

# Tiltaksrettet overvåking av potensielle effekter av utslipp fra Rygene-Smith & Thommesen AS på økologisk tilstand i nedre del av Nidelva i 2015



Nidelva ved Helle med utløp kraftverkstunnel oktober 2015. Foto: T.F. Moe / NIVA



**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 Tiltaksrettet overvåking av potensielle effekter av utslipp fra Rygene-Smith & Thommesen AS på økologisk tilstand i nedre del av Nidelva i 2015	Løpenr. (for bestilling) 7005-2016	Dato 14.06.2016
	Prosjektnr. Undernr. 15327	Sider Pris 52
Forfatter(e) Therese Fosholt Moe Sissel Brit Ranneklev Jonas Persson	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Rygene-Smith & Thommesen AS	Oppdragsreferanse Egil Salvesen
---	------------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Denne rapporten presenterer resultater fra tiltaksrettet overvåking av utslippene fra Rygene-Smith &amp; Thommesen AS til Nidelva 2015-2016. Hensikten med undersøkelsen har vært å vurdere eventuelle effekter av bedriftens utslipp på økologisk og kjemisk tilstand. Basert på prøver av bunnfauna, begroingsalger og heterotrof begroing, samt fysisk-kjemiske støtteparametere, vannregionspesifikke stoffer og EUs prioriterte miljøgifter, viste referansestasjonene moderat økologisk tilstand, mens stasjonen nedstrøms utslippet viste svært dårlig økologisk tilstand. Det kan ikke utelukkes at sistnevnte resultat til en viss grad kan skyldes saltvannspåvirkning. Alle stasjoner viste god kjemisk tilstand. Tilstandsklassifiseringen er beheftet med stor usikkerhet, da prøvetakingen viste store avvik fra overvåkingsprogrammet, samt at vannføringen var mangedoblet i fem måneder på grunn av driftsstans ved Rygene Kraftverk.</p>
---

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tiltaksrettet overvåking: Rygene-Smith &amp; Thommesen AS</li> <li>2. Bunndyr (ASPT indeksen)</li> <li>3. Begroingsalger (PIT indeksen)</li> <li>4. Vanddirektivet</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Operational monitoring: Rygene-Smith &amp; Thommesen</li> <li>2. Macroinvertebrates (ASPT)</li> <li>3. Benthic algae (PIT)</li> <li>4. Water Framework Directive</li> </ol>
--	--



Therese Fosholt Moe  
Prosjektleder



Markus Lindholm  
Faglig kvalitetssikrer



Nikolai Friberg  
Forskningsleder

**Tiltaksrettet overvåking av potensielle effekter av  
utslipp fra Rygene-Smith & Thommesen AS på  
økologisk tilstand i nedre del av Nidelva i 2015**

## Forord

Denne rapporten presenterer resultater fra overvåking av potensielle effekter av utslipp fra Rygene-Smith & Thommesen AS på økologisk og kjemisk tilstand i nedre del av Nidelva i 2015. Hensikten med undersøkelsen har vært å vurdere eventuelle effekter fra bedriftens utslipp av prosessvann på vannmiljøet.

Overvåkingsprogrammet er utviklet av Aquateam COWI. Vannprøvetaking er utført av bedriften selv, og prøvene er analysert av Eurofins. De biologiske undersøkelsene er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA). 8. mars 2016 fikk NIVA også i oppdrag fra Rygene-Smith & Thommesen AS å rapportere resultatene fra undersøkelsene, etter pålegg fra Miljødirektoratet om tiltaksrettet overvåking. Therese Fosholt Moe har vært prosjektleder på NIVA og har hatt kontakten mot oppdragsgiver. Kontaktperson hos bedriften har vært Egil Salvesen.

Ved NIVA har følgende bidratt til gjennomføringen av prosjektet:

- Feltarbeid: Therese Fosholt Moe og Jonas Persson
- Biologiske analyser: Jonas Persson (bunnfauna), Therese Fosholt Moe (begroing)
- Metaller, KOF, STS og næringsalter: Sissel Brit Ranneklev
- Kartproduksjon: John Rune Selvik
- Datahåndtering og overføring av data til Miljødirektoratets database Vannmiljø: Jens Vedal
- Faglig kvalitetsikring av rapporten er utført av Markus Lindholm og Sissel Brit Ranneklev

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, 14. juni 2016

*Therese Fosholt Moe*

## Sammen drag

Denne rapporten presenterer resultater fra undersøkelser av biologiske og vannkjemiske forhold i Nidelva ved Rygene-Smith & Thommesen AS i perioden juni 2015 til mai 2016. Hensikten har vært å vurdere eventuelle effekter av bedriften sitt utslipp av prosessvann på vannmiljøet. Bedriften tilhører sektoren landbasert industri og bransjen "Produksjon av papir og papp", og er lokalisert i nedre del av Nidelva ved Rykene i Arendal kommune i Aust-Agder. Avløpsvannet fra prosessen blir etter rensing ledet til vannforekomsten 019-398-R (Nidelva, Rygene kraftverk). Dette er en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF) på grunn av elvekraftverk med minstevannføring.

Rygene-Smith & Thommesen AS sine regulerte utslippskomponenter er knyttet til organisk belastning, og avløpsvannet overvåkes ved hjelp av KOF og STS. Samlet utslipp for KOF og STS var i 2015 henholdsvis 465 og 30 tonn. Midlere årlig vannføring var i perioden januar 2015 til mai 2016 ca 11 m<sup>3</sup>/sek på minstevannføringsstrekningen Rygene Kraftverk til Helle. Oppstrøms og nedstrøms minstevannføringsstrekningen var midlere vannføring i samme periode ca 150 m<sup>3</sup>/sek, og denne vannføringen gjelder hele strekningen i perioder med driftsstans ved Rygene Kraftverk. Kraftverket var stengt fra 14. mai til 17. desember 2015.

De biologiske kvalitetselementene bunnfauna, begroingsalger og heterotrof begroing ble benyttet for å fastslå økologisk tilstand, etter indeksene ASPT, PIT og HBI. Prøver fra bunndyrsamfunnene ble hentet inn i november 2015 og april 2016, og begroingsalger og heterotrof begroing i oktober 2015. Bedriften har selv besørget vannprøvetaking, som ble utført fire ganger i løpet av undersøkelsesperioden. Disse ble analysert av Eurofins for et utvalg av EUs prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer, samt fysisk-kjemiske støtteparametere til vurdering av økologisk tilstand.

Ingen av de vannregionspesifikke stoffene overskred grenseverdien, og kjemisk tilstand var god, da heller ingen av de målte EUs prioriterte miljøgifter overskred EQS verdiene. De biologiske kvalitetselementene viste våren 2016 moderat tilstand på referansestasjonen langs minstevannføringsstrekningen og svært dårlig tilstand på stasjonen nedstrøms utslippspunktet.

