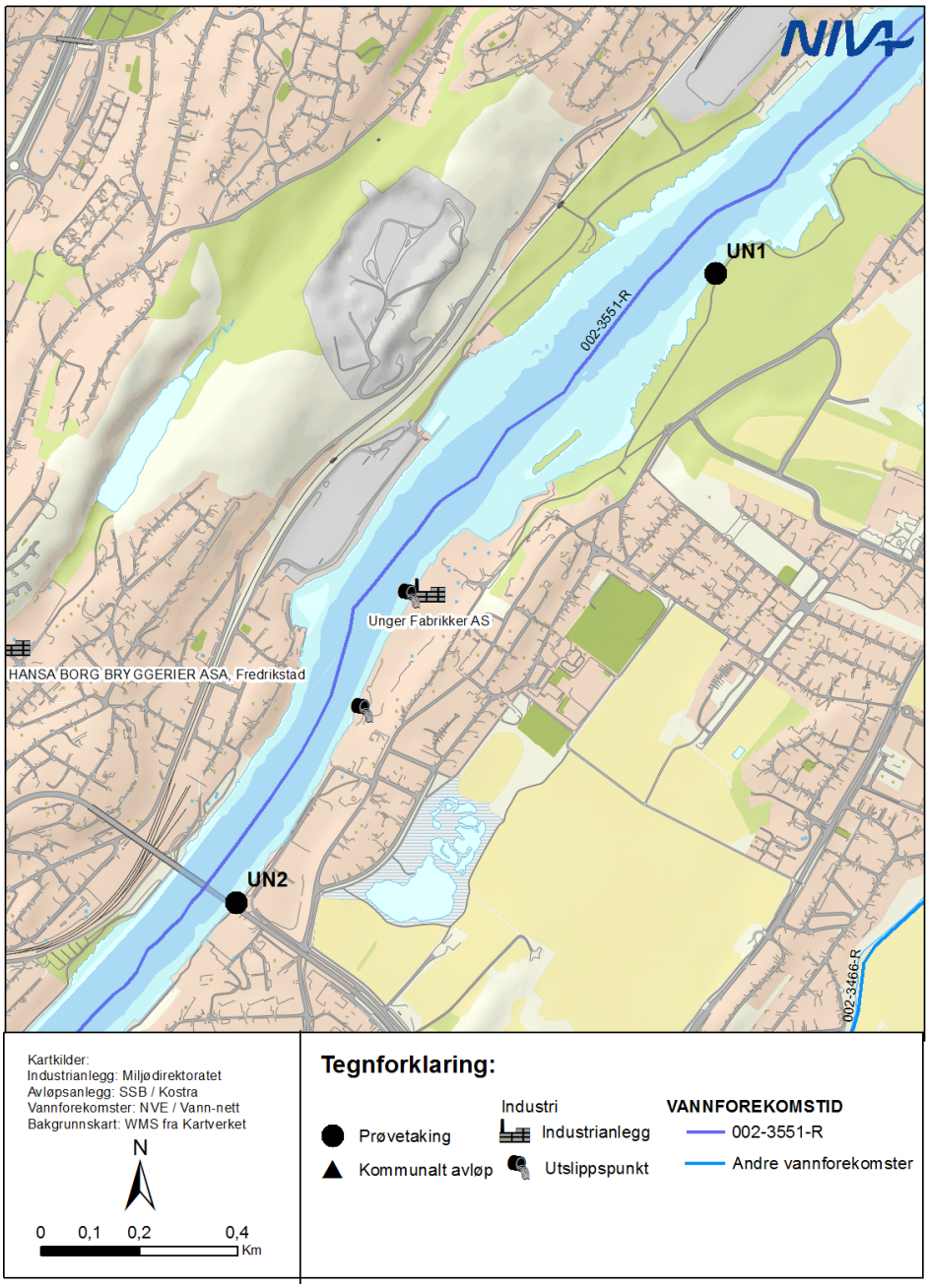
REPORT L. 7066-2016

Tiltaksrettet overvåking av potensielle effekter av utslipp fra Unger Fabrikker AS på økologisk tilstand i nedre del av Glomma i 2015



Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT

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

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

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

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

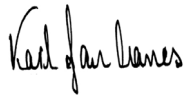
Tittel	Løpenr. (for bestilling)	Dato
Tiltaksrettet overvåking av potensielle effekter av utslipp fra Unger Fabrikker AS på økologisk tilstand i nedre del av Glomma i 2015	7066-2016	23.8.2016
	Prosjektnr. Undernr. 15174	Sider Pris 33
Forfatter(e) Karl Jan Aanes og Maia Røst Kile	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Østfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e)	Oppdragsreferanse
Unger Fabrikker AS	Trygve Tveterås

Sammendrag

Denne rapporten presenterer resultater fra overvåking av bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing i Glomma ved Unger Fabrikker AS. Hensikten med undersøkelsen har vært å vurdere eventuelle effekter fra bedriften sitt utslipp av avløpsvann på økologisk tilstand i vannforekomsten, basert på prøver av bunnfauna, begroingsalger, heterotrof begroing, og vertikalmålinger av vannkjemiske parametere. Alle de biologiske kvalitetselementene viste noe redusert tilstand nedstrøms bedriftens utslipp, særlig for bunnfaunaen, som var i dårlig tilstand oppstrøms og i svært dårlig tilstand nedstrøms. Tilstandsklassifiseringen er beheftet med noe usikkerhet, grunnet mulig saltvannspåvirkning, andre ukjente forurensningskilder, og generell usikkerhet knyttet til indeksverdier langt fra miljømålet, samt kun ett års data. For å redusere usikkerheten i tilstandsklassifiseringen bør overvåkingen videreføres i minimum to år til, og samtlige utslipp til vannforekomsten bør kartlegges, som grunnlag for beregning av et forurensningsregnskap inkludert en kildefordeling. Dersom resultatene fra undersøkelsen i 2015 blir bekreftet i den videre overvåkingen må flere tiltak vurderes, for å redusere de samlede utslippene av organisk stoff til. Dette bør gjøres i samarbeid med vannområdemyndigheten og med andre påvirkere.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Tiltaksrettet overvåking industri	1. Operational monitoring industry
2. Miljøtilstand	2. Ecological status
3. Vanndirektivet	3. Water Framework Directive
4. Vannområde Glomma Sør	4. Glomma



Karl Jan Aanes
Prosjektleder

Markus Lindholm
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-6801-0
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

Tiltaksrettet overvåking av potensielle effekter av utslipp fra Unger Fabrikker AS på økologisk tilstand i nedre del av Glomma i 2015

Forord

Denne rapporten presenterer resultater fra overvåking av bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing i Glomma ved Unger Fabrikker AS i 2015. Hensikten med undersøkelsen har vært å vurdere eventuelle effekter fra bedriftens utslipp av prosessvann på økologisk tilstand i den aktuelle vannforekomsten.

Undersøkelsene er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag av Unger Fabrikker AS i forlengelsen av Miljødirektoratets pålegg om tiltaksrettet overvåking til norsk industri. Karl Jan Aanes har vært prosjektleder på NIVA og har hatt kontakten mot oppdragsgiver. Kontaktperson hos bedriften har vært Trygve Tveterås.

Ved NIVA har følgende bidratt til gjennomføringen av prosjektet. Arbeidet ble fordelt som følger:

- Feltarbeid: Karl Jan Aanes, Maia Røst Kile, Torleif Bækken og Therese Fosholt Moe
- Biologiske analyser: Jonas Persson (bunnfauna), Maia Røst Kile (begroing)
- Kartproduksjon: John Rune Selvik, Maia Røst Kile
- Datahåndtering og overføring av data til Miljødirektoratets database Vannmiljø: Jens Vedal
- Faglig kvalitetssikring av rapporten er utført av Markus Lindholm og Anne Lyche Solheim.

En prosjektgruppe har, med bidrag fra mange kolleger på NIVA, arbeidet med utvikling av verktøy og tilrettelegging i forbindelse med den tiltaksrettede overvåkingen for industrien i 2015:

- Hovedkoordinator: Eirin Pettersen
- Utvikling av klassifiseringsverktøyet NIVAClass: Jannicke Moe
- Utarbeidelse av mal for kartproduksjon og tilrettelegging av datahåndtering: John Rune Selvik, Jens Vedal
- Utarbeidelse av rapportmal: Eirin Pettersen, Sissel Brit Ranneklev, Mats Walday, Anne Lyche Solheim
- Dokumentstyring: Guro Ladderud Mittet og Kathrine Berge Brekken.

En stor takk rettes til alle medarbeidere og involverte for et godt samarbeid.

Oslo, 23.8.2016

Karl Jan Aanes

Sammendrag

Denne rapporten presenterer resultater fra tiltaksrettet overvåking av potensielle effekter av utslipp fra Unger Fabrikker AS på økologisk tilstand i nedre del av Glomma i 2015. Hensikten har vært å vurdere eventuelle effekter fra bedriftens utslipp. Bedriften tilhører bransjen «Produksjon av såpe og vaskemidler, rense- og polermidler», og holder til i Fredrikstad kommune i Østfold. Den er lokalisert ved vannforekomst 002-3551-R, "Glomma fra Greåker til sjøen", som er antatt å ha en moderat økologisk tilstand med risiko for at miljømålet ikke nås innen 2021.

Unger Fabrikker AS sine regulerte utslippskomponenter er koblet til organisk belastning, og avløpsvannet overvåkes vha. KOF. Samlet utslipp i 2015 var 60,33 tonn KOF.
I denne tiltaksrettede overvåkingen er det benyttet to stasjoner: en referansestasjon oppstrøms bedriften og en stasjon nedstrøms som ble brukt for å vurdere mulige effekter av bedriftens utslipp.

De biologiske kvalitetselementene bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing ble benyttet for å fastslå økologisk tilstand basert på indeksene ASPT for bunnfauna, PIT for begroingsalger og HBI for heterotrof begroing. Innsamlingene er gjennomført i henhold til retningslinjer i klassifiseringsveilederen. Prøver fra bunndyr-samfunnene ble hentet inn i april og oktober, begroingsalger i august og heterotrof begroing ved alle tre prøvetidspunkt.

Bare ASPT indeksen viste forskjell, og endret seg fra "dårlig økologisk tilstand" på referansestasjonen til "svært dårlig tilstand" på stasjonen nedstrøms bedriften. PIT indeksen for algebegroing viste moderat økologisk tilstand på begge stasjoner, mens HBI indeksen, som viser graden av heterotrof begroing og kolonidannende bakterier, viste dårlig økologisk tilstand på begge stasjoner. For både begroingsalger og heterotrof begroing var imidlertid nEQR verdiene lavere nedstrøms enn oppstrøms, noe som indikerer at tilstanden var noe verre nedstrøms enn oppstrøms selv om tilstandsklassen var den samme.

På bakgrunn av resultatene fra de biologiske kvalitetselementene som ble undersøkt i 2015 får vannforekomsten svært dårlig økologisk tilstand etter vannforskriften.

Alle de tre biologiske kvalitetselementene indikerer at den økologiske tilstanden oppstrøms Unger forverres ytterligere nedstrøms. Resultatene er imidlertid beheftet med usikkerhet, knyttet til mulig saltvannspåvirkning, andre ukjente utslipp i samme vannforekomst, og generell usikkerhet knyttet til indeksverdier langt fra miljømålet, samt at de er basert på kun ett års data. Det er derfor uklart om og i hvilken grad utslippet fra Unger fabrikker bidrar til den observerte forverringen av tilstanden nedstrøms.

