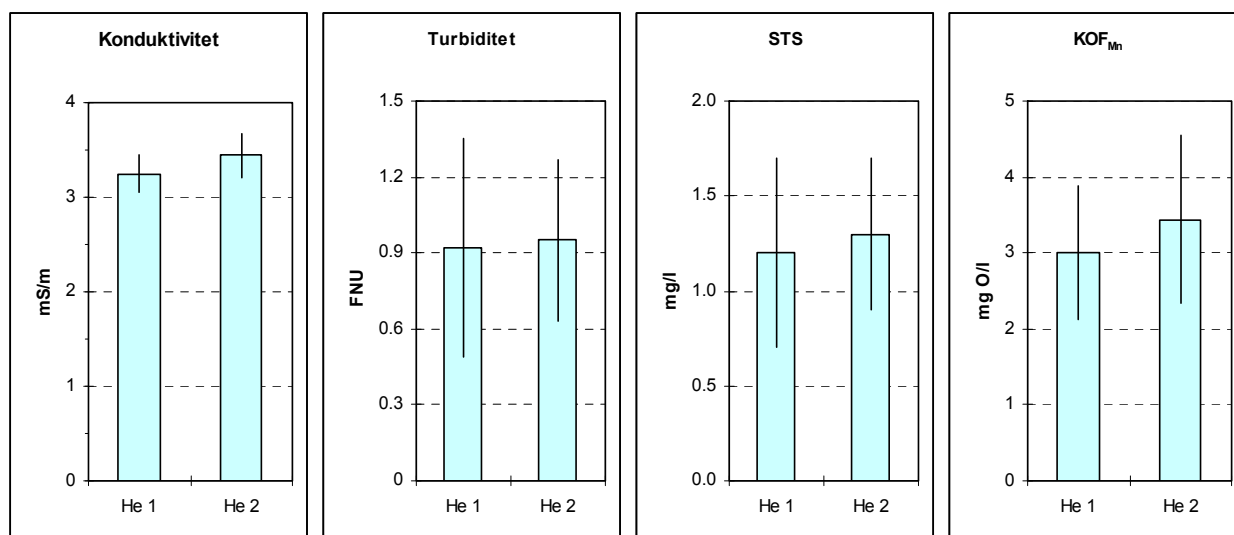
|       | Turbiditet, FNU | STS, mg/l | KOF-Mn, mg O/l | Farge, mg Pt/l |
|-------|-----------------|-----------|----------------|----------------|
| He 1  | 0.92            | 1.2       | 3.01           | 24.6           |
| He 2V | 0.95            | 1.3       | 3.44           | 23.6           |

Tilstandsklasser :

|               |         |                  |             |                  |
|---------------|---------|------------------|-------------|------------------|
| I - Meget god | I – God | III - Mindre god | IV - Dårlig | V - Meget dårlig |
|---------------|---------|------------------|-------------|------------------|

De høyeste verdiene for  $KOF_{Mn}$  var på 4,24 mg O/l og 5,26 mg O/ henholdsvis ved He 1 og He 2V. Begge ligger innenfor intervallet for tilstandsklasse III (mindre god), dvs. 3,5-6,5 mg O/l. Tilsvarende lå maksverdiene for STS innenfor intervallet for tilstandsklasse II (god), dvs. 1,5-3 mg/l.

Figur 5 viser at det var en liten økning i middelverdiene for konduktivitet, turbiditet, suspendert tørrstoff og  $KOF_{Mn}$  på He 2V sammenlignet med He 1. For de tre sistnevnte parametrene var standardavviket så vidt stort (og overlappende mellom stasjonene) at forskjellene i middelverdiene trolig ikke kan sies å representere en signifikant økning i konsentrasjonene fra He 1 til He 2V.



**Figur 5.** Middelverdier  $\pm$  1 standardavvik for konduktivitet, turbiditet, suspendert tørrstoff og  $KOF_{Mn}$ .

Resultatene av beregningene for å få frem estimater av stofftransport mht. suspendert tørrstoff (STS) og  $KOF_{Mn}$  er gitt i tabell 10 bak i vedlegget og oppsummert i tabell 3. Verdiene bør anses som grove estimater ettersom de bygger på relativt få konsentrasjonsmålinger for perioden april 2010 til februar 2011 (9 observasjoner ved He 1 og 10 ved He 2V). Videre er det svært store vannmengder som passerer ( $\sim 300 \text{ m}^3/\text{s}$ ) på det aktuelle vassdragsavsnittet av Drammenselva. Dette fører til at små endringer i konsentrasjonen får store konsekvenser for stofftransporten. For eksempel vil en forskjell i konsentrasjon mellom disse stasjonene på 0,1 mg STS/l (medianverdier) gi en årstransport alene på 947 tonn pr år. Riktig plassering av prøvestasjonene og gode nok måledata blir derfor viktig om en skal få sikre transportberegninger. Dette er ikke enkelt om en ønsker beregninger med stor grad av nøyaktighet. Lokaliseringen av st. He 2V på samme side og ganske nær utslippet fra bedriften fører nok til at utslippet ved prøvetakingspunktet ikke har nådd å få full innblanding i hele vannmassen som passerer og derved er nok verdiene her jevnt over litt for høye (ca 10 % for KOF i april). Estimatenes våre er beregnet som månedsvise transportverdier ved å multiplisere målt konsentrasjon med vanntransporten i måneden. Summen av månedstransportene er lik årstransporten. I de månedene der konsentrasjonsmålinger mangler, har vi benyttet middelverdiene av alle målingene ved stasjonen. Data om vannføringen ved Døvikfoss lengre oppe i vassdraget er benyttet ved begge prøvestasjonene.

**Tabell 3.** Beregnet stofftransport for suspendert tørrstoff og KOF for perioden april 2010-mars 2011.

|                      |                         | STS, tonn | KOF-Mn, tonn O |
|----------------------|-------------------------|-----------|----------------|
| Sum transport pr. år | He 1                    | 11631     | 28550          |
|                      | He 2 V                  | 12564     | 32692          |
|                      | Differanse He 2V - He 1 | 933       | 4142           |
| Transport pr. døgn   | He 1                    | 31.9      | 78.2           |
|                      | He 2 V                  | 34.4      | 89.6           |
|                      | Differanse He 2V - He 1 | 2.5       | 11.4           |