Vannforekomsten oppnår ikke miljømålet om god økologisk tilstand. Det er imidlertid usikkert om dette skyldes utslipp fra Rygene-Smith & Thommesen AS, ettersom saltvannspåvirkning potensielt kan ha påvirket de biologiske resultatene. I tillegg var prøvetakingsfrekvensen for de vannkjemiske parameterne så lav at det ikke er mulig å gi en helhetsbedømmelse av situasjonen, samt at det var driftsstans ved Rygene Kraftverk i fem måneder, noe som mangedoblet vannføringen sammenliknet med normaltilstanden.

Før tiltak besluttes for å bedre tilstanden i denne vannforekomsten anbefales det å gjennomføre minst ett år til med overvåking, og da i henhold til våre forslag til justeringer av overvåkingsprogrammet. Avstanden mellom dagens tilstand og målet om god tilstand kan da beregnes med større grad av sikkerhet, og tilførlene fra Rygene-Smith & Thommesen AS kan brukes som utgangspunkt for planlegging av kostnadseffektive tiltak.

# Innholdsfortegnelse

<b>Sammendrag</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>7</b>
1.1 Generelle prinsipper for klassifisering og overvåking av miljøtilstand .....	7
1.2 Bakgrunnsinformasjon om virksomheten .....	9
1.3 Vannforekomsten .....	13
1.4 Tidligere undersøkelser .....	15
<b>2 Undersøkelsen i 2015-2016</b> .....	<b>16</b>
2.1 Stasjonsvalg .....	16
2.2 Tidsrom og frekvens .....	18
2.3 Valg av parametere .....	19
2.3.1 Vannkjemiske målinger, vannregionspesifikke stoffer og EUs prioriterte miljøgifter .....	19
2.3.2 Biologiske kvalitetselementer .....	19
<b>3 Metoder for prøvetaking og analyse</b> .....	<b>20</b>
3.1 Prøvetaking .....	20
3.1.1 Vannkvalitet – fysisk-kjemiske forhold .....	20
3.1.2 Bunndyr .....	20
3.1.3 Begroingsalger .....	20
3.1.4 Heterotrof begroing .....	21
3.2 Analysemetoder .....	21
3.2.1 Fysisk-kjemiske støtteparametere, vannregionspesifikke stoffer og EUs prioriterte miljøgifter .....	21
3.2.2 Biologiske kvalitetselementer .....	22
3.3 Klassifisering av økologisk tilstand .....	22
3.3.1 Generell metodikk .....	22
3.3.2 Metodikk for klassifisering av hvert biologisk kvalitetselement .....	24
<b>4 Resultater</b> .....	<b>26</b>
4.1 Biologiske kvalitetselementer til vurdering av økologisk tilstand .....	26
4.1.1 Bunndyr – Organisk belastning .....	26
4.1.2 Begroingsalger - Eutrofiering .....	26
4.1.3 Heterotrof begroing - Organisk belastning .....	27
4.2 Fysisk-kjemiske støtteparametere til vurdering av økologisk tilstand .....	27
4.3 Økologisk tilstand - samlet vurdering basert på biologiske kvalitetselementer og fysisk-kjemiske støtteparametere .....	28
4.4 Kjemisk tilstand - EUs prioriterte miljøgifter i vann .....	29
<b>5 Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand for alle stasjoner</b> .....	<b>30</b>
<b>6 Konklusjoner og videre overvåking</b> .....	<b>32</b>
6.1 Vurdering av årsaker til moderat, dårlig eller svært dårlig økologisk tilstand .....	32
6.2 Vurdering av videre overvåking .....	32
6.3 Vurdering av mulige tiltak .....	34

<b>7 Referanser.....</b>	<b>35</b>
<b>Vedlegg A. Foto biologiske prøvetakingslokaliteter .....</b>	<b>36</b>
<b>Vedlegg B. Artsliste bunndyr .....</b>	<b>37</b>
<b>Vedlegg C. Artsliste begroingsalger og heterotrof begroing.....</b>	<b>38</b>
<b>Vedlegg D. Analyseresultater .....</b>	<b>39</b>
<b>Vedlegg E. Analyserapporter .....</b>	<b>40</b>

# 1 Innledning

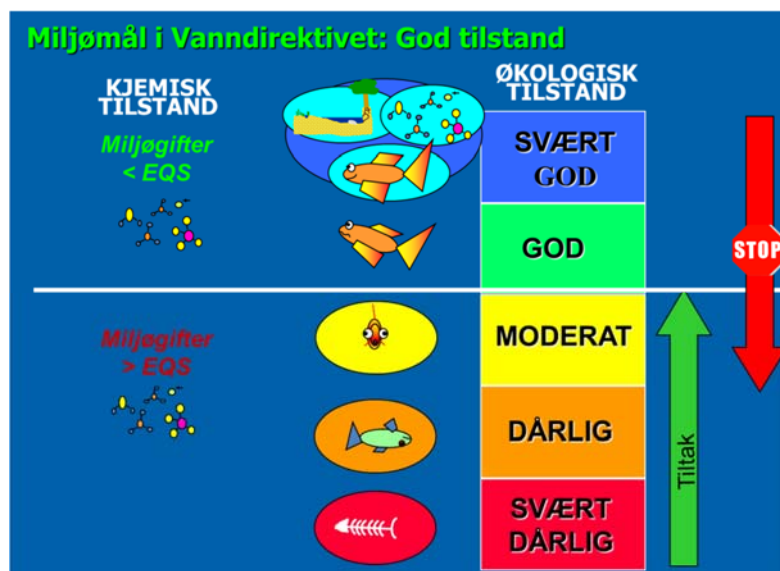
## 1.1 Generelle prinsipper for klassifisering og overvåking av miljøtilstand

Ved implementeringen av vannforskriften i Norge har alle vannforekomster fått konkrete og målbare miljømål. Vannforskriften har som mål å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig iverksette tiltak for at miljømålene nås. Målet er at alle vannforekomster skal oppnå minimum «god tilstand». For å bestemme en vannforekomsts tilstand må den karakteriseres og klassifiseres. Karakteriseringen inndeler vannforekomster i vann typer og identifiserer belastninger og miljøvirkninger av belastningene, mens klassifiseringen definerer den faktiske tilstanden i en vannforekomst.

Kjemisk tilstand bestemmes fra et utvalg av miljøgifter som står på EUs liste over prioriterte miljøgifter, der tilstanden angis som «ikke god» dersom én eller flere av disse prioriterte miljøgiftene overskrider gitte grenseverdier (Environmental Quality Standards – EQS). Der grenseverdiene ikke overskrides angis tilstanden som «god».

Økologisk tilstand for vannforekomsten beregnes ved en kombinasjon av parametere og 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 (kjemiske forbindelser som potensielt kan skade vannmiljøet, men som ikke står på EUs liste over prioriterte miljøgifter). Det er fem klasser av økologisk tilstand, fra «svært dårlig» til «svært god» (**Figur 1**).

Dersom en vannforekomst ikke når «god» eller «svært god» økologisk og/eller kjemisk tilstand er miljømålet ikke oppnådd og tiltak må gjennomføres (grønn pil i **Figur 1**). Det er også et prinsipp at en vannforekomst ikke skal oppnå dårligere tilstand enn ved tidligere klassifiseringer (rød pil i **Figur 1**). Kapittel 3.3.1. gir en mer utførlig beskrivelse av klassifisering av kjemisk og økologisk tilstand.