Før tiltak besluttes for å bedre tilstanden i denne vannforekomsten anbefales det å gjennomføre et par år til med overvåking, gjerne integrert med annen pågående overvåking i samme område, samtidig som det hentes inn data som gjør det mulig å kvantifisere utslipp fra alle påvirkere. Dette er viktig for å få en sikrere klassifisering av økologisk tilstand. Avstanden mellom dagens tilstand og målet om god tilstand kan da beregnes med større grad av sikkerhet, og et solid forurensnings-regnskap og en kildefordeling kan utarbeides som utgangspunkt for planlegging av kostnadseffektive tiltak og riktig byrdefordeling mellom de forskjellige påvirkerne. Et slikt arbeid må foregå i samarbeid med andre påvirkere og med vannregion-myndigheten for vannregion Glomma.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag **5**

1 Innledning **7**
1.1 Generelle prinsipper for klassifisering og overvåking av miljøtilstand 7
1.2 Bakgrunnsinformasjon om virksomheten 9
1.3 Vannforekomsten 10
1.4 Kort sammenstilling av resultater fra tidligere undersøkelser i vannforekomstene 11

2 Undersøkelsen i 2015 ..... **11**
2.1 Stasjonsvalg 11
2.2 Tidsrom og frekvens 14
2.3 Valg av parametere 14
2.3.1 Biologiske kvalitetselementer 14
2.3.2 Fysisk-kjemiske støtteparametere 14

3 Metoder for prøvetaking, analyse og klassifisering av økologisk tilstand **15**
3.1 Prøvetaking 15
3.1.1 Bunndyr 15
3.1.2 Begroingsalger 15
3.1.3 Heterotrof begroing 15
3.1.4 Fysisk-kjemiske støtteparametere 16
3.2 Analysemetoder 16
3.3 Klassifisering av økologisk tilstand 16
3.3.1 Generell metodikk for klassifisering 16
3.3.2 Metodikk for klassifisering av hvert biologisk kvalitetselement 18

4 Resultater **20**
4.1 Biologiske kvalitetselementer 20
4.1.1 Bunndyr – Organisk belastning 20
4.1.2 Begroingsalger – Eutrofiering 21
4.1.3 Heterotrof begroing - Organisk belastning 22
4.2 Totalvurdering av økologisk tilstand for de to stasjonene 23
4.1 Supplerende undersøkelser av vannkjemiske støtteparametere 25

5 Konklusjoner og videre overvåking **27**
5.1 Dagens tilstand 27
5.2 Videre overvåking 27
5.3 Vurdering av mulige tiltak 27

6 Referanser **29**

Vedlegg A. Utslippstall fra Unger fabrikker **30**

Vedlegg B. Liste over registrerte begroingselementer **31**

Vedlegg C. Taksaliste bunndyr **32**

Vedlegg D. Stasjonskoordinater **33**

1 Innledning

1.1 Generelle prinsipper for klassifisering og overvåking av miljøtilstand

Ved implementeringen av vannforskriften har alle vannforekomster i Norge fått konkrete og målbare miljømål, ved at minimum «god tilstand» skal oppnås. Vannforskriften har som mål å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig iverksette tiltak for at miljømålene nås.

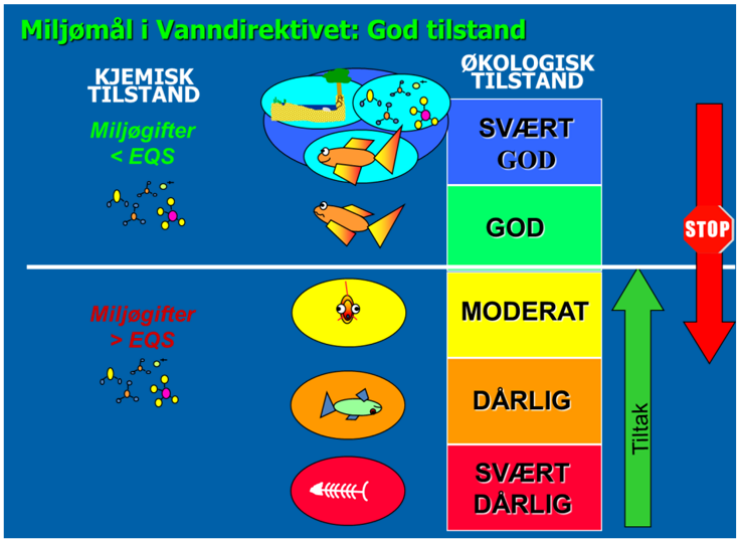
Fundamentalt i vannforskriften er at det foretas en karakterisering og klassifisering av vannforekomstene. Karakteriseringen inndeler vannforekomster i vanntyper, identifiserer belastninger og miljøvirkninger av belastningene, mens klassifiseringen definerer den faktiske tilstanden i en vannforekomst.

Kjemisk tilstand skal beregnes ut fra miljøgifter som står på EUs liste over prioriterte miljøgifter, der tilstanden angis som ikke god dersom ett eller flere av disse prioriterte miljøgiftene overskrider grenseverdier som er satt for hvert stoff (Environmental Quality Standards – EQS).

Økologisk tilstand for vannforekomsten beregnes ved kombinasjon av parametere/ indekser for de forskjellige kvalitetselementene det finnes data for. For beregning av økologisk tilstand inngår biologiske kvalitetselementer (f.eks. bunnfauna), generelle fysisk-kjemiske støtteparametere (f.eks. næringssalter), hydromorfologiske støtteparametere (f.eks. vannføring) og vannregionspesifikke stoffer (dvs. kjemiske forbindelser som potensielt kan skade vannmiljøet, men som ikke står på EUs liste over prioriterte miljøgifter).

Dersom kjemisk og/eller økologisk tilstand ikke er god er miljømålet ikke oppnådd og tiltak må gjennomføres.

Disse prinsippene er illustrert i **Figur 1**.



Figur 1. Prinsippskisse for klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand. Se tekst for nærmere forklaring.

For å fastslå økologisk tilstand i en vannforekomst er det i vannforskriften lagt føringer for forvaltningen i forhold til overvåking, og det opereres med tre ulike overvåkingsstrategier: basisovervåking, tiltaksorientert overvåking og problemkartlegging. Tiltaksorientert overvåking iverksettes i

vannforekomster som anses å stå i fare for ikke å nå miljømålene, eller for å vurdere endringer i tilstanden som følge av iverksatte tiltak. Overvåkingen iverksettes av Miljødirektoratet eller annen forurensningsmyndighet og bekostes av forurenser, etter prinsippet om at «påvirker betaler».

Et tiltaksorientert overvåkingsprogram er karakterisert av at man har flere overvåkings-stasjoner som plasseres i henhold til utslippspunktenes beliggenhet, hydromorfologiske egenskaper[1] og eventuelle endringer i vannforekomsten som følge av tiltak.

Parameterutvalg og frekvens skal være så hyppig at man kan fastsette miljøtilstanden. Minimumskravet i vannforskriften er at overvåkingen finne sted med intervaller som ikke overstiger dem som er angitt i **Tabell 1**, med mindre større intervaller er berettiget ut fra tekniske kunnskaper og ekspertvurderinger. Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013) krever betydelig høyere frekvens for fysisk-kjemiske kvalitetselementer som brukes i tiltaksrettet overvåking. For elver krever veilederen månedlig prøvetaking gjennom hele året, for å få tilstrekkelig utsagnskraft til å måle effekter av tiltak eller til å planlegge tiltak. For innsjøer er det krav om månedlige prøver i vekstsesongen for planteplankton og fysisk-kjemiske kvalitetselementer.

Tabell 1. Oversikt over intervaller mellom prøvetaking i vannforskriften (Vannforskriften, 2015).

Kvalitetselement	Elver	Innsjøer	Brakkvann	Kystvann
Biologisk				
Planteplankton	6 måneder	6 måneder	6 måneder	6 måneder
Annen akvatisk flora	3 år	3 år	3 år	3 år
Makroinvertebrater	3 år	3 år	3 år	3 år
Fisk	3 år	3 år	3 år	
Hydromorfologisk				
Kontinuitet	6 år			
Hydrologi	Kontinuerlig	1 måned		
Morfologi	6 år	6 år	6 år	6 år
Fysisk-kjemisk				
Temperaturforhold	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Oksygenforhold	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Saltholdighet/ledningsevne	3 måneder	3 måneder	3 måneder	
Næringsstofftilstand	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Forsuringstilstand	3 måneder	3 måneder		
Vannregionspesifikke stoffer	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Prioriterte stoffer, farlige stoffer og andre EU-utvalgte stoffer i vannsøylen	1 måned	1 måned	1 måned	1 måned
Miljøgifter som fremgår av vedlegg VIII i sediment*	6 år	6 år	6 år	6 år
Miljøgifter som fremgår av vedlegg VIII i organismer	1 år	1 år	1 år	1 år

* Gjennomføres oftere i områder hvor sedimentasjonshastigheten tilsier hyppigere prøvetaking

Overvåkingsprogrammet kan endres i løpet av gyldighetstiden for en forvaltningsplan[2] for vannregionen. Dette gjøres på grunnlag av opplysninger innsamlet i forbindelse med kravene i vedlegg II, særlig for å muliggjøre en reduksjon i frekvensen dersom virkningen ikke er vesentlig eller den relevante belastningen er fjernet.

[1] *Hydromorfologiske egenskaper:* Vannmengde og variasjon i vannføring og vannstand, samt bunnforhold og vannforekomstens fysiske beskaffenhet.

[2] *Vannforvaltningsplaner:* samlet plan for forvalting av vannforekomster i en vannregion. Miljømålene i regionen og tiltaksplaner (plan for hvordan miljømålet skal nås eller opprettholdes) er beskrevet.

Som et minimumskrav skal det biologiske kvalitetselementet som er mest følsom for belastningen inngå i overvåkingsprogrammet, samt relevante fysisk-kjemiske støtteparametere. Alle EUs prioriterte[3] miljøgifter som slippes ut i vannforekomsten skal overvåkes, samt andre forurensende stoffer som slippes ut i betydelige mengder, såkalt vannregionspesifikke stoffer (Vannforskriften 2015; Direktoratsgruppa 2010). NIVA har med bakgrunn i brev fra Miljødirektoratet til Unger Fabrikker AS i 2014 gitt innspill til bedriftens program for tiltaksorientert overvåking i henhold til vannforskriftens krav. Dette programmet ble så godkjent av Miljødirektoratet og har vært underlag for undersøkelsene som ble gjennomført i 2015.

Denne rapporten benytter vannforskriftens metodikk til å kvantifisere eventuelle effekter på økologisk tilstand fra utslipp av industrielt avløpsvann fra Unger Fabrikker AS.

1.2 Bakgrunnsinformasjon om virksomheten

Unger Fabrikker AS tilhører sektoren landbasert industri og bransjen «Produksjon av såpe og vaskemidler, rense- og polermidler». Fabrikkanlegget holder til i Fredrikstad kommune i Østfold og er lokalisert langs vannforekomst 002-3551-R, "Glomma fra Greåker til sjøen" (**Figur 2**).

Produksjonen skjer i tre anlegg med en helkontinuerlig driftsform. Det er også et blandeanlegg ved bedriften som imidlertid ikke forårsaker nevneverdige utslipp til Glomma.

Bedriftens hovedprosess foregår i et lukket gass-sulfoneringsanlegg. Overskuddet av sulfoneringsgass blir ført gjennom et scrubbersystem med stort overskudd av NaOH blandet med vann fra Glomma. Avrenningen fra natronlut-vaskingen inneholder derfor i hovedsak saltene natriumsulfat og natriumsulfitt, og ledes i sin helhet via prosessavløpet til Glomma. Disse uorganiske saltene representerer ingen miljøbelastning.

For å unngå krysskontaminering i ferdigvarer og driftsproblemer i prosessavsnittene for sulfonering er det nødvendig å vaske teknisk utstyr mellom enkelte produkttyper. Deler av vaskevannet gjenvinnes for bruk i ferdigvare. Resterende vaskevann ledes via prosessavløpet til Glomma. Det tilstrebes kontinuerlig i økt grad å gjenvinne mest mulig vaskevann. Effektene av dette vaskevannet på Glomma står i fokus i denne rapporten, da det inneholder organisk stoff som potensielt kan påvirke økologisk tilstand.

Unger Fabrikker AS sine regulerte utslippskomponenter til vann er vist i **Tabell 2**. Utslippstillatelsen ble gitt den 5. mai 2010 og er plassert i risikoklasse 3 (www.norskeutslipp.no). Det er kun gitt restriksjoner i forhold til kontroll av organisk belastning målt som kjemisk oksygenforbruk (KOF).

Tabell 2. Utslippstillatelse for Unger Fabrikker AS sine utslippskomponenter til vann.

Utslippskomponent	Utslippskilde	Utslippsgrenser		Gjelder fra	Gjelder til
		Korttidsgrense Kg/uke	*Langtidsgrense Tonn/år*		
KOF-DI*	Prosess og vaskevann totalt fra alle anlegg	8,800	240	d. d.	