Beregningene tyder på at Drammenselva på årsbasis ble tilført ca. 930 tonn suspendert tørrstoff og organisk stoff tilsvarende et kjemisk oksygenforbruk på ca. 4100 tonn på strekningen fra He 1 til He 2V. Antas det at tilførslene fordeler seg jevnt over hele året tilsvarer dette en tilførsel på ca. 2,5 tonn STS pr. døgn og et kjemisk oksygenforbruk på ca. 11,4 tonn pr. døgn. Påslaget på strekningen utgjør en økning på ca. 8 % i stofftransporten for STS og ca. 15 % for KOF. Forutsatt at det ikke er andre vesentlige kilder for tilførsler på strekningen mellom He 1 og He 2V, kan dette antas å komme fra Hellefoss AS. Med utgangspunkt i medianverdiene fra undersøkelsen så er transport-verdiene for STS ganske like dem som er gitt i tabell 3 (henholdsvis 933 og 947 tonn/år). Tilsvarende beregninger for KOF og nå med medianverdiene gir en betydelig mindre økning i årstransporten på He 2V i forhold til He 1. Den er nå 2177 tonn/år og nær halvvert. Dette illustrerer det som er nevnt ovenfor om usikkerhet

Vi vil understreke at det er betydelige usikkerheter knyttet til disse beregningene og derved over de estimatene som er fremkommet om stofftransporten. Drammenselva er en elv med stor vanntransport. Selv små forskjeller i konsentrasjonen oppstrøms og nedstrøms bedriften vil dermed resultere i et stort utslag i stofftransporten. Videre ble det ved flere anledninger målt lavere verdier for STS nedstrøms enn oppstrøms bedriften (se Figur 4), noe som innebærer at en på disse datoene får et negativt bidrag i transportbudsjettet for STS på strekningen forbi bedriften. Når det gjelder KOF, ble det de aller fleste gangene målt høyere konsentrasjon nedstrøms bedriften enn oppstrøms, eventuelt omtrent lik konsentrasjon på de to prøvestasjonene (Figur 4).

### 2.1.3 Næringsstoffer

Konsentrasjonene av tot-P var generelt lave og varierte lite på begge prøvestasjonene (Tabell 4). Konsentrasjonene av tot-N var også relativt lave. Ut fra middelverdiene kan vannkvaliteten ved begge stasjonene karakteriseres som svært god mht. tot-P og god mht. tot-N. Det så ikke ut til å være noen vesentlige endringer i konsentrasjonene på strekningen forbi bedriften verken for tot-P eller tot-N.

**Tabell 4.** Tilstandsklasser for totalfosfor og totalnitrogen vurdert ut fra middelverdier for perioden april 2010 til februar 2011. Variasjonsbredder er gitt i parentes. For tot-P er grenseverdier for kalkfattige, klare elver i lavlandet benyttet, og for tot-N er grenseverdier for kalkfattige, klare og grunne vannforekomster i lavlandet benyttet (Direktoratgruppa 2009).

|        | Tot-P, µg P/l | Tot-N, µg N/l |
|--------|---------------|---------------|
| He 1   | 3.8 (3-5)     | 361 (315-395) |
| He 2 V | 4.4 (3-7)     | 359 (315-380) |

Tilstandsklasser :

|           |     |         |        |              |
|-----------|-----|---------|--------|--------------|
| Svært god | God | Moderat | Dårlig | Svært dårlig |
|-----------|-----|---------|--------|--------------|

### 2.1.4 Metaller

Resultatene fra metallanalysene viser at konsentrasjonene av kadmium, kvikksølv, bly og sink var lave både ved He 1 og He 2V (Tabell 5). Verdiene lå innenfor intervallet for tilstandsklasse I (ubetydelig forurenset) i henhold til Klifs (tidligere SFTs) system for klassifisering av vannkvalitet (Andersen mfl. 1997).

Konsentrasjonene av krom, kobber og nikkel var også relativt lave. Nivåene lå innenfor intervallene for tilstandsklasse II (moderat forurenset) ved begge prøvestasjonene. For kadmium, nikkel og bly er det etablert grenseverdier, såkalte EQS-verdier (= Environmental Quality Standards) som angir grensen mellom god og moderat kjemisk status (Direktoratgruppa 2009). Konsentrasjonene i Drammenselva lå betydelig under disse EQS-verdiene (Tabell 5).

**Tabell 5.** Tilstandsklasser for metaller ved He 1 og He 2V. Middell- og maksverdier fra målingene i 2010-2011 er gitt. Klassifisering ut fra Klifs (tidligere SFTs) system for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (Andersen mfl. 1997). Vanddirektivets/vannforskriftens grenseverdier (EQS) er også gitt.

|           |         | He 1   | He 2V  | He 1  | He 2V | Grenseverdier, EQS |      |
|-----------|---------|--------|--------|-------|-------|--------------------|------|
|           |         | middel | middel | Maks  | Maks  | Årsgj.sn.          | Maks |
| Arsen     | µg As/l | 0.17   | 0.14   | 0.23  | 0.22  |                    |      |
| Kadmium   | µg Cd/l | 0.005  | 0.012  | 0.008 | 0.02  | 0.08               | 0.45 |
| Krom      | µg Cr/l | 0.20   | 0.24   | 0.20  | 0.31  |                    |      |
| Kobber    | µg Cu/l | 0.71   | 0.53   | 0.86  | 0.87  |                    |      |
| Kvikksølv | ng Hg/l | <1.0   | <1.0   | <1.0  | <1.0  |                    |      |
| Nikkel    | µg Ni/l | 0.55   | 0.48   | 0.67  | 0.59  | 20                 |      |
| Bly       | µg Pb/l | 0.11   | 0.12   | 0.18  | 0.20  | 7.2                |      |
| Sink      | µg Zn/l | 2.14   | 2.10   | 2.67  | 2.59  |                    |      |
| Jern      | µg Fe/l | 133    | 117    | 220   | 210   |                    |      |
| Mangan    | µg Mn/l | 7.24   | 8.82   | 10.7  | 11.6  |                    |      |

**Tilstandsklasser (forurensningsgrad):**

|               |             |              |            |                 |
|---------------|-------------|--------------|------------|-----------------|
| I, ubetydelig | II, moderat | III, markert | IV, sterkt | V, meget sterkt |
|---------------|-------------|--------------|------------|-----------------|

Arsen er ikke inkludert i Klifs klassifiseringssystem eller i det nye klassifiseringssystemet tilpasset vannforskriften. Nivåene som ble målt i Drammenselva var imidlertid betydelig lavere enn de laveste konsentrasjonene der biologiske effekter kan forventes (ca. 5 mikrogram pr. liter, jf. Lydersen og Löfgren 2000), og det var ingen vesentlige forskjeller i konsentrasjonene fra stasjon He 1 til st. He 2. Konsentrasjonen av jern varierte i området 45-220 µg/l ved He 1 og i området 45-210 µg/l ved He 2. Verdiene for mangan varierte i området 3,8-10,7 µg/l ved He 1 og i området 5,8-11,6 µg/l ved He 2.