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

I henhold til vannforskriften opereres det 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 ved at man har flere overvåkingsstasjoner som plasseres i henhold til utslippspunktene beliggenhet, hydromorfologiske egenskaper<sup>1</sup> 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 frekvensen av prøvetakingen er høy nok til at intervallene mellom prøvetakingene ikke overstiger det som er angitt i **Tabell 1**, med mindre større intervaller er berettiget ut fra tekniske kunnskaper og ekspertvurderinger (Vannforskriften 2015). Det kreves imidlertid betydelig høyere frekvens for fysisk-kjemiske kvalitetselementer som skal brukes i tiltaksrettet overvåking enn for basisovervåking. For elver krever overvåkingsveilederen prøvetaking hver 14. dag gjennom hele året for å få tilstrekkelig utsagnskraft til å måle effekter av tiltak eller til å planlegge tiltak (Direktoratsgruppa 2010). For innsjøer er det krav om månedlige prøver for fysisk-kjemiske kvalitetselementer og planteplankton i vekstsesongen.

**Tabell 1.** Oversikt over intervaller mellom prøvetaking ved basisovervåking i henhold til vannforskriften (Vannforskriften 2015).

Kvalitetselement	Elver	Innsjøer	Brakkvann	Kystvann
<i>Biologisk</i>				
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	
<i>Hydromorfologisk</i>				
Kontinuitet	6 år			
Hydrologi	Kontinuerlig	1 måned		
Morfologi	6 år	6 år	6 år	6 år
<i>Fysisk-kjemisk</i>				
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

Et overvåkingsprogram kan endres i løpet av gyldighetstiden for en forvaltningsplan<sup>2</sup> for vannregionen. Dette gjøres på grunnlag av opplysninger innsamlet i forbindelse med kravene i vedlegg II i vannforskriften, særlig for å muliggjøre en reduksjon i frekvensen dersom virkningen ikke er vesentlig eller den relevante belastningen er fjernet.

Som et minimumskrav skal det biologiske kvalitetselementet som er mest følsomt for belastningen inngå i overvåkingsprogrammet, samt relevante fysisk-kjemiske støtteparametere. Alle EUs prioriterte miljøgifter

<sup>1</sup> *Hydromorfologiske egenskaper:* Vannmengde og variasjon i vannføring og vannstand, samt bunnforhold og vannforekomstens fysiske beskaffenhet.

<sup>2</sup> *Vannforvaltningsplaner:* samlet plan for forvaltning av vannforekomster i en vannregion. Miljømålene i regionen og tiltaksplaner (plan for hvordan miljømålet skal nås eller opprettholdes) er beskrevet.

som slippes ut i vannforekomsten skal overvåkes<sup>3</sup>, samt andre forurensende stoffer som slippes ut i betydelige mengder, såkalte vannregionspesifikke stoffer (Vannforskriften 2015; Direktoratgruppen 2010).

Aquateam COWI har utarbeidet bedriftens forslag til tiltaksrettet overvåkingsprogram for vannovervåking i Nidelva. Dette programmet ble så godkjent av Miljødirektoratet (siste revidering 5. mars 2015) og utgjør grunnlaget for undersøkelsene som ble gjennomført i 2015 og 2016. Det er bedriften selv (Rygene-Smith & Thommesen AS) som har stått for vannprøvetaking. Eurofins har analysert vannprøvene. NIVA som har stått for den biologiske prøvetakingen samt rapportering. Denne rapporten benytter vannforskriftens metodikk til å kvantifisere eventuelle effekter på kjemisk og økologisk tilstand fra utslipp av industrielt avløpsvann fra Rygene-Smith & Thommesen AS, basert på undersøkelsene foreslått i overvåkingsprogrammet.

## 1.2 Bakgrunnsinformasjon om virksomheten

Rygene-Smith & Thommesen AS (RST) tilhører sektoren landbasert industri og bransjen "Produksjon av papir og papp". Bedriften er lokalisert i nedre del av Nidelva ved Rykene i Arendal kommune i Aust-Agder. Avløpsvannet fra prosessen blir etter rensing ledet til vannforekomsten 019-398-R (Nidelva, Rygene kraftverk). Dette er en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF).

RST produserer tremasse gjennom en termomekanisk prosess, og årlig produseres ca. 35.000 tonn termomekanisk masse (TMP-masse). Tremassen som produseres selges hovedsakelig til fabrikker i Europa, hvor det benyttes til produksjon av kartong og ulike emballasjeprodukter. Råstoffet er ferdigprodusert flis, hovedsakelig fra skog i Sørøst-Norge, som kjøres til anlegget med trailer. Etter en vaskeprosess blir flisen malt slik at fibre frigjøres. I perioder blir fibre tilsatt natriumditionitt ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ , CAS-nummer: 7775-14-6) for å oppnå en lysere farge, og RST bruker ca 100 tonn natriumditionitt pr år. Dette blandes ut i vann til ca 10 % løsning og pumpes inn i tykkmassetanken, der det har en oppholdstid på ca 15 minutter. Utover dette er det ingen tilsetningsstoffer i produksjonsprosessen.

I dagens rensesprosess sirkulerer vannet i en rekke lukkede systemer, og det eneste utslippet skjer i forbindelse med flisvasken. Overskuddsvannet herfra føres ut til et sedimenteringsbasseng på utsiden av bedriften. Temperaturen i vannet som tilføres sedimenteringsbassenget varierer fra ca. 50 °C i sommermånedene til ca. 20 – 30 °C om vinteren. Etter sedimentering ledes vannet til en ca 2 km lang kraftverkstunnel fra Rygene Kraftverk, hvor det skjer innblanding av utslippet i hovedstrømmen. Tunnelen munner ut i Nidelva ved Helle. Det er minstevannføringsstrekning fra Rygene Kraftverk til utslippet ved Helle, med minstevannføringskrav i henhold til konsesjon på 1-5 m<sup>3</sup>/sek. Ved stans i kraftverket går utslippet lenger opp i elva, ved bedriften. Da går alt vannet gjennom demningen, og vannføringen på strekningen ligger da gjennomsnittlig på ca 140 m<sup>3</sup>/sek (**Tabell 6**). Det forventes at vannføringen på strekningen RST-Helle ikke vil ligge under 40 m<sup>3</sup>/sek i perioder med driftstans, noe som stemmer med observasjonene fra 2015 (**Tabell 6**). I 2015 var kraftstasjonen stengt for vedlikehold fra 14. mai til 17. desember, og utslippet gikk da i elva utenfor bedriften.

Avløpsmengden fra prosessen er relativt konstant gjennom året og utgjør ca 250 000 m<sup>3</sup> pr år. Dette tilsvarer ca 7 m<sup>3</sup> avløpsvann pr tonn produsert masse. Ved en antatt laveste vannføring på 40 m<sup>3</sup>/sek der utslippet blandes med ellevannet vil utslippet fortynnes ca 2000 ganger, men med høyere fortynning i perioder med høy vannføring (tall og beregninger fra overvåkingsprogrammet).