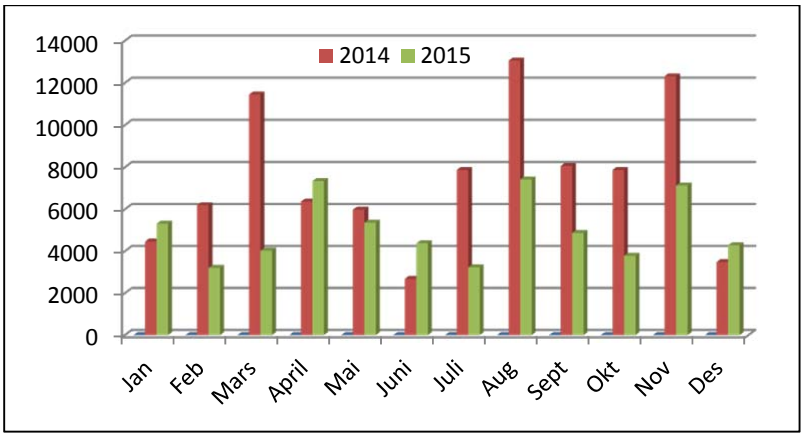
* KOF-DI er kjemisk oksygenforbruk målt vha. dikromatmetoden

[3] Redusert overvåkingsfrekvens for allestedsnærværende stoffer (stoff nr. 5, 21, 28, 30, 35, 37, 43 og 44 i vedlegg VIII del A tillates, så lenge overvåkingen er representativ og overvåkingsdataene har høy oppløsning og viser stabile nivåer over tid (Vannforskriften, 2015).

Det ble gjennomført en inspeksjon ved Unger Fabrikker AS av Miljødirektoratet den 2. juli 2014. I den delen av rapporten som er knyttet til utslippskontroll til vann sies det:

«Virksomhetens utslippskontroll og måleprogram for utslipp til vann av KOF ble gjennomgått under inspeksjonen (prøvetaking, frekvenser, representativitet, ringtester, beregninger, kvalitetssikring etc.). Miljødirektoratet har ingen merknader til dette. Utslippstallene viser at virksomhetens KOF- utslipp er redusert betydelig og ligger nå under 50 % av grenseverdiene i tillatelsen fra Miljødirektoratet. I følge virksomheten, har man oppnådd denne reduksjonen ved at ulike gjenbrukstiltak er gjennomført. Disse tiltakene har blant annet ført til et mindre behov for å slippe ut vaskevann til Glomma.»

Utslippet av KOF pr måned for de to siste årene er vist i **Figur 2**. Samlet var utslippet for 2014 og 2015 henholdsvis 89,78 og 60,33 tonn KOF. Resultatene av bedriftens arbeid med å redusere belastningen på vannforekomsten er tydelig og utslippet i 2015 har et jevnere forløp med maks utslipp ca 7,5 tonn i august og november og med lavest utslipp i juli med vel 3 tonn. Fra 2014 til 2015 har reduksjonen vært på nær 30 tonn KOF (33 %). Tilsvarende tall for 2012 var på 211 tonn, og i 2013 181 tonn KOF.

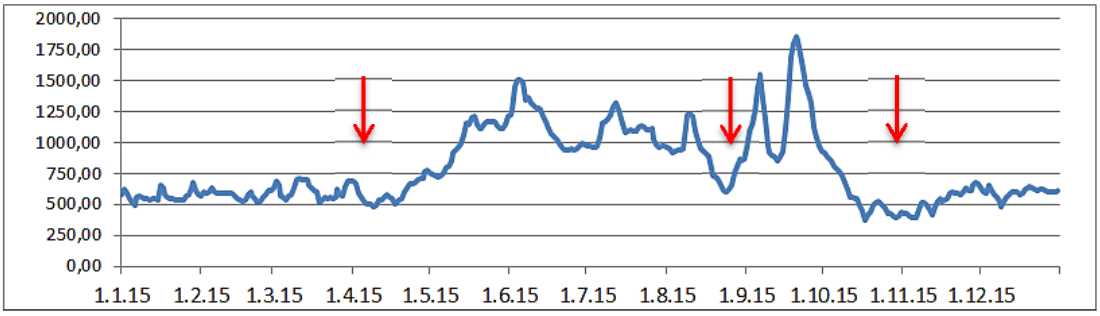


Figur 2. Utslipp av KOF (kg pr. mnd.) fra Unger fabrikker AS til Glomma i 2014 og 2015

1.3 Vannforekomsten

Utslippet fra Unger Fabrikker ledes til vannforekomsten 002-3551-R (Glomma fra Greåker til sjøen). Dette avsnittet av Glomma har en lengde på 21,6 km og avsluttes ved elvens utløp til sjøen. Vanntypen er karakterisert som en svært stor, kalkfattig, klar (TOC: 2-5 mg/l) med tydelig sjøvannspåvirkning lengst ned i vannforekomsten. Vannforekomsten er antatt å ha en moderat økologisk tilstand med risiko for at miljømålet ikke nås innen 2021. Kjemisk tilstand er ikke definert i Vann-Nett (www.vann-nett.no). Her er både vanntypen og klassifiseringen omtalt som usikre, da data mangler. Det er gjort langt flere undersøkelser i vannforekomsten oppstrøms 002-3549-R (Glomma fra Sarpsfossen til samløp Visterflo ved Greåker). Denne er definert som moderat kalkrik og humøs, med svært dårlig økologisk tilstand, og hvor det er risiko for at miljømålet ikke nås innen 2021, på grunn av organisk belasting. Det er sannsynlig at dette også gjelder for Glomma fra Greåker til sjøen.

Midlere vannføring i vannforekomsten 002-3551-R (Glomma fra Greåker til sjøen) er ca. 575 m3/sek med variasjoner gjennom året (**Figur 3**).



Figur 3. Vannføringskurve for Glomma ved Sarpsfossen i 2015 Prøvetidspunkter er avmerket. (*Kilde: Glommen og Laagens Brukseierforening).*

1.4 Kort sammenstilling av resultater fra tidligere undersøkelser i vannforekomstene

NIVA har i regi av Borregaard Fabrikker AS utført en rekke kjemiske og biologiske undersøkelser fra Sarpsfossen fram til Pæddekummen (Aanes m. fl. 2016), oppstrøms Unger fabrikker AS, i vannforekomst 002-3549-R, og tilsvarende undersøkelser for bedriften Nordic Paper AS (Aanes m. fl. 2016). Resultatene viser at området er belastet med utslipp av lettomsettelig organisk materiale og vannforekomsten oppnår i dag ikke god økologisk tilstand.

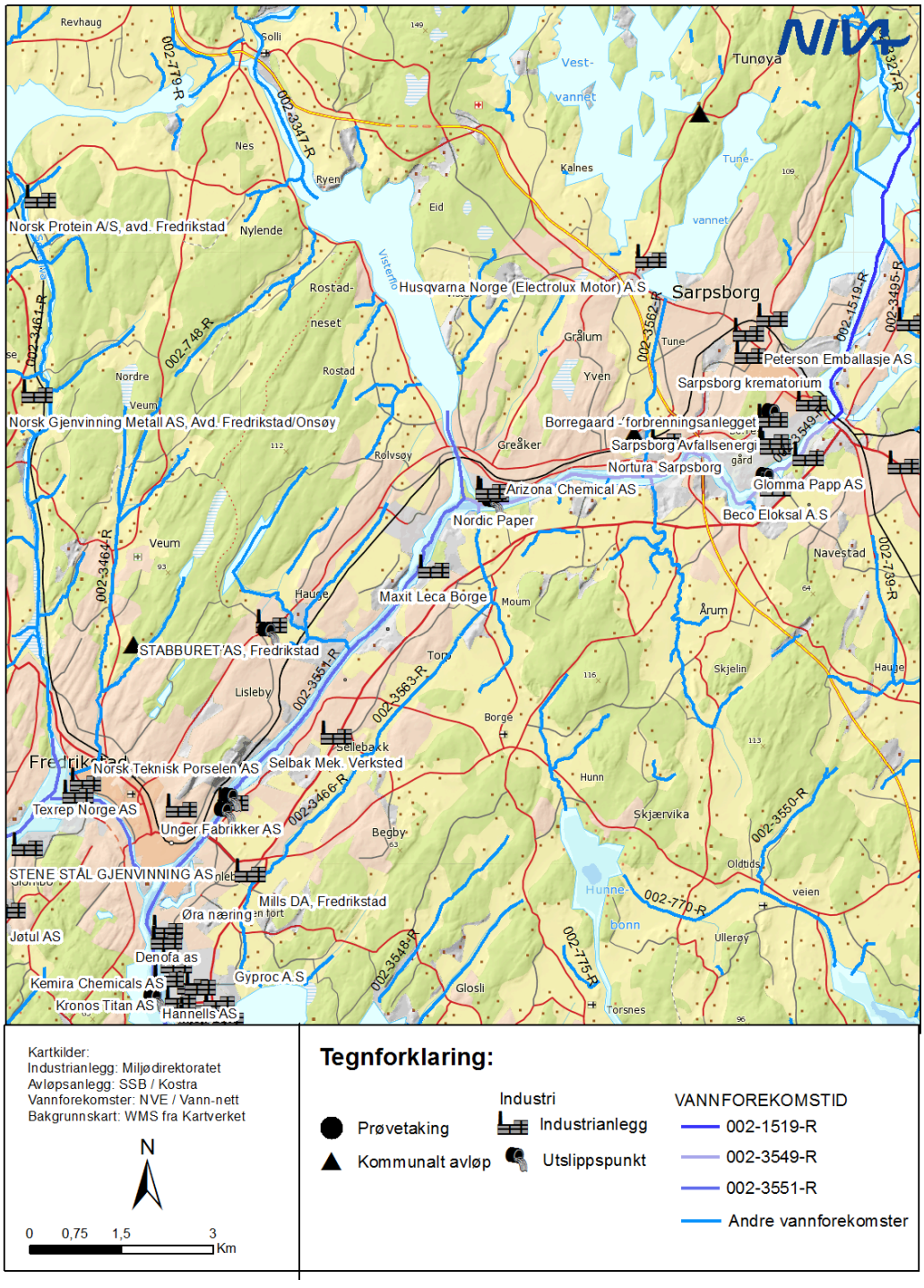
I 2010 utførte COWI sedimentundersøkelser for Fredrikstad kommune som inkluderte tre prøvepunkter ved Unger Fabrikker AS, hvor ett punkt faller sammen med NIVAs prøvepunkt nedstrøms bedriften. COWIs rapport oppgir en mindre overskridelse av Cu ved denne lokaliteten. Unger Fabrikker AS har imidlertid ingen utslipp av metaller knyttet til sin produksjon.

I tillegg til COWI-rapporten finnes to NIVA-rapporter om Unger Fabrikker AS, men disse er for gamle (1985 og 1992) til at resultatene kan benyttes her. NIVA er ikke kjent med andre data som kan være av relevans for utforming av overvåkingsprogrammet for Unger Fabrikker AS.