### 2.1.5 Tarmbakterier

Ut fra forekomsten av *E. coli* i vannprøvene målt ved to anledninger i mai og desember i 2010, kan den hygieniske/bakteriologiske vannkvaliteten da karakteriseres som god. Det ble derimot i august samme år registrert en markert fekal forurensing på dette avsnittet av vassdraget noe som ga tilstand som klassifiseres som dårlig på begge stasjonene, (Tabell 6). Det var ubetydelige forskjeller i den sanitærbakteriologiske vannkvaliteten ved de to prøvestasjonene i undersølesperioden, jevnt over var verdiene noe høyere oppstrøms bedriften enn nedstrøms.

**Tabell 6.** Konsentrasjonen av *E. coli* (antall per 100 ml vannprøve) og tilstandsklasser mht. fekale indikatorbakterier ("tarmbakterier"). Klassifisering i henhold til Klifs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann (Andersen mfl. 1997).

|            | He 1 | He 2V |
|------------|------|-------|
| 26.05.2010 | 23   | 18    |
| 30.08.2010 | 261  | 225   |
| 01.12.2010 | 43   | 34    |
| Gj.snitt   |      |       |

**Tilstandsklasser :**

|                  |               |                     |                      |                        |
|------------------|---------------|---------------------|----------------------|------------------------|
| Svært god<br>< 5 | God<br>5 – 50 | Moderat<br>50 – 200 | Dårlig<br>200 - 1000 | Svært dårlig<br>> 1000 |
|------------------|---------------|---------------------|----------------------|------------------------|

## 2.2 Sammenligning med vannkvalitet registrert ved Hokksund bru

Fylkesmannen i Buskerud gjennomfører overvåking av vannkvaliteten i nedre deler av Drammensvassdraget. I tabell 7 har vi gjengitt data fra dette overvåkingssprogrammets stasjon ved Hokksund bru, vel 1 km nedstrøms Hellefoss AS, sammen med data fra våre undersøkelser (st. He 1 og He 2V). Vannkvaliteten ved Hokksund bru kan karakteriseres som svært god med hensyn til total-fosfor og god med hensyn til turbiditet, total-nitrogen og tarmbakterier. Tilstanden med hensyn til organisk stoff kan betegnes som mindre god basert på målingene av totalt organisk karbon (TOC). Både middel- og medianverdiene lå i nedre delen av intervallet for tilstandsklasse III (3,5-6,5 mg C/l). De moderat høye verdiene for TOC skyldtes trolig i hovedsak humuspåvirkningen av vassdraget, jf. fargeverdier ved He 1 og He 2V. Det vil si at tilstanden primært var naturlig betinget. Vurdert ut fra middelverdiene for turbiditet, tot-P og tot-N var det små eller ubetydelige forskjeller i vannkvaliteten mellom disse tre prøvestasjonene i 2010-2011 (tabell 7).

Resultatene av overvåkingen av Drammenselva i regi av Fylkesmannen i Buskerud tyder på at vannkvaliteten ved Hokksund i hovedsak har vært stabil mht. tot-P og termotolerante koliforme bakterier i perioden fra 2000 til 2011 (ref FM Buskerud).

**Tabell 7.** Vannkvalitet i Drammenselva ved Hokksund bru sammenlignet med vannkvaliteten oppstrøms og nedstrøms Hellefoss AS (henholdsvis He 1 og He 2V). Data hentet fra Fylkesmannen i Buskeruds overvåkingssprogram for nedre deler av Drammenselva og denne undersøkelsen.

|                       | Turbiditet<br>FNU | TOC<br>mg C/l | Tot-P<br>µg P/l | Tot-N<br>µg N/l | TKB<br>ant./100 ml |
|-----------------------|-------------------|---------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| <b>He 1</b>           |                   |               |                 |                 |                    |
| Min                   | 0.47              |               | 3               | 315             | 23                 |
| Maks                  | 1.77              |               | 5               | 395             | 261                |
| <b>Middel</b>         | <b>0.92</b>       |               | <b>3.8</b>      | <b>361</b>      | <b>109</b>         |
| Median                | 0.72              |               | 4.0             | 365             | 43                 |
| <b>He 2V</b>          |                   |               |                 |                 |                    |
| Min                   | 0.56              |               | 3               | 315             | 18                 |
| Maks                  | 1.46              |               | 7               | 380             | 225                |
| <b>Middel</b>         | <b>0.95</b>       |               | <b>4.4</b>      | <b>359</b>      | <b>82</b>          |
| Median                | 1.00              |               | 4.0             | 368             | 34                 |
| <b>Hokksund (bru)</b> |                   |               |                 |                 |                    |
| 27.04.10              | 0.92              | 4.4           | 6.6             | 470             | 14                 |
| 29.06.10              | 0.86              | 3.5           | 4.6             | 350             | 18                 |
| 07.09.10              | 1.00              | 5.0           | 4.0             | 330             | 20                 |
| 03.11.10              | 0.25              | 4.0           | <3.0            | 350             | 28                 |
| 10.05.11              | 0.91              | 2.8           | 5.7             | 370             | 28                 |
| Min                   | 0.25              | 2.8           | <3.0            | 330             | 14                 |
| Maks                  | 1.00              | 5.0           | 6.6             | 470             | 28                 |
| <b>Middel</b>         | <b>0.79</b>       | <b>3.9</b>    | <b>4.5</b>      | <b>374</b>      | <b>22</b>          |
| Median                | 0.91              | 4.0           | 4.6             | 350             | 20                 |

### Tilstandsklasser (Veileder 01:2009):

|           |     |         |        |              |
|-----------|-----|---------|--------|--------------|
| Svært god | God | Moderat | Dårlig | Svært dårlig |
|-----------|-----|---------|--------|--------------|

### Tilstandsklasser (Veileder 97:04):

|           |     |            |        |              |
|-----------|-----|------------|--------|--------------|
| Meget god | God | Mindre god | Dårlig | Meget dårlig |
|-----------|-----|------------|--------|--------------|