Avløpsvannet består i hovedsak av treets ulike bestanddeler i partikulær eller oppløst form, det vil si cellulosefibre, lignin og hemicellulose. Utslippene er derfor hovedsakelig organisk stoff (målt som kjemisk oksygenforbruk, KOF), partikler (målt som suspendert tørrstoff, STS) og næringsalter (målt totalt og løst

---

<sup>3</sup> 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).

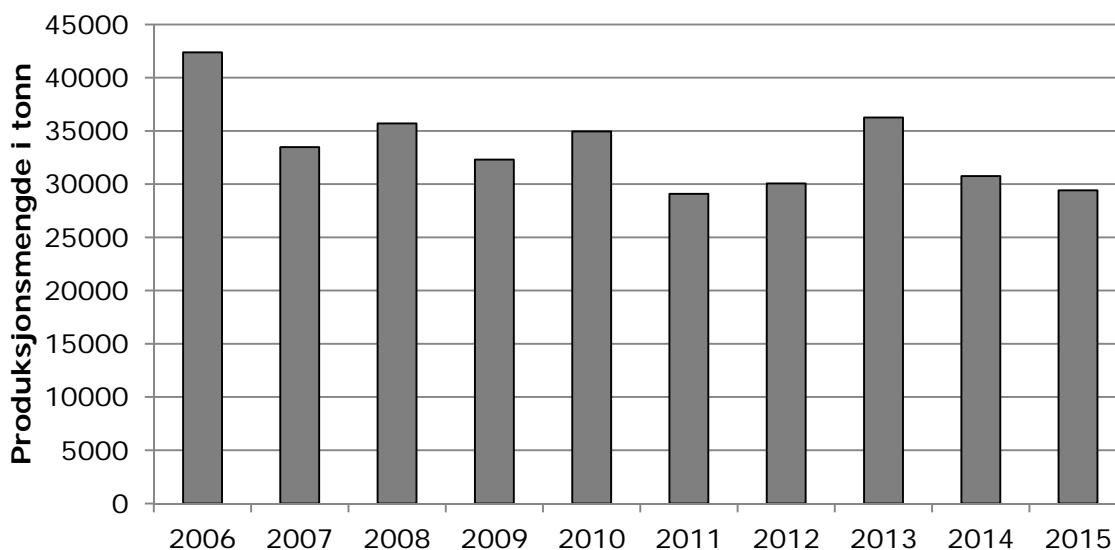
fosfor samt total nitrogen). I tillegg slippes det ut noe metaller, først og fremst kopper (Cu), sink (Zn) og kadmium (Cd). Gjeldende utslippstillatelse for RST setter kun grenseverdier for KOF, STS og olje (kjølevann), men i bedriftens overvåkingsprogram er også næringssalter og metaller inkludert (**Tabell 8**).

Rygene-Smith & Thommesen AS er plassert i risikoklasse 3 med utslippsbegrensninger til vann som vist i **Tabell 2**. Tillatelsen gjelder forurensning fra produksjon av termomekanisk masse (papirmasse) og for en årlig produksjon av inntil 55 000 tonn. Utslipp til luft er ikke vurdert i denne rapporten.

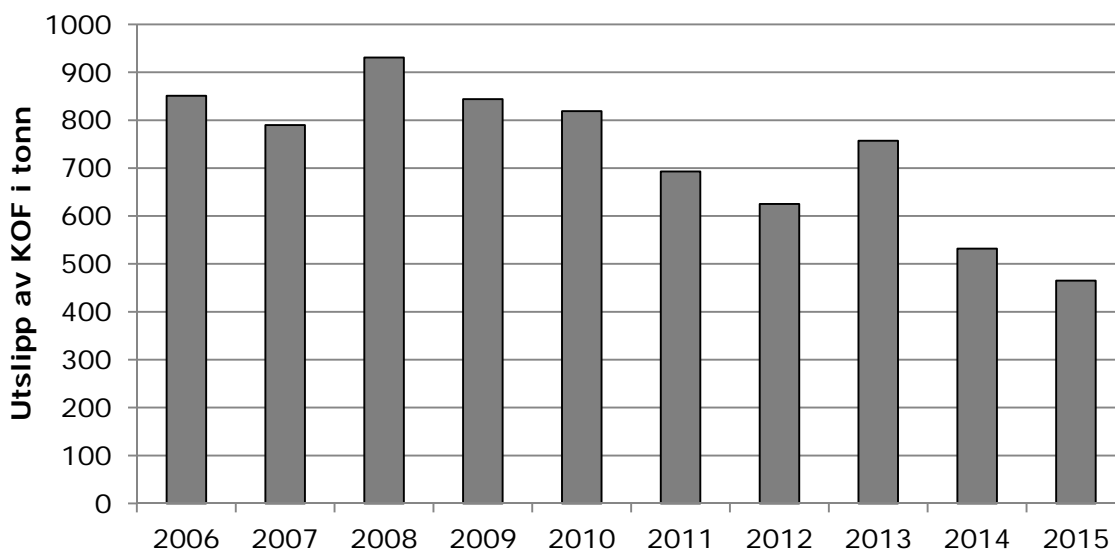
**Tabell 2.** Rygene-Smith & Thommesen AS sine utslippskomponenter til vann og utslippsgrenser i henhold til utslippstillatelsen fra Miljødirektoratet (den gang Statens Forurensningstilsyn).

Utslippskomponent	Utslippskilde	Utslippsgrenser			Gjelder fra
		Månedsmiddel tonn/døgn	Årsmiddel tonn/døgn	Spesifikt utslipp kg/tonn Midlingstid 1 år	
KOF	Massefabrikk	4,2 t/d	3,6 t/d	21 kg/t	1. jan. 2010
STS		0,3 t/d	0,25 t/d	1,7 kg/t	1. jan. 2010
Olje	Kjølevann	-	-	15 mg/l	1. mar. 2008