2 Undersøkelsen i 2015

2.1 Stasjonsvalg

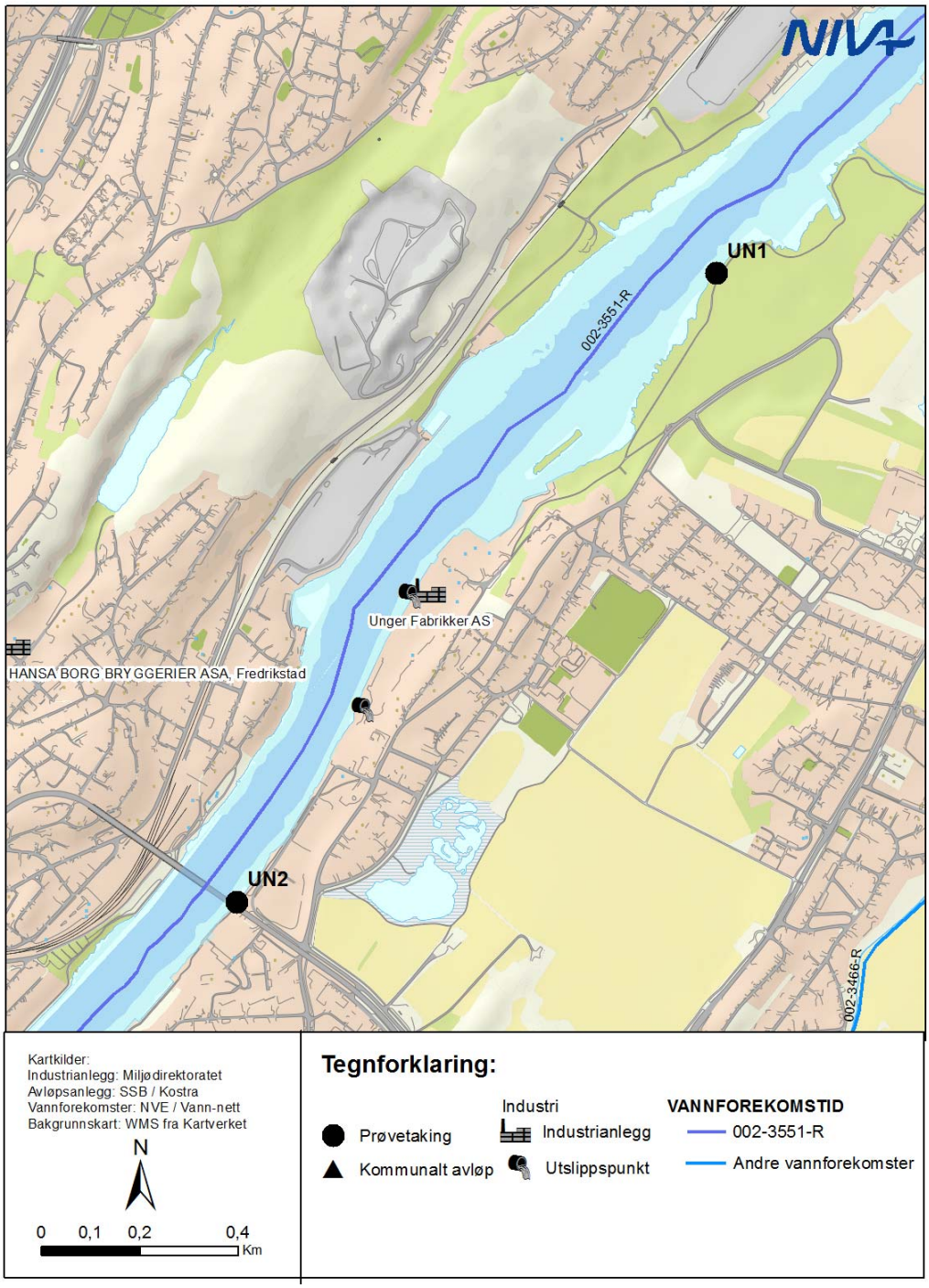
Bedriftens har to utslippspunkter av vaskevann til Glomma (**Figur 3**). Disse er plassert under betongkaien dels midt på og så i sørenden av denne, henholdsvis 4 og 1 m under vannoverflaten. Utslippspunktene befinner seg langt nede i vassdraget hvor nærområdene har stor grad av urbanisering og mange utslipp oppstrøms og nedstrøms (**Figur 4**).



Figur 4. Kart med oversikt over andre bedrifter og utslipp oppstrøms Unger Fabrikker AS.

I den tiltaksrettede overvåkingen av Glomma ved Unger Fabrikker ble det benyttet to stasjoner, UN1 og UN2 (**Figur 5**, geografiske koordinater i Vedlegg B). Stasjonen oppstrøms bedriften (UN1) ble definert som referanse-stasjon i forhold til bedriftens utslipp, mens stasjonen nedstrøms (UN2) er brukt for å vurdere mulige effekter av bedriftens utslipp. Stasjonene ble plassert slik at det skal være mulig å spore

effekter og følge utviklingen i elva over tid. Stasjonene ligger langt nede i Glomma og kan episodisk være marint påvirket. De valgte biologiske kvalitetselementene som er angitt i programmet er knyttet til ferskvann. Dette er et krav for å kunne anvende dem for å gi en riktig tilstandsklassifisering. Alle prøver tas imidlertid i strandsonen, der sannsynligheten for saltpåvirkning er mindre.



Figur 5. Kart med prøvetakingsstasjoner i nedre del av Glomma ved Unger Fabrikker AS. Det ble tatt prøver av bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing på stasjonene UN1 og UN2. Punkter for bedriftens utslipp er også vist.

2.2 Tidsrom og frekvens

I **Tabell 3** er parameterutvalg og prøvetakingsfrekvens sammenstilt, slik det er gitt gjennom bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram. Klassifisering av kjemisk tilstand var ikke en del av dette prosjektet.

En kort oppsummering av bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram er vist i **Tabell 3**. Feltarbeid og behandling av innsamlede data er utført i henhold til overvåkingsprogrammet som ble godkjent av Miljødirektoratet. Det er ingen avvik å rapportere i forhold til programbeskrivelsen.

Tabell 3. Oppsummering av overvåkingsprogram for Unger Fabrikker AS i 2015.

	Regulerte utslipps-komponenter	Kvalitets-element	Indeks/ parameter	Medium/ Matriks	Antall stasjoner	Frekvens (pr år)	Tids-punkt.
Økologisk tilstand	Kjemisk oksygenforbruk (KOF/Di)	Bunnfauna	ASPT	Sediment (strandsone)	2	2	Vår og høst
		Heterotrof vekst	HBI		2	3	Vår, sommer og høst
		Begroing	PIT		2	2	Vår og høst
		Fysisk-kjemiske støtteparametere	Temp, oksygen	Vann	2	1	Vår

2.3 Valg av parametere

2.3.1 Biologiske kvalitetselementer

Unger Fabrikker AS har kun utslipp av organisk materiale (KOF), og effekten av dette ble overvåket ved hjelp av utvalgte biologiske kvalitetselementer. Undersøkelsene av de biologiske kvalitetselementene er gjort i henhold til kravene i Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2013). For elver er det utviklet flere indekser for biologiske kvalitetselementer, hvorav to er særlig egnet til å vurdere utslipp av organisk stoff. Den ene baserer seg på bunnfauna, i form av en såkalt ASPT-indeks (Average Score Per Taxon), som responderer på organisk stoff ved at følsomme arter som trenger mye oksygen fortrenges, til fordel for arter som klarer seg med mindre oksygen. Den andre er basert på dekningsgrad av heterotrof begroing, som måles ved hjelp av HBI-indeksen. Heterotrof begroing inkluderer sopp og bakterier, som lever av lett nedbrytbart organisk materiale,. De vokser på elvebunnen eller som påvekst på alger og andre vannplanter. Under gunstige forhold, som ved utslipp av store mengder lett nedbrytbart organisk materiale, kan de vokse raskt og på kort tid oppnå høy biomasse og stor dekningsgrad. Lenger opp i Glomma er det stor utbredelse av slik heterotrof begroing, i form av bakteriekolonier, ofte synlig som såkalte "lammehaler". Disse forekommer også ved Unger Fabrikker AS, og påvirker dermed også bunnfaunaen.

Når organisk stoff brytes ned kan det frigjøres næringssalter i vannet. Begroingsalger er svært følsomme for næringssaltbelastning, og vi har derfor også inkludert dette biologiske kvalitetselementet i overvåkingsprogrammet.. Responsen måles ved hjelp av begroingsalge indeksen PIT (periphyton index of trophic status; Schneider & Lindstrøm, 2011).

I denne undersøkelsen ble dermed tre ulike biologiske kvalitetselementer inkludert i overvåkingsprogrammet: bunnfauna, heterotrof begroing og begroingsalger.

2.3.2 Fysisk-kjemiske støtteparametere

I henhold til krav fra Miljødirektoratet ble pH, konduktivitet, salinitet og turbiditet, som kan gi informasjon om sjøvannspåvirkning i elva, målt i vannsøylen utenfor prøvestasjonene. Samtidig ble

temperatur og oksygen målt. Oksygen er den mest følsomme fysisk-kjemiske parameteren med hensyn til effekter av organisk stoff.

3 Metoder for prøvetaking, analyse og klassifisering av økologisk tilstand

3.1 Prøvetaking

Under følger en beskrivelse av prøvetakingen som ble gjennomført i forbindelse med dette overvåkingsprogrammet. Det ble tatt prøver fra vassdragets bunnfauna 9. april og 30. oktober. Begroingsalger ble prøvetatt den 25. august. Heterotrof begroing ble prøvetatt ved alle de tre befaringene. Registreringer i vannsøylen utenfor prøvestasjonene av fysisk-kjemiske støtteparametere ble foretatt den 9. april.

3.1.1 Bunndyr

Innsamlingsmetoden som ble benyttet er den såkalte sparkemetoden og er gjennomført i henhold til retningslinjer gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013) og den europeiske normen for prøvetaking av bunndyr (NS-EN ISO 10870: 2012-1). Metoden består av flere enkeltprøver og er bundet opp til et bestemt areal og tidsbruk. Dette gjør metoden stringent og lett etterprøvbar. Hver prøve tas over en strekning på 1 meter. Det anvendes 20 sekund pr. 1 m prøve. I alt tas det 3 slike pr. minutt. Dette gjentas 3 ganger og materialet representerer da samlet 9 én-meters prøver. Denne metoden tilsvarer 3 x 1 minutts prøver, som var et vanlig tidsforbruk i mange bunnfaunaundersøkelser tidligere. Materialet representerer bunndyrsamfunnet på omlag 2,25 m² av elvebunnen. Det benyttes en standard bunndyrhåv med 0,25 mm maskevidde under prøvetakingen. For å unngå tetting av håven og tilbake-spyling av materiale, tømmes håven etter 1 minutt, eller oftere hvis substratet er svært finpartikulært. Alle de 9 delprøvene på stasjonen samles til en blandprøve. Materialet fikseres med etanol i felt for senere å bli talt opp og bestemt til lavest mulige taksonomiske nivå ved hjelp av stereolupe og mikroskop.

Den økologiske tilstanden på elvestasjonene vurderes ut fra hvordan samfunnet av bunndyr på lokaliteten er sammensatt etter kriterier gitt i vannforskriften (Direktoratsgruppa 2013). For eutrofiering/organisk belastning benyttes bunndyrindeksen Average Score Per Taxon (ASPT) (Armitage m.fl. 1983), som også ble brukt som norsk vurderingssystem etter interkalibreringen av bunndyrsystemer i EU. ASPT indeksen anses for å være mest følsom for organisk forurensing i elver (Van De Bund 2009).

3.1.2 Begroingsalger

Prøver av begroingsalger ble samlet inn fra de samme to stasjonene som bunndyr. På hver stasjon er det undersøkt en strekning på ca. 10 meter ved bruk av vannkikkert. På denne strekningen er det samlet inn prøver av alle makroskopisk synlige alger, inkludert heterotrof begroing (sopp og bakterier, f.eks. «lammehaler»), og utbredelsen av disse er estimert som prosent dekning (<1-100 %). Videre er mikroskopiske alger samlet inn ved å børste et område på 8 x 8 cm på overflaten av hver av 10 steiner (à 10-20 cm i diameter) i en beholder med 1 L vann. Det avbørstede materialet er så blandet godt i vannet og en delprøve på 20 ml ble konservert og tatt med for videre bearbeiding. De er senere undersøkt i mikroskop, og tettheten er estimert som hyppig, vanlig eller sjelden. Metodikken er i henhold til overvåkingsveilederen (Direktoratsgruppa 2010), klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013) og den europeiske normen for prøvetaking og analyse av begroingsalger (NS-EN ISO 15708:2009).

3.1.3 Heterotrof begroing

De to stasjonene ble klassifisert med hensyn på organisk belastning ved bruk av HBI indeksen. Denne tar utgangspunkt i et årlig gjennomsnitt av de tre innsamlingsrundene basert på dekningsgraden på lokaliteten

(Direktoratsgruppa, 2014). Systemet er skjønnsmessig og baserer seg på at tilstanden blir dårligere ved økt dekning av sopp og heterotrofe bakterier. Ved en dekningsgrad av heterotrof begroing på fra 1-10 %, blir lokaliteten satt i moderat økologisk tilstand, og høyere dekning vil gi en dårligere tilstand.