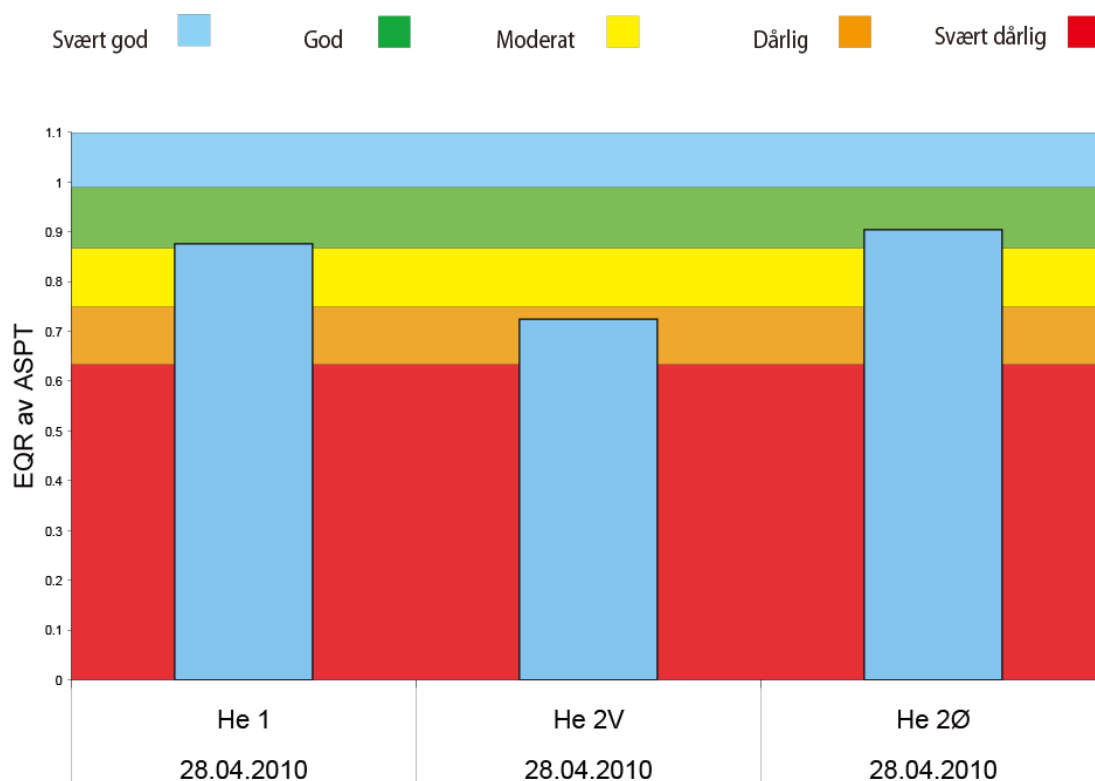
## 2.3 Bunndyr

Bunndyrundersøkelser ble gjennomført den 28.4.2010 oppstrøms og nedstrøms Hellefoss fabrikk AS. Prøvene ble tatt med standardisert sparkemetode (NS-ISO 7828). Det er tidligere tatt prøver av bunndyrsamfunnet på strekningen nedstrøms bedriften av Norsk institutt for naturforskning (NINA) i 2006 og 2007 (Halvorsen & Bongard, 2007). Ved valg av prøvetakingsstasjoner i 2010 benyttet vi to av NINAs stasjoner– ”Flueøra nedre” og ”Østsida”. Dette for å kunne se etter eventuelle endringer i denne tidsperioden. I vår undersøkelse har disse stasjonene fått stasjonsnavn hhv He 2V (vestsiden av elva, nedstrøms fabrikk) og He 2Ø (østsiden av elva, nedstrøms fabrikk). I tillegg opprettet vi en referansestasjon på vestsiden av elva, oppstrøms fabrikk (He 1). Stasjonenes plassering er vist på kartskissen i figur 2.

Resultatene fra bearbeidingen av materialet er vist i tabell 11 i vedlegget. For å beskrive miljøtilstanden i vassdraget vha bunndyrsamfunnets sammensetning er det benyttet to indeksr nemlig antall EPT-taksa (som er en verdi for antall arter/slekter innen gruppene Ephemeroptera (døgnfluer), Plecoptera (steinfluer) og Trichoptera (vårfluer) og Average Score Per Taxon (ASPT). EPT verdien er et mye brukt mål for mangfoldet/diversiteten på stasjonen. Indeksen er enkel å beregne og har mange taksa som er følsomme ovenfor forurensning. Det er i dag ikke utviklet noen grenseverdier eller tilstandsklasser for EPT indeksen, men et høyt antall samsvarer ofte med god vannkvalitet. ASPT-indeksen baserer seg på tilstedeværelse/ikke tilstedeværelse av familier, og er en mye brukt indeks for å måle saprobiering (organisk belastning) og generell nedgradering av bunndyrsamfunn.

### Økologisk tilstand

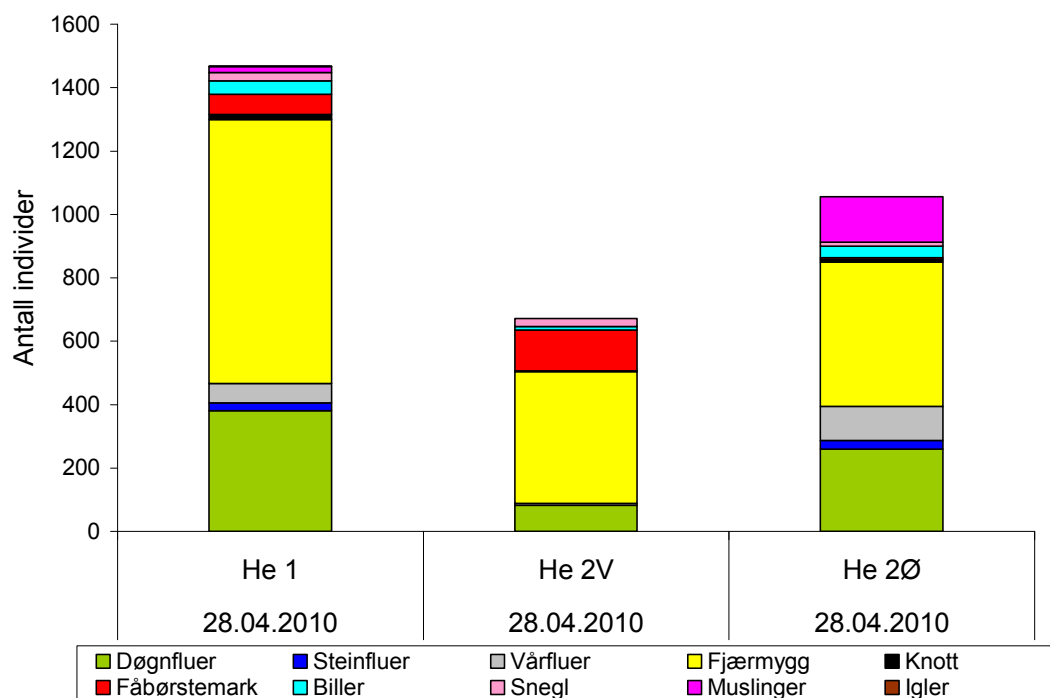
I følge kriteriene for eutrofi/organisk belastning basert på ASPT indeksen og tilhørende EQR verdier (som er forholdet mellom ASPT-verdi registrert/ASPT-verdi referanse), var målt økologisk tilstand: **god** (EQR 0.88) på stasjon He 1, **dårlig** (EQR 0.72) på stasjon He 2V og **god** (EQR 0.90) på stasjon He 2Ø (figur 6). Disse prøvene indikerer dermed at utslipp fra fabrikk kan spores i familier av bunndyr som er følsomme for organisk belastning i form av fravær eller redusert tetthet på lokaliteten. Denne effekten registrerte vi ikke på østsiden, hvor verdier for ASPT er tilnærmet lik de vi registrerte på referansestasjonen oppstrøms fabrikk (He 1).