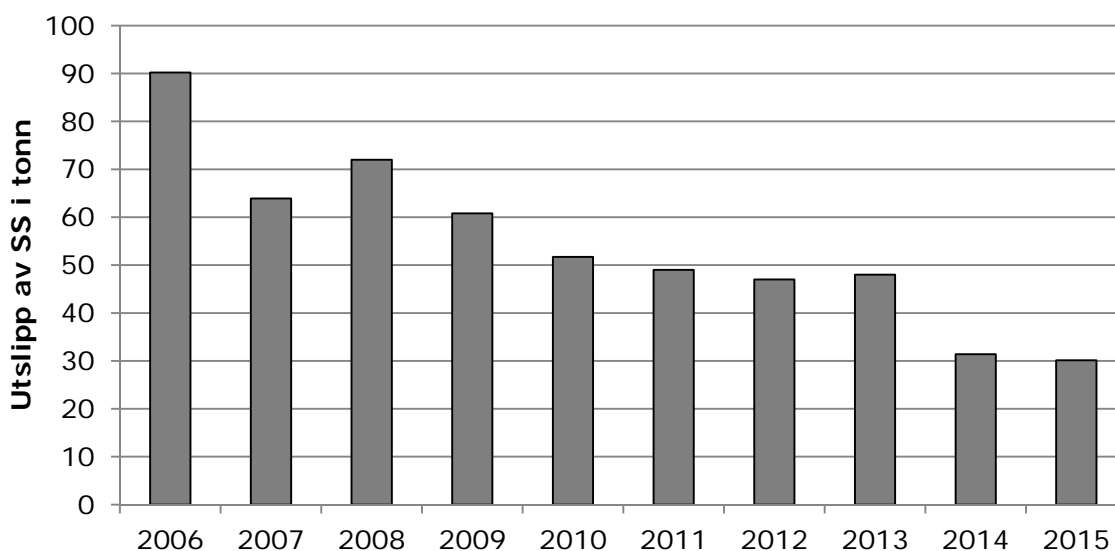
Det har vært en svak nedgang i produksjonsmengden de siste 10 år (**Figur 2**), og en markert reduksjon i organisk stoff (målt som kjemisk oksygenforbruk, KOF, **Figur 3**) og særlig suspendert tørrstoff (STS), (**Figur 4**) i den samme perioden. I 2007 gikk RST over fra kontinuerlig drift til å slutte med helgedrift. I henhold til bedriften er det de senere årene gjort diverse tiltak for å redusere utslippsmengden til sedimentasjonsbassenget, for eksempel fokus på bedre rensing inn til sedimenteringsbassenget, to nye roto sieve, og mer gjenbruk av flisvaskevann. Slike tiltak vil fortsette i årene som kommer.



**Figur 2.** Årlig produksjonsmengde av papirmasse fra RST i perioden 2006-2015 (gjennomsnitt 33 442 tonn/pr). Data fra [www.norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no) supplert med oppdatert informasjon fra bedriften.



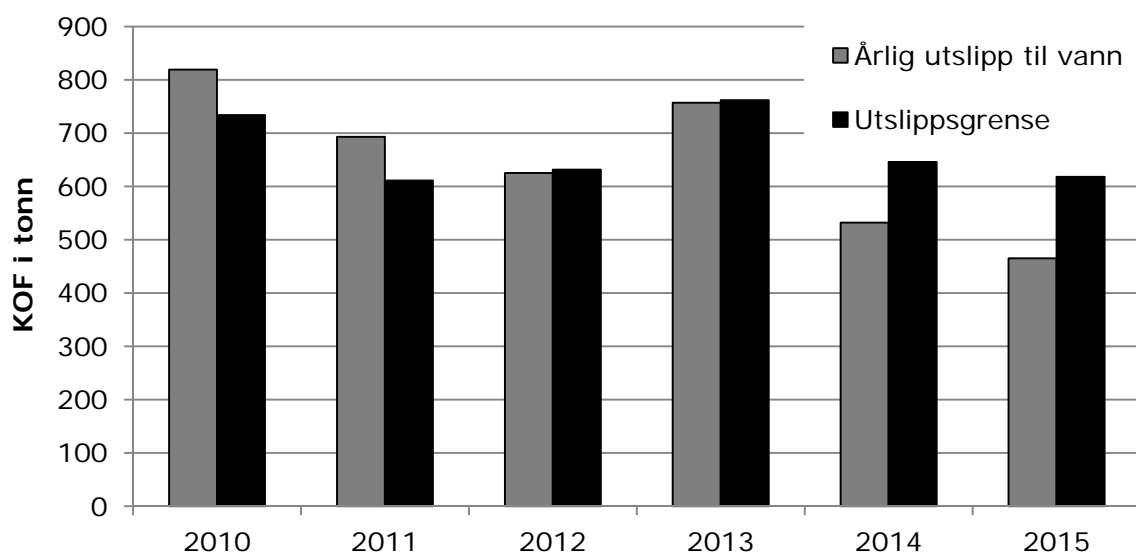
**Figur 3.** Årlig utslipp av KOF (kjemisk oksygenforbruk) fra RST i perioden 2006-2015 (gjennomsnitt 731 tonn/år). Data fra [www.norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no) supplert med oppdatert informasjon fra bedriften.



**Figur 4.** Årlig utslipp av STS (suspendert stoff) fra RST i perioden 2006-2015 (gjennomsnitt 54,4 tonn/år). Data fra [www.norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no) supplert med oppdatert informasjon fra bedriften.

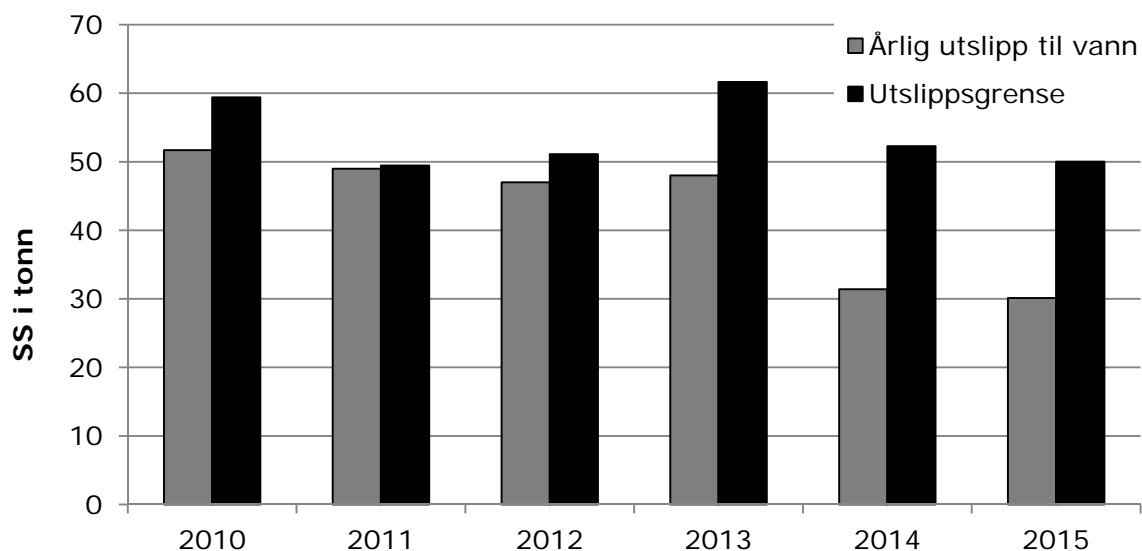
Fra september 2013 til og med august 2014 ble det målt midlere døgnutslipp av KOF og STS (hentet fra overvåkingsprogrammet). Basert på dette fant man at midlere døgnutslipp av STS pr måned lå relativt stabilt rundt 195 kg STS pr døgn, med noe lavere utslipp i august/september (ca 150 kg pr døgn). Også for KOF var midlere døgnutslipp pr måned lavest i august/september, men det var mindre forskjell mellom disse to månedene og resten av året for KOF, med en middelvei på 3,4 tonn KOF pr døgn.