Heterotrof begroing ble samlet inn fra de samme to stasjonene som bunndyr. På hver lokalitet er det undersøkt en ca. 10 meter lang elvestrekning ved bruk av vannkikkert, der det ble tatt prøver av synlig heterotrof begroing. Materialet ble lagret på små glass og konservert for senere bearbeiding i laboratoriet. Dekningsgraden ble estimert i felt som "prosent dekning"(< 1-100 %). Innsamlede prøver ble så senere undersøkt i mikroskop, for å verifisere om det er heterotrof begroing, og for å identifisere artene.

3.1.4 Fysisk-kjemiske støtteparametere

Oksygen, temperatur, pH, konduktivitet, salinitet og turbiditet ble målt direkte i elva ved hjelp av en sonde med sensorer for disse parameterne som senkes rolig ned fra overflaten til bunnvannet og måler hvert sekund.

3.2 Analysemetoder

Bunnfaunaprøvene ble talt opp og bestemt til lavest mulige taksonomiske nivå ved hjelp av stereolupe og mikroskop.

Prøvene av begroingsalger er undersøkt i mikroskop, der alle arter ble identifisert og tettheten estimert som hyppig, vanlig eller sjelden. Metodikken er i henhold til overvåkingsveilederen (Direktoratsgruppa 2010), klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013) og den europeiske normen for prøvetaking og analyse av begroingsalger (NS-EN ISO 15708:2009).

Innsamlede prøver av heterotrof begroing ble også undersøkt i mikroskop, for å verifisere at det faktisk er heterotrofe begroingsorganismer (sopp og bakterier), og for å identifisere artene.

Rådata for de biologiske kvalitetselementene er gitt i Vedlegg B for begroingsalger og heterotrof begroing, og i Vedlegg C for bunnfauna.

Profiler av de målte fysisk-kjemiske parameterne ble lastet ned fra sonden og fremstilt som figurer.

3.3 Klassifisering av økologisk tilstand

3.3.1 Generell metodikk for klassifisering

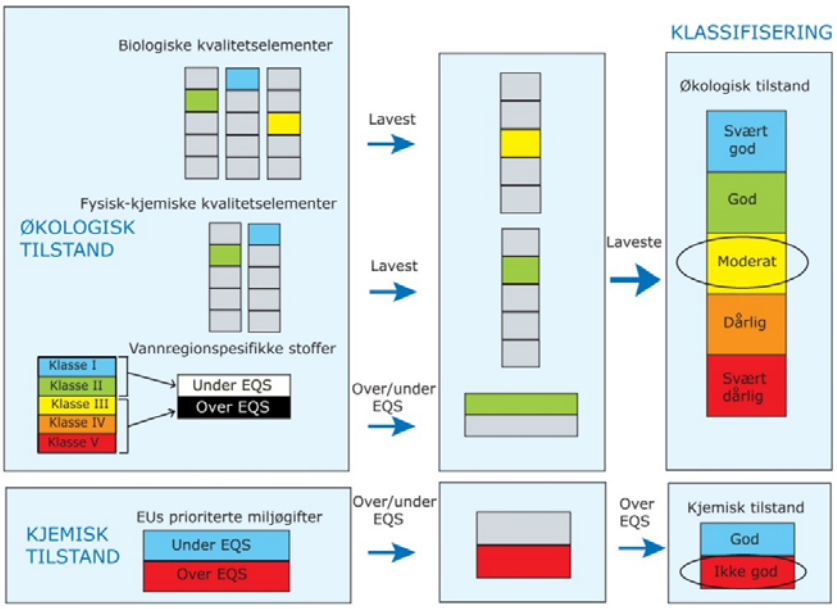
Den generelle metodikken for å klassifisere økologisk tilstand er angitt i kapittel 3.5 i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2013), og er oppsummert i **Figur 6**. Klassifiseringen begynner med å kartlegge tilstanden til de såkalte biologiske kvalitetselementene (for eksempel bunnfauna, begroingsalger, vannplanter, se øvre venstre boks), der sammensetningen av arter og evt. biomassen sammenlignes med hva man ville forventet dersom vannforekomsten var upåvirket av menneskelige aktiviteter (også kalt "naturtilstand" eller "referansetilstand"; og angis da som "svært god økologisk tilstand", med blått fargesymbol). Artssammensetningen uttrykkes gjerne i form av indekser som angir andel arter som er følsomme og andel arter som er tolerante for en bestemt påvirkning. I denne rapporten er bunnfauna brukt som kvalitetselement, etter indeksen ASPT, skissert ovenfor. Det er definert tallverdier for «naturtilstand» og grenseverdier som angir graden av menneskelig påvirkning for hver parameter eller indeks for hvert kvalitetselement, der god tilstand angis med grønt fargesymbol, moderat tilstand med gult, dårlig tilstand med oransje og svært dårlig tilstand med rødt. Avstanden fra naturtilstanden uttrykkes som EQR- verdier (Ecological Quality ratio) for hver parameter eller indeks for hvert enkelt kvalitetselement i henhold til formler gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2013).

Neste skritt er å normalisere EQR-verdiene for hver parameter eller indeks, slik at de kan sammenlignes og kombineres. Grenseverdiene for de normaliserte EQR verdiene (nEQR) er like for alle parametere og indekser, der grenseverdiene mellom tilstandsklassene er 0,8 for svært god/god, 0,6 for god/moderat, 0,4 for moderat/dårlig og 0,2 for dårlig/svært dårlig.

Formelen for beregning av normaliserte EQR (nEQR) verdier er:

*nEQR = (Observert EQR – Klassens nedre EQR verdi)/(Klassens øvre EQR verdi – Klassens nedre EQR verdi)*0.2 + nedre nEQR klassegrense*

Dersom man har flere parametere eller indekser innen ett kvalitetselement, beregnes som regel en middelverdi av nEQR for hver parameter eller indeks til et endelig resultat for det aktuelle kvalitetselementet. Deretter gjøres tilsvarende beregninger for hver parameter for de generelle fysisk-kjemiske støtteparameterne, der nEQR verdiene midles for parametere som angir effekter av samme påvirkning, f.eks. eutrofiering: total-fosfor, fosfat, total nitrogen, nitrat.

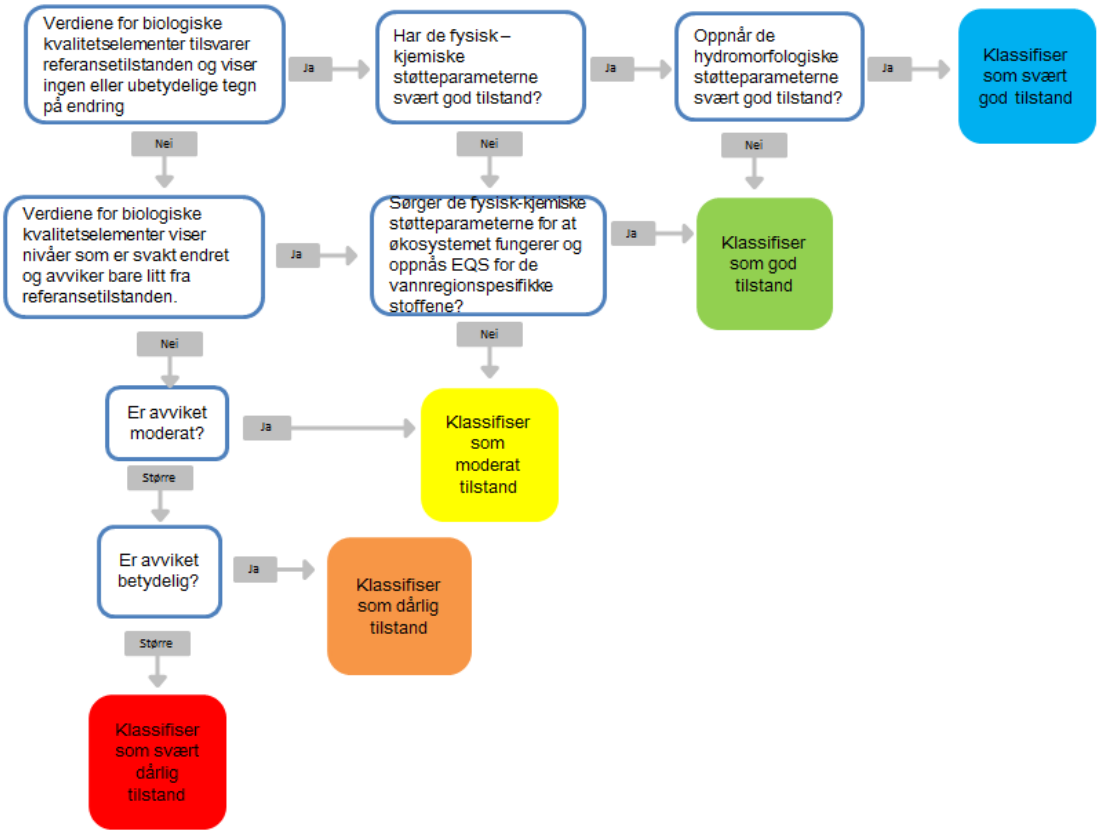


Figur 6. Prinsippskisse som viser klassifisering av miljøtilstand i en vannforekomst (se tekst under).

Piler påtegnet «Laveste», betyr at det kvalitets-elementet som får dårligste tilstand styrer. Prinsippet omtales ofte som «Det verste styrer». Dette er eksemplifisert i figuren ved at det kvalitetselementet som gir lavest tilstand, her Moderat (farget gult), er avgjørende for den økologiske tilstanden.

For økologisk tilstand er det de biologiske kvalitetselementene som er avgjørende for tilstands-klassifiseringen. Dersom biologien indikerer «svært god» eller «god» tilstand kan fysisk-kjemiske og hydro-morfologiske støtteparametere nedgradere tilstanden til «god» eller «moderat» tilstand.

Dersom de biologiske kvalitetselementene indikerer «moderat», «dårlig» eller «svært dårlig» tilstand vil disse alene være styrende for klassifiseringen. Det dårligste biologiske kvalitetselementet avgjør den økologiske tilstanden etter «det verste styrer»-prinsippet (**Figur 7**).



Figur 7. Flytdiagram som viser prinsippet for klassifisering av økologisk tilstand i henhold til klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013).

Den økologiske tilstanden på hver stasjon ble bestemt i henhold til prinsippene som er vist i **Figur 6 og Figur 7**.

Kjemisk tilstand klassifiseres etter prinsipp som vist nederst i **Figur 6** dvs. «Ikke god kjemisk tilstand» blir resultatet dersom målte konsentrasjoner av EUs prioriterte miljøgifter er høyere enn de EQS-verdiene som er gitt for disse stoffene i vannforskriften (Lovdata, 2015). Undersøkelser av EU's prioriterte miljøgifter og klassifisering av kjemisk tilstand inngår ikke i denne bedriftens overvåkingsprogram.

3.3.2 Metodikk for klassifisering av hvert biologisk kvalitetselement

Klassifiseringen av de biologiske kvalitetselementene utføres i henhold til vannforskriftens veiledere, og som en del av avtalen med bedriften rapporteres resultatene til Vannmiljø.

Bunnfauna

For bunnfauna i ferskvann benyttes indeksen ASPT som beregner en gjennomsnittlig poengverdi av indikatorverdiene for hvert takson som er funnet i prøven. Dette gjøres i henhold til Biological Monitoring Working Party scoring system (BMWP) (Hawkes 1998). Indeksen opererer på de taksonomiske nivåene klasse, familie eller underfamilie. Indeksverdiene indikerer følsomhet for organisk belastning, der minste følsomhet er 1 og største følsomhet er 10. Referanseverdien for ASPT er satt ved 6,9, og klassegrensene ved 6,8=svært god/god, 6,0=god/moderat, 5,2=moderate/dårlig og 4,4 =dårlig/svært dårlig i henhold til retningslinjer gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013). Klassegrensene gjelder foreløpig for alle elvetyper (unntatt isbrepåvirkede elver). Beregning av EQR

verdier gjøres ved å dele observert verdi med referanseverdien (6,9). Deretter normaliseres EQR verdien, slik at tilstanden for bunnfauna kan sammenlignes og kombineres med tilstanden for andre kvalitetselementer.