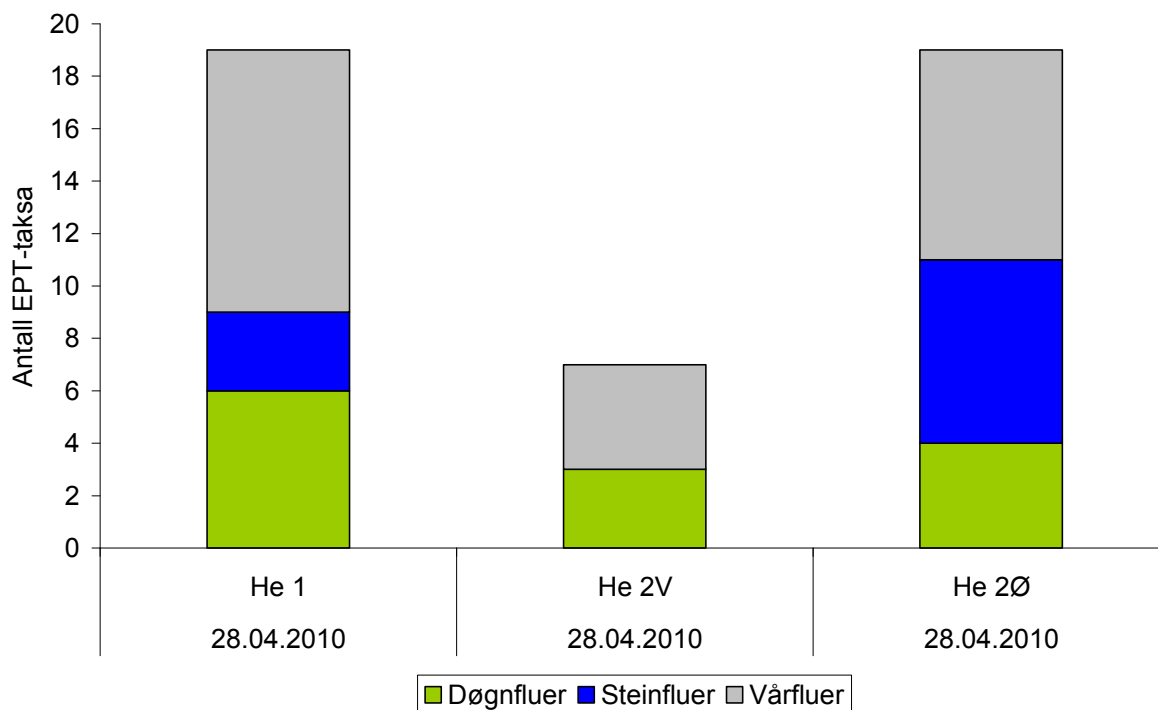
Figur 6. Økologisk tilstand (EQR av ASPT) på undersøkte stasjoner i Drammenselva ved Hellefoss, april 2010.

#### Sammensetning og artsmangfold

Bunndyrsamfunnet på He 2V hadde en sammensetning som indikerer en noe forurenset lokalitet (figur 7 og 8). Det ble ikke funnet steinfluer i materialet fra denne stasjonen og antall taksa av døgnfluer og vårfluer var også lavt. Antall EPT var total 7 på He 2V, mens det på He 1 og He 2Ø ble registrert i alt 19 EPT taksa. 7 er lavt, mens 19 er rundt det man kan forvente i vårprøver fra en slik elv i denne delen av landet.



Figur 7. Sammensetning av utvalgte bunndyrgrupper på undersøkte stasjoner i Drammenselva ved Hellefoss, den 28. april 2010



Figur 8. Antall arter/slekter av døgnfluer, steinfluer og vårfluer (EPT-taksa) på undersøkte stasjoner i Drammenselva ved Hellefoss.

På He 2V ble det i tillegg funnet svært få partikkelfiltrerende organismer sammenlignet med He 2Ø. Dette er grupper som livnærer seg ved å filtrere ut næringspartikler som kommer med strømmen, blant annet gjør de dette ved å bygge små fangstnett mellom steiner på bunnen. Disse gruppene av smådyr har også tidligere blitt vist å trives dårlig på lokaliteter som belastes med store mengder trefiber (Berge mfl, 1994). He 2V og He 2Ø er plassert parallelt på hver sin side av elva nedstrøms demningen og de burde hatt tilnærmet lik andel av filtrerere i prøvene. Andre grupper som børstemark som trives i områder med noe mer organisk materiale i elvebunnen har også en økt dominans i bunndyr-samfunnet på stasjonen nedstrøms fabrikken.

#### Samlet vurdering

Samlet sett var bunndyrsamfunnet på vestsiden, nedstrøms fabrikken, (He 2V) tydelig og negativt påvirket av avløpet. Tilsvarende påviste vi ingen stor forskjell i prøver tatt oppstrøms fabrikken på vestsiden av elva (He 1) og nedstrøms fabrikken på østsiden (He 2Ø). Halvorsen & Bongard (2007) fant også ut at østsiden av elva nedstrøms fabrikken var mindre belastet enn tilsvarende stasjon på vestsiden. Men de fant likevel at stasjonen på østsiden (tilsvarende vår stasjon He 2Ø) var tydelig påvirket av utslipp fra fabrikken. Våre prøver viser derimot at denne stasjonen på det tidspunktet vi undersøkte vassdraget ikke var markert forskjellig fra referanseprøver tatt oppstrøms fabrikken.

### 3. Litteratur

Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O. og Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Statens forurensningstilsyn, SFT. Veiledning 97:04. TA 1468/1997. 31 s.

Berge, D., Lindstrøm E.A., Kjellberg, G., Bækken, T. 1994. Resipientundersøkelse av Begna, Storelva og Nordfjorden ved Norske Skogindustrier A/S – Follum Fabrikker. NIVA rapport 3051-1994. 45s.