Det finnes pr i dag ikke klassegrenser for  $KOF_{Cr}$  (det finnes kun for  $KOF_{Mn}$ ) og STS i henhold til vannforskriften, men det er gitt utslippsgrenser for disse parametrene i utslippstillatelsen for RST (**Tabell 2**). Disse grensene var gyldige fra og med 1. januar 2010, og årlige utslippsgrenser og faktiske utslipp for denne perioden er vist i **Figur 5**. De årlige utslippene av KOF oversteg utslippsgrensen i 2010 og 2011, men har siden 2012 ligget under grensen. I 2015 var utslippene 465 tonn KOF, noe som er 153 tonn under utslippsgrensen.



**Figur 5.** Årlig utslipp av organisk materiale målt som kjemisk oksygenforbruk (KOF) fra RST fra oppstartstidspunkt for utslippstillatelsene 1. januar 2010 (grå søyler) sammenliknet med utslippsgrensene (sorte søyler).

De årlige utslippene av STS har ligget under utslippsgrensen hvert år siden 2010 (**Figur 6**). I 2015 var utslippet av STS 30,1 tonn, det vil si 19,9 tonn under utslippsgrensen.



**Figur 6.** Årlig utslipp av partikler målt som suspendert tørrstoff (STS) fra RST fra oppstartstidspunkt for utslippstillatelsene 1. januar 2010 (grå søyler) sammenliknet med utslippsgrensene (sorte søyler). De årlige utslippene har ligget under utslippsgrensen alle år.

Det finnes ikke utslippsgrenser for metaller og næringssalter for bedriften, men **Tabell 3** og **Tabell 4** viser bedriftens utslipp av disse stoffene de siste årene. Som det fremgår av utslippstallene for tungmetaller er det ingen enhetlig trend for disse. For næringssaltene ser vi at det var generelt noe høyere verdier i den første femårsperioden fra 2004 til 2009 sammenliknet med de siste fem årene. Det er usikkert hvorfor verdien for nikkell er høyere for 2011 enn de andre årene, og det er mulig det er skjedd en feil ved analysene.



**Tabell 3.** Utslipp av metaller til vann fra Rygene-Smith & Thommesen AS. Data fra www.norskeutslipp.no supplert med oppdatert informasjon fra bedriften.

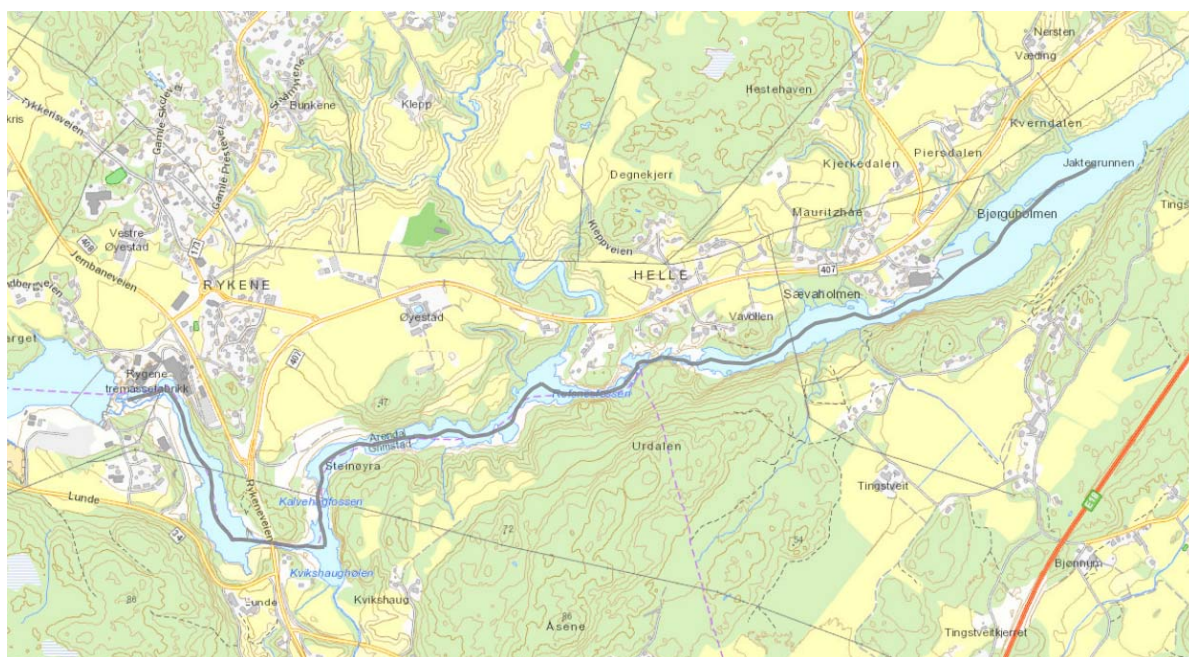
Utslippskomponent	2009 kg/år	2010 kg/år	2011 kg/år	2012 kg/år	2013 kg/år	2014 kg/år	2015 kg/år
Arsen (As)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3
Bly (Pb)	0,7	0,6	0,5	0,7	0,4	0,4	0,4
Kadmium (Cd)	0,6	0,4	0,6	0,7	0,2	0,4	0,3
Kobber (Cu)	9,3	5,3	6,0	6,3	4,4	4,4	5,0
Krom (Cr)	0,7	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5
Kvikksølv (Hg)	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Nikkel (Ni)	1,1	1,0	4,8	0,9	0,5	1,0	0,7
Sink (Zn)	61,8	47,1	20,8	57,5	22,4	63,2	55,9

**Tabell 4.** Utslipp av næringsalter til vann fra Rygene-Smith & Thommesen AS. Data fra www.norskeutslipp.no supplert med oppdatert informasjon fra bedriften.

Utslippskomponent	2004 tonn	2005 tonn	2006 tonn	2007 tonn	2008 tonn	2009 tonn	2010 tonn	2011 tonn	2012 tonn	2013 tonn	2014 tonn	2015 tonn
Fosfor, total (TotP)	1,40	3,59	1,44	1,28	1,40	2,50	1,60	2,08	1,50	1,01	1,07	0,92
Nitrogen, total (TotN)	2,50	1,85	4,09	3,48	5,80	2,80	2,70	1,27	2,39	2,29	1,84	1,76

### 1.3 Vannforekomsten

Utslippet fra RST renner ut i vannforekomsten Nidelva, Rygene kraftverk (**Figur 7** og **Tabell 5**). Denne strekningen av Nidelva har generelt lav vannføring grunnet kraftproduksjon og er en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF) i henhold til vannforskriften. Det er ikke definert økologisk potensial for vannforekomsten, og foreløpig benyttes standard klassegrenser og metodikk for å beregne økologisk og kjemisk tilstand også i sterkt modifiserte vannforekomster.