Begroingsalger
PIT indeksen er basert på forekomsten av 153 taksa av begroingsalger (ekskludert kiselalger). For hvert takson er det beregnet en indikatorverdi, og disse indikatorverdiene danner grunnlag for beregningen av PIT (krever minst to indikatorarter på lokaliteten for en sikker klassifisering). Indikatorverdiene spenner fra 1,87 – 68,91, hvor lave verdier indikerer lav fosforkonsentrasjon (oligotrofe forhold) mens høye verdier indikerer høy fosforkonsentrasjon (eutrofe forhold) (Schneider og Lindstrøm 2011). Både referanseverdien for tilnærmet upåvirkede vannforekomster og klassegrensene er forskjellige for svært kalkfattige elver (kalsium < 1 mg/l) og andre elver (kalsium > 1 mg/l). Vannforekomstene i denne undersøkelsen har begge kalsium over 1 mg/l. Referanseverdien for PIT er satt ved 6,71 og klassegrensene ved 9,5=svært god/god, 16=god/moderat, 31=moderate/dårlig og 46 =dårlig/svært dårlig i henhold til retningslinjer gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013). EQR verdien beregnes ved følgende formel: PIT-EQR = (PIT obs – 60,84) / (PIT ref – 60,84). Deretter normaliseres EQR verdien, slik at tilstanden for begroingsalger kan sammenlignes og kombineres med tilstanden for andre kvalitetselementer.

Heterotrof begroing
Heterotrof begroingsindeks, HBI, beregnes med utgangspunkt i et årlig gjennomsnitt av dekningsgrad (prosent dekning) av heterotrof begroing. Dette er et skjønnsmessig system som baserer seg på at tilstanden blir dårligere ved økt dekning av sopp og heterotrofe bakterier. Klassifiseringen av heterotrof begroing er basert på dekningsgrad av slike organismer på elvebunnen og observeres i felt. Referanseverdien ved tilnærmet upåvirkede forhold er null. God eller svært god økologisk tilstand oppnås dersom heterotrof begroing kun observeres mikroskopisk eller ikke i det hele tatt, slik at dekningsgraden er 0 %. De øvrige klassegrensene er 1 % = god/moderat, 10 % = moderate/dårlig og 50 % =dårlig/svært dårlig (Direktoratsgruppa 2013). EQR verdien beregnes ved følgende formel: HBI-EQR = (HBI obs – 100) / (HBI ref – 100). Deretter normaliseres EQR verdien, slik at tilstanden for heterotrof begroing kan sammenlignes og kombineres med tilstanden for andre kvalitetselementer.

4 Resultater

4.1 Biologiske kvalitetselementer

Nedenfor presenteres tilstandsklasse og nEQR verdier for hvert kvalitetselement som ble undersøkt i overvåkingen i 2015. Rådata for hver indeks/parameter finnes i vedlegg.

4.1.1 Bunndyr – Organisk belastning

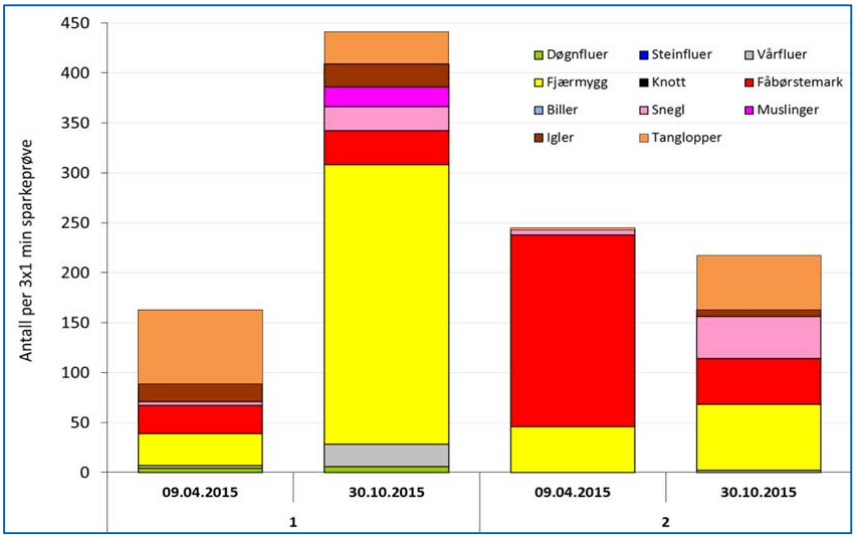
ASPT indeksen viste dårlig økologisk tilstand på UN1 oppstrøms bedriften og svært dårlig tilstand på UN2 nedstrøms bedriften (**Tabell 4**). På begge stasjonene var tilstanden verre om våren enn om høsten. De noe dårligere resultater på våren kan ha sammenheng med vannføringen som var relativ lav og stabil gjennom vinterhalvåret (**Figur 2**) og dermed en lavere fortynning av forurensingstilførsler. Prøvene i april beskriver miljøforholdene slik de har vært gjennom ettervinteren 2015 og tilsvarende vil prøvene i oktober avspeile vannkvaliteten gjennom høsten. Den normaliserte EQR verdien viser at når man midler verdiene for UN2 så ligger verdien klart under grensen mellom svært dårlig og dårlig tilstand. For UN1 er nEQR verdien i nedre del av dårlig tilstand. Forskjellen mellom stasjonene tilsvarer ca. en tredjedel av en tilstandsklasse (bredden på en tilstandsklasse er 0,2, og her har vi en forskjell på 0,06 (0,24-0,18). Det er mange utslipp oppstrøms bedriften som har en stor påvirkning på den økologiske tilstanden, men tilstanden er ennå et hakk verre nedstrøms bedriftens utslipp. I vannforekomster med så dårlig økologisk tilstand svekkes imidlertid indeksens presisjonsnivå, fordi et ødelagt vannmiljø generelt er ustabilt og mindre forutsigbart. Det kan også være andre ukjente utslippskilder mellom stasjon 1 og stasjon 2.

Tabell 4. Resultater fra bunndyrundersøkelser i 2015. Verdier for ASPT, EQR og nEQR.

Stasjon	Dato	ASPT	EQR	nEQR*
UN1	09. 04. 2015	4,27		
	30. 10. 2015	4,87		
	Midlere verdi	**4,57**	**0,66**	**0,24**
UN2	09. 04. 2015	3,50		
	30. 10. 2015	4,50		
	Midlere verdi	**4**	**0,58**	**0,18**

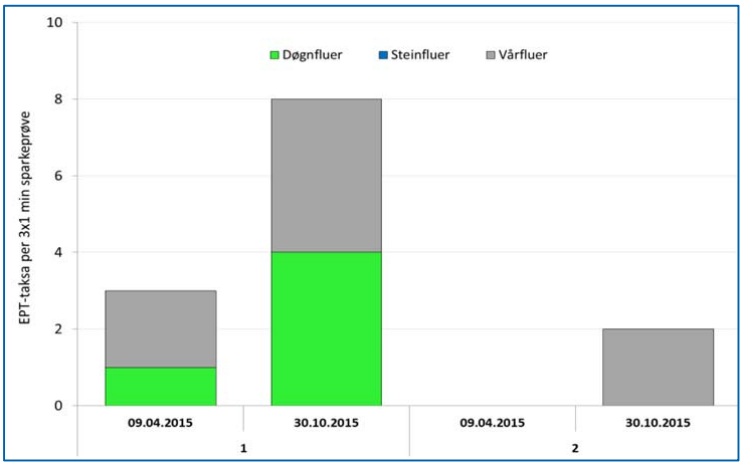
** Klassegrensene for normalisert EQR er gitt ved henholdsvis: 0 - 0,2 og 0,21 - 0,4 for Svært dårlig og dårlig tilstand.*

I **Figur 8** er bunndyrsamfunnets oppbygning vist. De dominerende dyregruppene er fjærmygg og fåbørstemark, samt muslinger og snegler, en dominans som er typisk ved organisk påvirkning. Stasjonene ligger langt nede i vassdraget og er nok episodisk marint påvirket, noe innslaget av tanglopper på begge stasjonene bekrefter.



Figur 8. Sammensetning av bunndyrsamfunnet ved UN1 (venstre kolonner) og UN2 (høyre kolonner) i Glomma ved Unger fabrikker AS.

Det var ingen døgnfluer på UN2, mens det på UN1 var 4 forskjellige arter/slekter fra denne dyregruppen (**Figur 8**). Det er lite som tilsier at denne dyregruppen skulle være borte fra UN2 med tanke på biotopens utforming og næringstilgang. Når de er etablert på stasjonen oppstrøms vil ventelig en del individer hele tiden drive nedover med strømmen, men forholdene nedstrøms later ikke til å ha gitt mulighet for at døgnfluer etablerer seg der. Ellers er det en langt større artsdiversitet på stasjon 1 med 22 bunndyrtaksa, men bare halvparten på stasjonen nedstrøms (Vedlegg C). Disse resultatene bekrefter at tilstanden er klart mer påvirket på stasjonen nedstrøms enn på stasjonen oppstrøms bedriften.



Figur 9. Antall såkalte EPT-taksa (døgn-, stein- og vårfluer) på stasjonene UN1(venstre kolonner) og UN2 (høyre kolonner) i Glomma ved Unger fabrikker.

4.1.2 Begroingsalger – Eutrofiering

Eutrofieringsindeksen PIT resulterte i moderat tilstand på begge de to undersøkte stasjonene (**Tabell 5**). Likevel kan vi se at referansestasjonen UN1 oppstrøms har en høyere nEQR verdi (0,55) enn UN2 (0,44), som ligger nedstrøms utslippspunktet.. Forskjellen i nEQR verdier tilsvarer vel en halv tilstandsklasse

((0,55-0,44)/0,2). UN1 ligger i øvre del av moderat tilstand opp mot god tilstand (grensen er nEQR=0,60), mens UN2 ligger i nedre del av tilstandsklassen og nærmer seg grensen til dårlig tilstand (grensen er nEQR=0,40).

Tabell 5. Resultater fra begroingsalgeprøvene tatt ved Unger fabrikker sommeren 2015.

Stasjon	Dato	PIT	EQR	nEQR
UN1	25.08.2015	19,44	0,77	0,55
UN2	25.08.2015	28,06	0,61	0,44

* klassegrenser for på vanntype 5 (som har kalsium over 1 mg/l) er brukt

Algesamfunnet var relativt likt på begge stasjoner. Forekomster av ulike arter innen cyanobakterieslekten *Phormidium* samt grønnalgen *Spirogyra* d ble observert på begge stasjoner (Vedlegg B). *Spirogyra* trives i næringsrikt vann, på lik linje som de fleste artene innen slekten *Phormidium*.

Den største forskjellen mellom UN1 og UN2 var at UN2 var tydelig saltvannspåvirket. Her ble det registrert et par arter som er typisk for brakkvann. Til tross for at resultatene er som forventet må derfor klassifiseringen av den nederste stasjonen (UN2) regnes som noe usikker siden PIT-indeksen er utviklet utelukkende for ferskvann.

Ut fra årets undersøkelse ser det altså ut til at utslippet fra Unger Fabrikker og eventuelle andre utslipp mellom stasjon 1 og 2 til en viss grad påvirker algesamfunnet i elven. Men elven er samtidig påvirket oppstrøms, noe som er forventet siden flere fabrikker har utslipp til Glomma oppstrøms Unger Fabrikker (**Figur 3**).

4.1.3 Heterotrof begroing - Organisk belastning

Resultatene viser at det var dårlig økologisk tilstand basert på HBI indeksen både opp- og nedstrøms utslippspunktet til Unger fabrikker AS (**Tabell 6**), men nEQR verdien var 0,26 nedstrøms mot 0,30 oppstrøms, noe som tilsvarer ca. en kvart tilstandsklasse dårligere nedstrøms. Som observert for både bunnfauna og begroingsalger ser det altså ut til at utslippet fra Unger Fabrikker og eventuelle andre utslipp mellm stasjon 1 og 2 til en viss grad forverrer tilstanden i elva også med hensyn til heterotrof begroing. Men elva er samtidig påvirket oppstrøms, noe som er forventet siden flere fabrikker har utslipp til Glomma oppstrøms Unger Fabrikker.

Tabell 6. Resultater fra prøvene av heterotrof begroing tatt ved Unger fabrikker i 2015.