Direktoratgruppa for gjennomføring av vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. <http://www.vannportalen.no/>. 181 s.

Eriksen, T.E., Bækken, T., Moe, J. 2010. Innsamling og bearbeiding av bunndyr i rennende vann - et metodestudium. NIVA rapport 6043-2010. 22s.

Halvorsen, G., Bongard, T. 2007. Drammenselva – Hellefoss. NINA minirapport 204. 10s.

Lydersen, E. och Löfgren, S. 2000. Vad händer när kalkade sjöar återförsuras? En kunskapsöversikt och riskanalys. Naturvårdsverket. Rapport 5074. 76 s.

## 4. Vedlegg

**Tabell 8.** Oversikt over fysisk-kjemiske analysemetoder ved NIVA

| Analyse/element, kortnavn      | Kode    | Benevning | Metode/prinsipp  |
|--------------------------------|---------|-----------|--|
| pH                             | A 1-4   |           | Potensiometrisk måling med pH-meter, 789 Robot pr.karusell                             |
| Konduktivitet, KOND            | A 2-3   | mS/m      | Elektrometrisk måling, platinaelektrode, 25 °C   |
| Turbiditet, TURB860            | A 4-2   | FNU       | Spredning av lys måles ved 860 nm, NS-ISO 7027   |
| Suspendert tørrstoff, STS      | B 2     | mg/l      | Filtrering gj. glassfiberfilter Whatman GF/C<br>tørking ved 105 °C, gravimetri         |
| Farge, FARG                    | A 5     | mg Pt/l   | Filtrert prøve, filtratets absorbans måles ved 410 nm<br>i spektrofotometer            |
| Total-fosfor, Tot-P/L          | D 2-1   | µg P/l    | Bestemmelse av tot-P med Skalar Autoanalysator<br>etter opplutning med peroksodisulfat |
| Total-nitrogen, Tot-N/L        | D 6-1   | µg N/l    | Bestemmelse av tot-N med Skalar Autoanalysator<br>etter opplutning med peroksodisulfat |
| Kjemisk oksygenforbruk, COD/Mn | Ekstern | mg O/l    |  |
| Arsen, As/MS                   | E 8-3   | µg/l      | Grunnstoffbestemmelse med ICP-MS   |
| Kalsium, Ca/MS                 | E 8-3*  | µg/l      | Grunnstoffbestemmelse med ICP-MS, ikke akkreditert                                     |
| Kadmium, Cd/MS                 | E 8-3   | µg/l      | Grunnstoffbestemmelse med ICP-MS   |
| Krom, Cr/MS                    | E 8-3   | µg/l      | Grunnstoffbestemmelse med ICP-MS   |
| Kobber, Cu/MS                  | E 8-3   | µg/l      | Grunnstoffbestemmelse med ICP-MS   |
| Jern, Fe/MS                    | E 8-3   | µg/l      | Grunnstoffbestemmelse med ICP-MS   |
| Mangan, Mn/MS                  | E 8-3   | µg/l      | Grunnstoffbestemmelse med ICP-MS   |
| Nikkel, Ni/MS                  | E 8-3   | µg/l      | Grunnstoffbestemmelse med ICP-MS   |
| Bly, Pb/MS                     | E 8-3   | µg/l      | Grunnstoffbestemmelse med ICP-MS   |
| Sink, Zn/MS                    | E 8-3   | µg/l      | Grunnstoffbestemmelse med ICP-MS   |
| Kvikksølv, Hg/L                | E 4-3   | ng/l      | Bestemmelse av Hg med Perkin-Elmer FIMS-400,<br>kalddampeteknikk, spektrofotometrisk   |