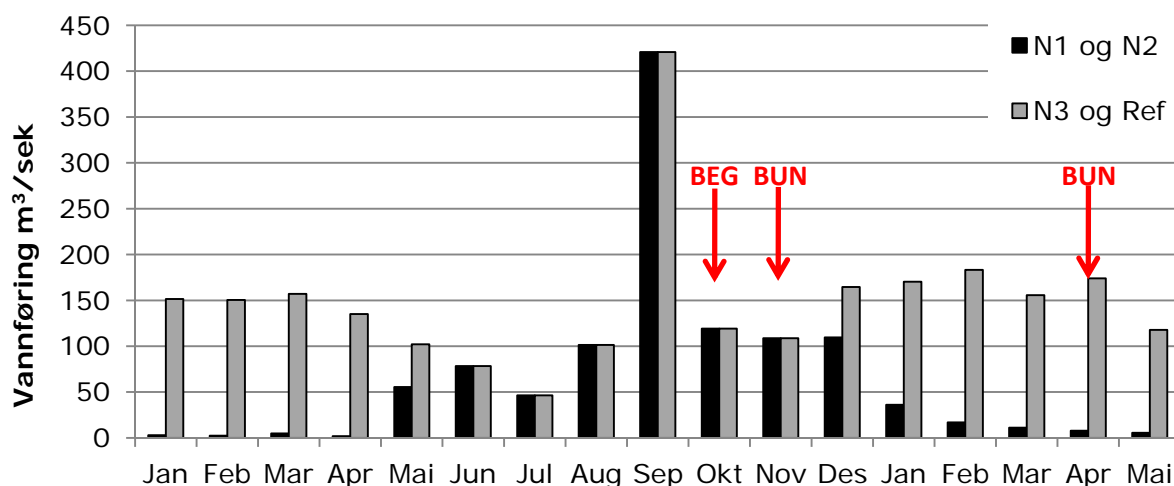
**Figur 7.** Nidelva med vannforekomst 019-398-R Nidelva, Rygene kraftverk markert med grå strek. Dette er en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF). Kilde: vann-nett.no februar 2016.

**Tabell 5.** Informasjon om vannforekomst 019-398-R Nidelva, Rygene kraftverk, resipient for utslipp fra Rygene-Smith & Thommesen AS. Dette er en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF). Data er hentet fra vann-nett i februar 2016 og inkluderer ikke resultater fra undersøkelsene i denne rapporten.

<b>Vannforekomst ID</b>	019-398-R
<b>Vannkategori</b>	Elv
<b>Lengde</b>	3,44 km
<b>Vanntype</b>	Middels til stor, kalkfattig, klar (TOC 2-5)
<b>Risikovurdering</b>	Risiko for at miljømålet ikke nås innen 2021
<b>Økologisk potensial</b>	Udefinert
<b>Økologisk tilstand</b>	Dårlig, høy pålitelighetsgrad
<b>Kjemisk tilstand</b>	Oppnår god, ingen informasjon om pålitelighetsgrad

I tillegg til hydrologiske og hydromorfologiske endringer på grunn av kraftproduksjon ved Rygene Kraftverk er Nidelva ved RST påvirket av sur nedbør, avrenning fra landbruk samt tilstedeværelse av den fremmede arten gjedde (info fra Vann-nett). Vannforekomsten oppnår svært dårlig tilstand basert på fiskeundersøkelser, med lav tetthet av lakseyngel, vannuttak med episoder med luftovermetning og tilstedeværelse av vandringshindre. Nidelva kalkes i forbindelse med kalkingsovervåkinga. Like oppstrøms stasjon N2 i det etablerte overvåkingsprogrammet (**Figur 9**) renner utløpselva (019-31-R Temse, utløpselv) fra innsjøen Temse ut i Nidelva. Innsjøen (019-10951-L Temse) er i dårlig økologisk tilstand med tanke på eutrofiering, grunnet avrenning fra landbruk (info fra Vann-nett). Mellom stasjon N2 og N3 renner det også ut en elv (vannforekomst 019-492-R Nidelva, Bekkefelt Helle) som drenerer et landbruksområde, men denne bekken er foreløpig ikke tilstandsklassifisert basert på biologiske eller kjemiske data. I bedriftens forslag til overvåkingsprogram er det beskrevet at nedre del av vannforekomsten er saltvannspåvirket, fra området rundt Helle.

I **Figur 8** vises gjennomsnittlig midlere døgnvannføring pr måned for perioden januar 2015 til og med mai 2016. Normalt er det minste vannføringsstrekning fra Rygene Kraftverk til Helle (stasjonene N1 og N2), med full vannføring på stasjonene Ref og N3. Fra 14. mai til 17. desember 2015 var det imidlertid driftsstans ved Rygene Kraftverk og vannføringen var da lik på alle stasjoner. I perioden januar 2015 til mai 2016 var laveste vannføring 1,9 m<sup>3</sup>/sek på stasjonene N1 og N2, med et gjennomsnitt på 11,3 m<sup>3</sup>/sek ved normal drift ved Rygene Kraftverk (**Figur 8**). Ved driftsstans ved kraftverket var laveste vannføring ved alle stasjoner 40 m<sup>3</sup>/sek, med gjennomsnitt på 141 m<sup>3</sup>/sek, og maksimum ved høstflom på 890 m<sup>3</sup>/sek.



**Figur 8.** Gjennomsnittlig vannføring (m<sup>3</sup>/sek) per måned ved prøvetakingsstasjonene rundt RST i perioden januar 2015 til og med mai 2016. Tidspunkt for biologisk prøvetaking er markert med røde piler (BEG = begroingsalger og heterotrof begroing, BUN = bunndyr). Data fra Agder Energi.

**Tabell 6.** Minimum, gjennomsnittlig og maksimum døgnvannføring for prøvetakingsstasjonene rundt RST i perioden januar 2015 til og med mai 2016, fordelt på perioder med og uten driftsstans ved Rygene Kraftverk (full driftsstans 14. mai til 17. desember 2015). Produksjonsvannføring viser vannføring for kraftproduksjon ved Rygene Kraftverk. Data fra Agder Energi.

Status Rygene Kraftverk	Målepunkt for vannføring	Min	Median	Gjennomsnitt	Max
Normal drift	Produksjonsvannføring	68,4	145,2	143,0	199,6
	N1 og N2	1,9	5,6	11,3	78,4
	N3 og Ref	75,4	152,5	154,3	271,6
Driftsstans	Produksjonsvannføring	0,0	0,0	0,0	0,1
	N1 og N2	40,0	97,7	141,3	889,6
	N3 og Ref	40,0	97,7	141,3	889,6

## 1.4 Tidligere undersøkelser

Det er ikke tidligere gjort biologiske undersøkelser i forbindelse med utslipp fra RST, men det er gjort undersøkelser i området i forbindelse med sur nedbør-overvåking og problematikk rundt fiskevandringshindre og luftovermetning. Vannkjemiske undersøkelser er utført over flere år, og disse tidsseriene er inkludert i avsnitt 1.2 samt i resultatdelen og tolkningen av resultatene.

## 2 Undersøkelsen i 2015-2016

### 2.1 Stasjonsvalg

I den tiltaksrettede overvåkingen av Nidelva ved RST ble det benyttet fire stasjoner for kjemisk vannkvalitet (Ref, N1, N2 og N3), hvorav to stasjoner også ble benyttet for å bestemme økologisk tilstand (N2 og N3). Stasjonene er vist i **Figur 9**, med koordinater i **Tabell 7**. Ved normal drift av Rygene kraftverk går utslippet fra RST ut gjennom kraftverkstunnelen like oppstrøms stasjon N3. Når Rygene kraftverk har driftsstans går utslippet fra RST ut ved bedriftsområdet, like oppstrøms stasjon N1.