Stasjon	År	Dekningsgrad (%)	HBI	EQR	nEQR
UN1	09.04.2015	10	30,03	0,69	0,30
	25.08.2015	0,1			
	30.10.2015	80			
UN2	09.04.2015	50	37,33	0,62	0,26
	25.08.2015	20			
	30.10.2015	42			

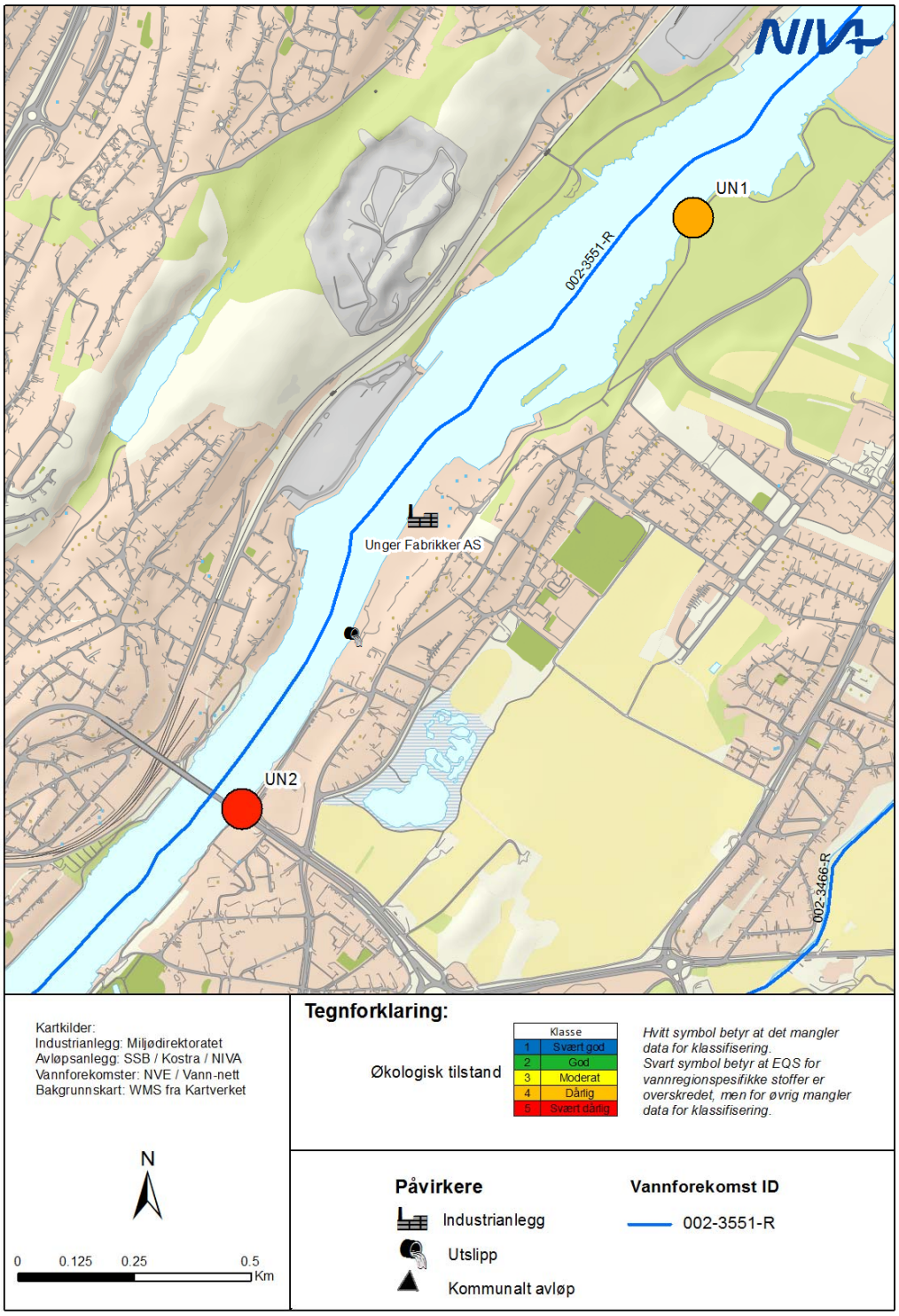
Under kolonnen dekningsgrad (%) i Vedlegg B ser man at dekningsgraden varierer gjennom året, men på begge stasjonene er det en markert mindre dekningsgrad på sommeren sammenlignet med vår og høst. Dette stemmer overens med studier som viser at *Sphaerotilus natans* blir noe hemmet i veksten på sommeren (Mechsner, 1985).

4.2 Totalvurdering av økologisk tilstand for de to stasjonene

En oversikt over økologisk tilstand basert på undersøkelser av de tre biologiske kvalitetselementene bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing er vist i **Tabell 7**. Bunndyr indikerte en svært dårlig tilstand i april og dårlig i oktober. Tilsvarende indikerte algebegroingen i slutten av august en moderat økologisk tilstand på begge stasjonene, mens heterotrof begroing indikerte en dårlig tilstand**.** Alle de tre biologiske kvalitetselementene ga lavere nEQR verdi på stasjon 2 enn på stasjon 1, og forverringen tilsvarer mellom en kvart og en halv tilstandsklasse. Når man vurderer nEQR verdiene samlet ut fra det verste styrer prinsippet har referansestasjonen oppstrøms bedriften dårlig økologisk tilstand, og stasjonen nedstrøms svært dårlig tilstand (**Figur 10)**.

Tabell 7. Økologisk tilstand for hver stasjon for de undersøkte biologiske kvalitetselementene i Glomma ved Unger Fabrikker AS. Middelverdier av indeksverdier og nEQR er vist for hvert kvalitetselement. For totalvurderingen er nEQR angitt som det verste av de tre kvalitetselementene.

	Stasjonsnavn/kode	
Kvalitetselement/Indeks	**UN1 (oppstrøms)**	**UN2 (nedstrøms)**
Begroingsalger (PIT-indeks)		
Indeksverdi/nEQR-verdi	19,44/0,55	28,06/0,44
Heterotrof begroing(HBI-indeks)		
Indeksverdi/nEQR-verdi	30,03/0,30	37,33/0,26
Bunndyr (ASPT-indeks)		
Indeksverdi/nEQR-verdi	4,57/0,24	4,0/0,18
Totalvurdering		
nEQR biologi (det verste styrer)	**0,24**	**0,18**

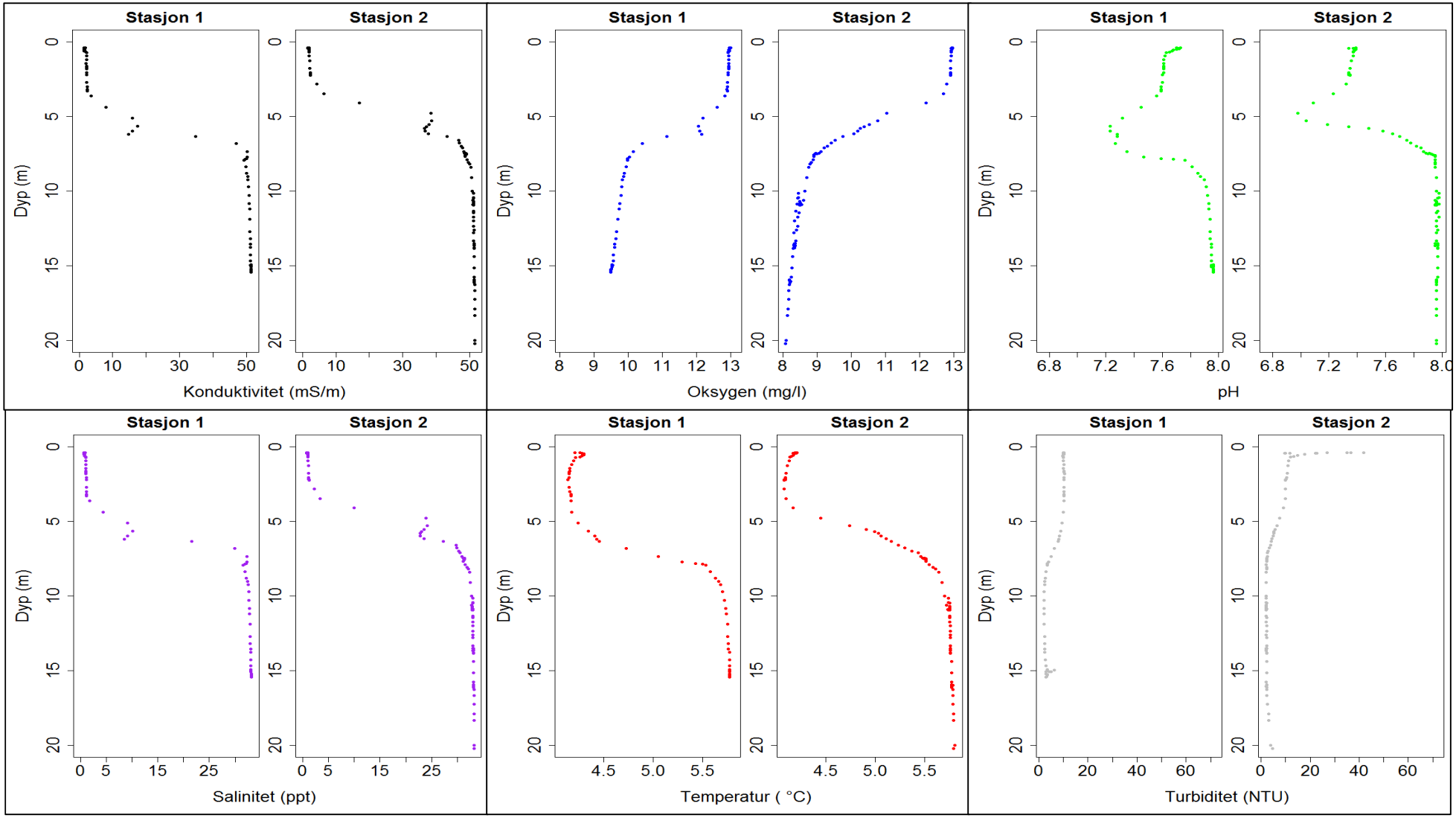


Figur 10. Samlet økologisk tilstand for to stasjoner i Glomma ved Unger fabrikker AS basert på biologiske undersøkelser av bunnfauna, begroingsalger og heterotrof begroing.

4.1 Supplerende undersøkelser av vannkjemiske støtteparametere

I tillegg til biologiske kvalitetselementer undersøkte vi også i hvilken grad de to stasjonene er påvirket av marine forhold, samt oksygenforholdene i elva i april 2015. Resultatene er sammenstilt i **Figur 11.**

Målingene viser tydelig at det på dette avsnittet av Glomma på dette tidspunktet finnes saltvann i bunnvannet. Vannforekomsten har et lag med ferskvann på de øverste 7 meterne, men dypere lag har marint preg (**Figur 11**). Selv om de biologiske kvalitetselementene ble prøvetatt på grunt vann er det sannsynlig at også denne sonen episodisk eksponeres for saltvann, noe som bekreftes ved funn av marine tanglopper på begge stasjonene, samt ved de andre parameterne konduktivitet, temperatur og oksygen. Oksygenmetningen går noe ned i de dypere vannlagene, men var ikke lavere enn 95 % utenfor UN 1 og tilsvarende ca. 80 % på UN 2 vurdert ut fra ferskvann (i saltvann vil metningsprosenten bli høyere). Verdiene for pH har på begge stasjonene et mindre fall i overgangsfasen mellom de to vannlagene, men går som ventet tilbake til utgangspunktet med en noe høyere pH i det marine laget. For turbiditet var det noe større verdier i overflatelaget på UN2 enn på UN1. Ellers er det liten forskjell mellom de to stasjonene.



Figur 11. Resultater fra CTD registreringer i Glomma ved Unger Fabrikker AS den 9. april i 2015.

5 Konklusjoner og videre overvåking

5.1 Dagens tilstand

For de to begroingsindeksene PIT og HBI var det henholdsvis moderat og dårlig økologisk tilstand på begge stasjonene, men nEQR verdiene er lavere for begge indeksene på UN2 enn på UN1, hvilket tyder på noe dårligere tilstand nedstrøms bedriften. ASPT indeksen viste tilstandsklassen "dårlig" ved referansestasjonen UN1, og "svært dårlig" ved UN2. Det ble også funnet betydelig færre bunndyrarter på UN2 enn på UN1, som også er et tegn på at miljøet er mer påvirket nedstrøms enn oppstrøms. De innsamlede data fra 2015 indikerer dermed at utslippene fra Unger og/eller andre utslipp i det samme området reduserer den økologiske tilstanden, i en vannforekomst som allerede er dårlig på grunn av andre utslipp oppstrøms fabrikken.