**Tabell 9. Primærdata og samlestatistikk for fysisk-kjemisk vannkvalitet.**

| Dato<br>Mottatt<br>NIVA | pH       | Kond<br>mS/m | Turb<br>FNU | STS<br>mg/l | Farge<br>mg Pt/l | Tot-P<br>µg P/l | Tot-N<br>µg N/l | COD/Mn<br>mg O/l | As<br>µg/l | Ca<br>µg/l | Cd<br>µg/l | Cr<br>µg/l | Cu<br>µg/l | Fe<br>µg/l | Hg<br>ng/l | Mn<br>µg/l | Ni<br>µg/l | Pb<br>µg/l | Zn<br>µg/l |  |
|-------------------------|----------|--------------|-------------|-------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--|
|                         |          | A 2-3        | A 4-2       | B 2         | A 5              | D 2-1           | D 6-1           | Ekstern          | E 8-3      | E 8-3*     | E 8-3      | E 8-3      | E 8-3      | E 8-3      | E 4-3      | E 8-3      | E 8-3      | E 8-3      | E 8-3      |  |
| He 1                    | 30.04.10 | 6.91         | 1.08        | 1.4         | 25.9             | 4               | 380             | 3.12             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| He 1                    | 31.05.10 | 6.99         | 1.77        | 2.0         | 24.8             | 3               | 315             | 3.81             |            |            |            |            |            |            | 6.5**      |            |            |            |            |  |
| He 1                    | 30.06.10 | 7.12         | 0.72        | 1.2         | 20.9             | 4               | 365             | 3.17             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| He 1                    | 21.07.10 | 7.24         | 0.55        | 0.8         | 20.1             | 3               | 345             | 2.63             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| He 1                    | 25.08.10 | 7.20         | 1.17        | 1.3         | 26.3             | 5               | 320             | 3.49             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| He 1                    | 31.08.10 |              |             |             |                  |                 |                 |                  | 0.23       | 3190       | 0.008      | 0.20       | 0.856      | 220        | <1.0       | 10.7       | 0.67       | 0.18       | 2.67       |  |
| He 1                    | 29.09.10 | 7.09         | 1.25        | 1.5         | 33.7             | 5               | 385             | 4.24             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| He 1                    | 20.10.10 | 7.14         | 0.60        | 0.4         | 27.5             | 3               | 375             | 1.18             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| He 1                    | 17.11.10 | 7.15         | 0.47        | 1.2         | 24.0             | 4               | 365             | 2.97             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| He 1                    | 02.12.10 |              |             |             |                  |                 |                 |                  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| He 1                    | 13.01.11 | 6.98         | 0.63        | 1.0         | 18.6             | 3               | 395             | 2.51             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| Min                     |          | 6.91         | 0.47        | 0.4         | 18.6             | 3               | 315             | 1.18             | 0.10       | 3190       | <0.005     | 0.20       | 0.57       | 45         | <1.0       | 3.78       | 0.42       | 0.04       | 1.60       |  |
| Maks                    |          | 7.24         | 1.77        | 2.0         | 33.7             | 5               | 395             | 4.24             | 0.23       | 3440       | 0.008      | 0.20       | 0.86       | 220        | <1.0       | 10.7       | 0.67       | 0.18       | 2.67       |  |
| Middel                  |          | 7.09         | 0.92        | 1.2         | 24.6             | 3.8             | 361             | 3.01             | 0.17       | 3315       | 0.005      | 0.20       | 0.71       | 133        |            | 7.24       | 0.55       | 0.11       | 2.14       |  |
| Median                  |          | 7.12         | 0.72        | 1.2         | 24.8             | 4.0             | 365             | 3.12             | 0.17       | 3315       | 0.008      | 0.20       | 0.71       | 133        |            | 7.24       | 0.55       | 0.11       | 2.14       |  |
| St avv.                 |          | 0.11         | 0.19        | 0.5         | 4.6              | 0.8             | 28              | 0.88             | 0.09       | 177        |            | 0.00       | 0.20       | 124        |            | 4.89       | 0.18       | 0.10       | 0.76       |  |
| He 2Ø                   | 30.04.10 | 6.94         | 1.12        | 1.8         | 25.9             | 4               | 385             | 2.80             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| He 2V                   | 30.04.10 | 6.96         | 1.00        | 1.8         | 25.5             | 5               | 380             | 3.09             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| He 2V                   | 31.05.10 | 6.96         | 1.46        | 2.1         | 24.8             | 4               | 315             | 4.67             | 0.10       | 2760       | 0.02       | 0.20       | 0.14       | 95         | <1.0       | 9.05       | 0.34       | 0.11       | 1.70       |  |
| He 2V                   | 30.06.10 | 7.22         | 1.02        | 1.0         | 21.7             | 5               | 345             | 3.52             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| He 2V                   | 21.07.10 | 7.20         | 0.80        | 1.2         | 21.3             | 4               | 335             | 3.71             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| He 2V                   | 25.08.10 | 7.19         | 1.14        | 1.3         | 24.8             | 7               | 335             | 3.87             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| He 2V                   | 31.08.10 |              |             |             |                  |                 |                 |                  | 0.22       | 3220       | 0.01       | 0.31       | 0.872      | 210        | <1.0       | 11.6       | 0.59       | 0.2        | 2.59       |  |
| He 2V                   | 29.09.10 | 7.07         | 1.44        | 1.3         | 33.7             | 4               | 375             | 5.26             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| He 2V                   | 20.10.10 | 7.17         | 0.60        | 1.0         | 28.6             | 4               | 380             | 1.17             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| He 2V                   | 17.11.10 | 7.13         | 0.56        | <0.6        | 23.6             | 5               | 380             | 3.17             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| He 2V                   | 02.12.10 |              |             |             |                  |                 |                 |                  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| He 2V                   | 13.01.11 | 6.94         | 0.74        | 1.8         | 17.8             | 3               | 380             | 2.97             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| He 2V                   | 16.02.11 | 6.92         | 0.78        | 1.1         | 14.3             | 3               | 360             | 3.00             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |  |
| Min                     |          | 6.92         | 0.56        | <0.6        | 14.3             | 3               | 315             | 1.17             | 0.10       | 2760       | 0.01       | 0.20       | 0.14       | 45         | <1.0       | 5.80       | 0.34       | 0.04       | 1.70       |  |
| Maks                    |          | 7.22         | 1.46        | 2.1         | 33.7             | 7               | 380             | 5.26             | 0.22       | 3490       | 0.02       | 0.31       | 0.87       | 210        | <1.0       | 11.6       | 0.59       | 0.20       | 2.59       |  |
| Middel                  |          | 7.08         | 0.95        | 1.3         | 23.6             | 4.4             | 359             | 3.44             | 0.14       | 3157       | 0.012      | 0.24       | 0.53       | 117        |            | 8.82       | 0.48       | 0.12       | 2.10       |  |
| Median                  |          | 7.10         | 0.90        | 1.3         | 24.2             | 4.0             | 368             | 3.35             | 0.10       | 3220       | 0.010      | 0.20       | 0.57       | 95         |            | 9.05       | 0.52       | 0.11       | 2.00       |  |
| St avv.                 |          | 0.12         | 0.24        | 0.4         | 5.4              | 1.2             | 24              | 1.10             | 0.07       | 369        | 0.007      | 0.06       | 0.37       | 85         |            | 2.91       | 0.13       | 0.08       | 0.45       |  |

Merknad 1: Analyser på metaller på He 1 31.5.2010 fikk alle verdier mindre enn deteksjonsgrensen. Skyldes antagelig at det var opprinnelig tilsatt destillert vann på flasken som ble analysert. Resultatene er strøket.

Merknad 3: \*, ved metodekoden for Ca betyr at analysen ikke er akkreditert

Merknad 3: \*\*, Hg på 6.5 ng/l på st. He 1 og <1.0 på He 2 den 31.5.2010 virker urimelig. Prøven fra He 1 kan trolig ha blitt kontaminert.

Merknad 4: Der verdien er <deteksjonsgrensa, er verdien satt lik halve deteksjonsgresa ved statistikkberegninger

**Tabell 10.** Beregnet stofftransport mht. suspendert tørrstoff (STS) og kjemisk oksygenforbruk (KOF-Mn) ved stasjonene He 1 og He 2V for perioden fra april 2010 til og med mars 2011. Vannføringsdata fra EB Kraftproduksjon AS.

|  | Dato         | STS  | KOF-Mn | Vannføring        | Volum mnd.           | STS    | STS          | KOF-Mn   | KOF-Mn       |
|--|--------------|------|--------|-------------------|----------------------|--------|--------------|----------|--------------|
|  | Mottatt NIVA | mg/l | mg O/l | m <sup>3</sup> /s | mill. m <sup>3</sup> | tonn/d | tonn/mnd.    | tonn O/d | tonn O/mnd.  |
| He 1   | 30.04.2010   | 1.4  | 3.12   | 263               | 687.1                | 31.8   | 962          | 70.9     | 2144         |
| He 1   | 31.05.2010   | 2.0  | 3.81   | 540               | 1349.5               | 93.3   | 2699         | 177.8    | 5142         |
| He 1   | 30.06.2010   | 1.2  | 3.17   | 194               | 884.3                | 20.1   | 1061         | 53.1     | 2803         |
| He 1   | 21.07.2010   | 0.8  | 2.63   | 179               | 445.6                | 12.4   | 356          | 40.7     | 1172         |
| He 1   | 25.08.2010   | 1.3  | 3.49   | 398               | 936                  | 44.7   | 1217         | 120.0    | 3267         |
| He 1   | 29.09.2010   | 1.5  | 4.24   | 331               | 924.5                | 42.9   | 1387         | 121.3    | 3920         |
| He 1   | 20.10.2010   | 0.4  | 1.18   | 435               | 1265.7               | 15.0   | 506          | 44.3     | 1494         |
| He 1   | 17.11.2010   | 1.2  | 2.97   | 263               | 689.6                | 27.3   | 828          | 67.5     | 2048         |
| He 1*  | 15.12.2010   | 1.2  | 3.01   | 236               | 628.6                | 24.5   | 754          | 61.4     | 1892         |
| He 1   | 13.01.2011   | 1.0  | 2.51   | 227               | 622.7                | 19.6   | 623          | 49.2     | 1563         |
| He 1*  | 16.02.2011   | 1.2  | 3.01   | 200               | 484.6                | 20.7   | 582          | 52.0     | 1459         |
| He 1*  | 15.03.2011   | 1.2  | 3.01   | 193               | 547.3                | 20.0   | 657          | 50.2     | 1647         |
| <b>Sum år</b>  |              |      |        |                   | <b>9465.5</b>        |        | <b>11631</b> |          | <b>28550</b> |
| He 2V  | 30.04.2010   | 1.8  | 3.09   | 263               | 687.1                | 40.9   | 1237         | 70.2     | 2123         |
| He 2   | 31.05.2010   | 2.1  | 4.67   | 540               | 1349.5               | 98.0   | 2834         | 217.9    | 6302         |
| He 2   | 30.06.2010   | 1.0  | 3.52   | 194               | 884.3                | 16.8   | 884          | 59.0     | 3113         |
| He 2   | 21.07.2010   | 1.2  | 3.71   | 179               | 445.6                | 18.6   | 535          | 57.4     | 1653         |
| He 2   | 25.08.2010   | 1.3  | 3.87   | 398               | 936                  | 44.7   | 1217         | 133.1    | 3622         |
| He 2   | 29.09.2010   | 1.3  | 5.26   | 331               | 924.5                | 37.2   | 1202         | 150.4    | 4863         |
| He 2   | 20.10.2010   | 1.0  | 1.17   | 435               | 1265.7               | 37.6   | 1266         | 44.0     | 1481         |
| He 2**   | 17.11.2010   | 0.3  | 3.17   | 263               | 689.6                | 6.8    | 207          | 72.0     | 2186         |
| He 2*  | 15.12.2010   | 1.3  | 3.44   | 236               | 628.6                | 26.5   | 817          | 70.1     | 2162         |
| He 2   | 13.01.2011   | 1.8  | 2.97   | 227               | 622.7                | 35.3   | 1121         | 58.3     | 1849         |
| He 2   | 16.02.2011   | 1.1  | 3.00   | 200               | 484.6                | 19.0   | 533          | 51.8     | 1454         |
| He 2*  | 15.03.2011   | 1.3  | 3.44   | 193               | 547.3                | 21.7   | 711          | 57.4     | 1883         |
| <b>Sum år</b>  |              |      |        |                   | <b>9465.5</b>        |        | <b>12564</b> |          | <b>32692</b> |
| <b>Differanse<br/>He 2V – He 1</b>   |              |      |        |                   |                      |        | <b>932</b>   |          | <b>4142</b>  |
| * Konsentrasjonsdata er estimater, dvs. her satt lik middelværdien av målingene ved stasjonen. |              |      |        |                   |                      |        |              |          |              |
| ** STS oppgitt til <0.6 mg/l. Her satt lik halvparten av deteksjonsgrensa.                     |              |      |        |                   |                      |        |              |          |              |



**Tabell 11.** Resultater fra undersøkelsene av bunndyrsamfunnene på stasjonene He 1 og He 2V og He 2Ø i Drammensvassdraget ved Hellefoss den 28. april 2010.

|                             | He 1 | He 2V | He 2 Ø |
|-----------------------------|------|-------|--------|
| <b>Hirudinea</b>            |      |       |        |
| Erpobdella sp               | 2    |       |        |
| <b>Oligochaeta</b>          | 64   | 128   | 6      |
| <b>Bivalvia</b>             |      |       |        |
| Sphaeriidae                 | 18   |       | 144    |
| <b>Coleoptera</b>           |      |       |        |
| Gyrinidae indet lv          | 1    |       |        |
| Elmidae indet lv            | 32   | 12    | 36     |
| Elmis aena ad               | 2    |       |        |
| Elmis aena lv               | 8    |       |        |
| <b>Diptera</b>              |      |       |        |
| Ceratopogonidae             | 8    |       |        |
| Chironomidae                | 832  | 416   | 456    |
| Tipula sp                   |      | 1     | 1      |
| Limoniidae/Pediciidae indet | 12   |       | 12     |
| Simuliidae                  | 16   | 3     | 8      |
| <b>Ephemeroptera</b>        |      |       |        |
| Nigrobaetis niger           | 56   | 2     | 32     |
| Nigrobaetis digitatus       | 1    |       |        |
| Baetis rhodani              | 88   | 68    | 72     |
| Heptageniidae indet         | 16   |       |        |
| Heptagenia sulphurea        | 28   |       | 4      |
| Ephemerella mucronata       | 192  | 12    | 152    |
| <b>Gastropoda</b>           |      |       |        |
| Radix labiata               | 24   | 24    | 12     |
| Physa fontinalis            | 2    |       |        |
| <b>Isopoda</b>              |      |       |        |
| Asellus aquaticus           | 44   | 24    | 28     |
| <b>Plecoptera</b>           |      |       |        |
| Leuctra sp                  | 1    |       | 1      |
| Amphinemura borealis        | 1    |       | 1      |
| Protonemura meyeri          |      |       | 1      |
| Isoperla sp                 |      |       | 6      |
| Isoperla grammatica         | 4    |       | 1      |
| Isoperla obscura            | 20   |       | 16     |
| Brachyptera risi            |      |       | 1      |
| <b>Trichoptera</b>          |      |       |        |
| Agapetus ochripes           |      |       | 24     |
| Hydroptila sp               | 2    |       | 2      |
| Oxyethira sp                | 1    |       |        |
| Hydropsyche sp              | 20   | 3     | 52     |
| Hydropsyche siltalai        | 1    |       | 6      |
| Apatania sp                 |      | 1     |        |
| Lepidostoma hirtum          | 2    |       | 12     |
| Leptoceridae indet          | 1    |       |        |
| Psychomyia pusilla          |      | 1     | 2      |
| Phryganeidae indet          | 1    |       |        |
| Polycentropodidae indet     | 20   |       | 3      |
| Plectrocnemia conspersa     | 12   |       |        |
| Rhyacophila nubila          | 1    | 1     | 6      |

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)