Det finnes imidlertid fire kilder til usikkerhet, som alle kan ha hatt innflytelse på resultatet. For det første øker alltid usikkerheten for indeksverdier som ligger langt fra miljømålet. For det andre kan saltvannspåvirkning ha bidratt til redusert nEQR på nedre stasjon, selv om saltpåvirkning også forekommer på stasjonen oppstrøms. For det tredje er det aktuelle avsnittet av Glomma preget av industri og urbaniserte områder. Det kan derfor være andre nåværende utslippskilder i det samme området. Flere nedlagte industribedrifter hadde utslipp til vassdraget i en periode hvor det var mindre oppmerksomhet omkring vannforurensning. Det kan fortsatt ligge igjen stoffer («gamle synder») som påvirker vannmiljøet. Sist, men ikke minst er resultatene basert på kun ett års data. Overvåkingsveilederen anbefaler tre års data som grunnlag for en sikker tilstandsklassifisering, for å redusere tilfeldige år til år variasjoner.

Datagrunnlaget i denne rapporten gir ikke faglig grunnlag til å kvantifisere den totale usikkerheten, ei heller til å vurdere bidraget til usikkerheten fra hver av disse fire faktorene.

5.2 Videre overvåking

Overvåkingen av utslippene som bedriften gjør i tilknytning til systemet med egenkontroll bør opprettholdes. Eventuelt kan man supplere med biologiske tester for å dokumentere toksiske effekter.

Det er nå samlet inn et referansemateriale fra denne vannforekomsten som gjør det mulig å følge med i utviklingen fremover. For å få et bilde av den økologiske responsen på både dette utslippet, eventuelle andre utslipp i samme område og effekter av påvirkninger fra oppstrøms aktiviteter, bør overvåkingen videreføres i minimum to år til for alle de tre biologiske kvalitetselementene, supplert med relevante vannkjemiske parametere (KOF, BOF, Oksygen i sedimentene, konduktivitet (salinitet), turbiditet, evt. næringssalter). Minimum tre års overvåkingsdata er nødvendig for å redusere usikkerheten i resultatene iht. overvåkingsveilederen.

Overvåkingen anbefales integrert med annen pågående eller planlagt overvåking i samme vannområde (Glomma-Sør) i dialog med vannområde-myndigheten og med andre påvirkere som kan inngå i et spleiselag. På denne måten sikres et helhetlig overvåkingsprogram som kan fange opp effekter av tiltak og som er i stand til å gjenspeile effekten av eksisterende og evt. kommende påvirkninger i vannområdet, inkludert klimaendringer.

5.3 Vurdering av mulige tiltak

I utgangspunktet skulle man tro at utslippet fra Unger ikke kunne ha noe betydning på grunn av de store vannmengdene som passerer forbi bedriften (midlere vannføring er her vel 575 m^3/sek), og at det forventes en rask innblanding av utslippet. Et årlig utslipp av KOF på ca. 60 tonn som i 2015 vil gi en midlere økning av på 3,7 µg KOF/l ved en fullstendig innblanding i vannmassen. Men det er likevel mulig

at utslippet bidrar til den svært dårlige tilstanden for bunnfauna nedstrøms utslippet. Det er også viktig å påpeke at biologien i et vassdrag kan bli sterkt skadelidende ved episoder knyttet til lav vannføring eller episodiske forhøyede utslipp fra en eller flere utslippskilder (eks. kloakkoverløp etter ekstremnedbør). Dette er grunnen til at vannforskriften har fokus på "biologiske kvalitetselementer" og i mindre grad på fysisk-kjemiske parametere.

Da det er mange påvirkere med samme type utslipp i eller oppstrøms den aktuelle vannforekomsten, har den samlede belastningen blitt for stor og gitt negativ effekt på økologisk tilstand, selv om bidragene fra enkelte påvirkningskilder som fra Unger Fabrikker AS kan være små. Resultatene fra denne undersøkelsen tilsier at den dårlige økologiske tilstanden oppstrøms Unger forverres ytterligere nedstrøms, og at denne responsen er konsistent for alle de tre biologiske kvalitetselementene. Mulige årsaker til at den stasjonen har dårligere tilstand enn stasjonen oppstrøms kan være utslippet fra Unger, men også andre ukjente utslipp i samme område. Resultatene er også usikre pga. saltpåvirkningen, svært stor avstand fra miljømålet og kun ett års data. Det anbefales derfor å gjenta overvåkingen et par år til, kartlegge eventuelle andre utslippskilder i samme område, samt vurdere grundigere hvordan saltvannet i bunnvannet kan påvirke den økologiske tilstanden før noen endelig beslutning om tiltak fattes.

I en vannforekomst med mange påvirkere vil ikke miljømålet om god økologisk tilstand kunne nås uten at hver påvirker tar ansvar for å redusere sin andel av totalen. For å beregne denne andelen må det utarbeides et forurensningsregnskap og en kildefordeling, der utslippene fra hver enkelt bedrift eller kommunalt renseanlegg, samt evt. landbruksavrenning, urban avrenning og spredt avløp inngår. Avstanden fra dagens tilstand til miljømålet om god tilstand må også kvantifiseres for hver enkelt type forurensning (organisk stoff, fosfor, nitrogen, evt. metaller) ut fra kunnskap om hvordan disse påvirker de biologiske kvalitetselementene. Når dette er gjort kan det utarbeides estimater for hvor mye som må fjernes av hver type forurensning og hvor mye som må reduseres av utslipp fra hver enkelt påvirker, samt hvilke tiltak som er mest kostnadseffektive. Dette er viktig som grunnlag for en kunnskapsbasert analyse av årsaken til at en vannforekomst er i moderat eller dårligere tilstand, og som underlag for en optimal planlegging, valg og prioritering mellom relevante tiltak.

6 Referanser

Armitage PD, Moss D, Wright JF, Furse MT. 1983. The performance of a new biological water-quality score system based on macroinvertebrates over a wide-range of unpolluted running-water site. Water Res.17:333-347.

Arp, H.P, Ruus, A., Machen, A., Lillicrap, A. 2014. Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder. Miljødirektoratets rapportserie M-241/2014

Direktiv 2009/90 EC, Technical specifications for chemical analysis and monitoring of water status, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, 3 sider.

Direktoratsgruppa (2009). Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann: Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften, Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet**:** 184.

Direktoratsgruppa (2010). Veileder 02:2009. Overvåking av miljøtilstand i vann. Veileder for vannovervåking ikt. kravene i Vannforskriften.

Direktoratsgruppa (2011). Veileder 01:2011. Karakterisering og analyse. Metodikk for karakterisering og risikovurdering av vannforekomster etter vannforskriftens §15.

Direktoratsgruppa (2013). Veileder 02:2013: Klassifisering av miljøtilstand i vann: Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.

Downing JA, (eds) RFH. 1984. A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters. IBP handbook 17. Blackwell Scientific Publications Oxford, England.501.

Hawkes HA. 1998. Origin and development of the Biological Monitoring Working Party score system. Water Res. Mar;32:964-968.

NS-EN ISO 15708:2009. Vannundersøkelse - Veiledning i overvåking, innsamling og laboratorieanalyse av bentiske alger i grunne elver. Standard Norge.

Schneider, S.C. & Lindstrøm, E.A. (2011) The periphyton index of trophic status PIT: a new eutrophication metric based on non-diatomaceous benthic algae in Nordic rivers. Hydrobiologia, 665, 143-155.

Van De Bund W. 2009. Water Framework Directive intercalibration technical report.
FOR-2006-12-15-1446, Forskrift om rammer for vannforvaltningen, www.lovdata.no

Aanes, K. J., Bækken, T., Kile, M. R., Lund, E og Rustadbakken, A. 2016. Tiltaksrettet overvåking i Glomma 2015. Utslipp fra Borregaard. NIVA Rapport L. nr. 6941-2015. 54 s.

Aanes, K. J. og Kile, M. R. 2016. Tiltaksrettet overvåking av potensielle effekter av utslipp fra Nordic Paper AS på økologisk tilstand i nedre del av Glomma i 2015. NIVA Rapport L. nr. 7002-2016. 45 s.

Vedlegg A. Utslippstall fra Unger fabrikker

Utslippstall: Unger fabrikker i 2014 og 2015 KOF kg/ mnd. og år.

Måned	År	
	2014	2015
Januar	4460	5312
Februar	6192	3209
Mars	11446	4028
April	6366	7344
Mai	5979	5357
Juni	2681	4374
Juli	7871	3228
August	13060	7419
September	8058	4868
Oktober	7873	3777
November	12314	7134
Desember	3479	4284
SUM KOF	**89780**	**60332**

Vedlegg B. Liste over registrerte begroingselementer

Liste over registrerte begroingselementer fra 2 lokaliteter ved Unger fabrikker, 28. august 2015. Hyppigheten er angitt som prosent dekning. Organismer som vokser på/blant disse er angitt ved: x=observert, xx=vanlig, xxx=hyppig.

		UN1	UN2
Cyanobakterier	Leptolyngbya spp.	xxx	
	Phormidium favosum	xxx	xx
	Phormidium inundatum	xxx	xx
	Phormidium retzii	<1	
	Phormidium spp.		1
	Uidentifiserte coccale blågrønnalger	xxx	
Grønnalger	Blidingia minima		1
	Cladophora glomerata		20
	Mougeotia c (21- 24)	xx	
	Oedogonium a/b (19-21µ)	x	
	Oedogonium d (29-32u)	x	
	Oedogonium e (35-43u)		x
	Rhizoclonium sp.		7
	Spirogyra d (30-50u,2-3K,L)	<1	xx
	Ulothrix tenerrima	<1	
	Ulothrix tenuissima	xxx	
Kiselalger	Tabellaria flocculosa (agg.)	x	
	Uidentifiserte pennate	xxx	xxx
Nedbrytere	Sphaerotilus natans	xxx	20

Vedlegg C. Taksaliste bunndyr

Taksaliste og økologisk tilstand: Bunndyr i nedre Glomma ved Unger Fabrikker AS

		1		2	
		09.04.2015	30.10.2015	09.04.2015	30.10.2015
Amphipoda	*Gammaridae gen. Sp.*	74	32	2	54
Bivalvia	*Sphaeriidae gen. Sp.*		20		
Diptera	*Ceratopogonidae gen. Sp.*		1	1	
Diptera	*Chironomidae gen. Sp.*	32	280	46	66
Diptera	*Diptera gen. sp.*	1	1		
Ephemeroptera	*Baetis sp.*		2		
Ephemeroptera	*Caenis horaria*		2		
Ephemeroptera	*Heptagenia sp.*		1		
Ephemeroptera	*Kageronia fuscogrisea*	4	1		
Gastropoda	*Ancylus fluviatilis*			1	2
Gastropoda	*Lymnaeidae gen. Sp.*	3	12	3	36
Gastropoda	*Planorbidae gen. Sp.*	1	12	1	4
Hirudinea	*Erpobdella sp.*	12	20		2
Hirudinea	*Glossiphonia Sp.*	6			5
Hirudinea	*Helobdella stagnalis*		3		
Isopoda	*Asellus aquaticus*	2	8		
Isopoda	*Isopoda gen. Sp.*		8		
Oligochaeta	*Oligochaeta gen. sp.*	28	34	192	46
Trichoptera	*Cyrnus trimaculatus*	2	8		
Trichoptera	*Hydroptila sp.*	1			
Trichoptera	*Mystacides sp.*		1		1
Trichoptera	*Polycentropus flavomaculatus*		1		
Trichoptera	*Tinodes waeneri*		12		1

Vedlegg D. Stasjonskoordinater

De to stasjonene har koordinatene: Oppstrøms stasjon, UN 1: 59.22263^0 N, 10.97778^0 og nedstrøms stasjon, UN 2: 59.20697^0 N, 10.95651^0 (WGS84).

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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

Norsk institutt for vannforskning

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