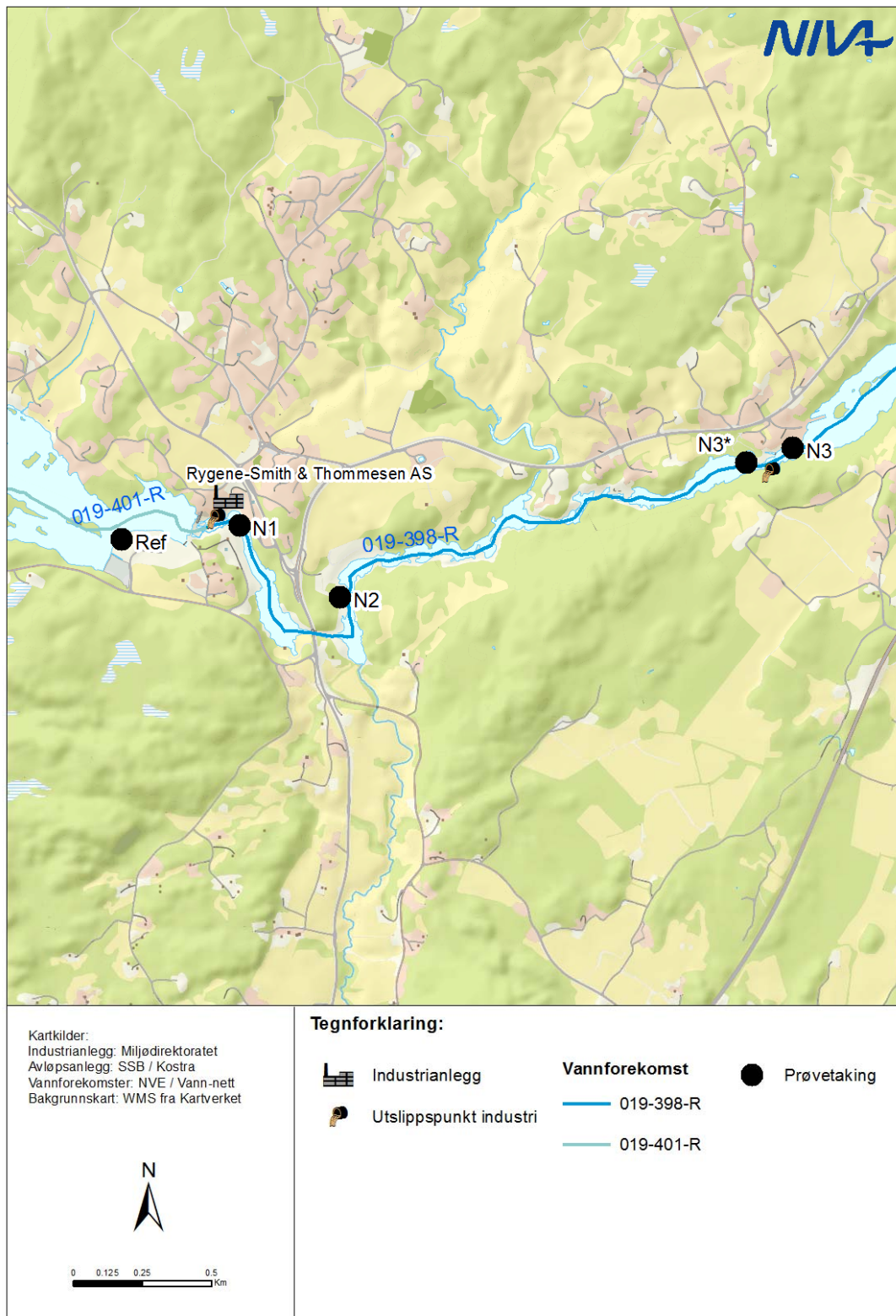
Stasjonen Ref ligger oppstrøms bedriften, ved Rygene dam, og denne er brukt som referanse for de kjemiske målingene. Det er bratte kanter og vanskelig å komme til der stasjonen Ref er markert i overvåkingsprogrammet, så RST har valgt å flytte stasjonen til et punkt der det er greit å komme ned til elvebredden (Ref i **Figur 9**). Stasjon N1 ligger like utenfor RST, og denne vil i perioder med normal drift av Rygene kraftverk fungere som referansestasjon for kjemiske målinger (denne lokaliteten er ikke egnet for biologisk prøvetaking). I perioder med driftsstans ved kraftverket går imidlertid utslippet fra RST direkte ut i Nidelva *oppstrøms* N1, og da vil denne stasjonen bli påvirket av utslipp fra RST. Dessverre var begge forhold representert under prøvetakingsperioden for dette prosjektet, noe som skaper vanskeligheter i tilstandsvurderingene. Stasjonen N2 ligger nedstrøms selve bedriftsområdet, men oppstrøms utslippspunktet og fungerer som referansestasjon for biologiske kvalitetselementer. Her prøvetas både biologi og vannkjemi. Denne stasjonen vil imidlertid, som stasjon N1, påvirkes av utslipp fra RST i perioder med driftsstans ved Rygene kraftverk. Stasjon N3 er påvirket av utslipp fra RST uansett drift i Rygene kraftverk, og her måles både vannkjemi og biologiske kvalitetselementer. Sterkt vekslende vannføringsregimer gjør dermed at man får perioder der alle stasjoner unntatt Ref vil være påvirket av bedriftens utslipp, noe som gjør vurderingene krevende.

Det ble i overvåkingsprogrammet anbefalt å benytte stasjoner fra andre overvåkingsprogram i Nidelva oppstrøms RST som referanselokaliteter for biologiske kvalitetselementer. Det er gjort begroingsundersøkelser i Nidelva oppstrøms Rykene i forbindelse med kalkingsovervåkinga, men dette er ikke gjort i henhold til vannforskriften og resultatene er derfor ikke sammenliknbare. Også bunndyrundersøkelser er utført i forbindelse med kalkingsovervåkinga og annen overvåking (info fra Vannmiljø), men nærmeste oppstrøms stasjon ligger for langt unna til at den kan benyttes som referansestasjon.

På grunn av en misforståelse ble ikke prøvepunkt N1 prøvetatt for vannkjemi i 2015. Dette er rettet opp og punktet er inkludert i prøvetakingsprogrammet fra og med 15. mars 2016. Stasjon Ref er flyttet i forhold til overvåkingsprogrammet på grunn av vanskelig tilgjengelighet. På grunn av høy vannføring ble stasjon N2 prøvetatt noe lenger inn på land enn i henhold til overvåkingsprogrammet, og stasjon N3 måtte flyttes for både bunndyr og begroing høsten 2015 (se **Figur 9**).

**Tabell 7.** Koordinater i desimalgrader (WSG84) for prøvetakingspunktene undersøkt i 2015-2016, samt de to ulike utslippspunktene ved henholdsvis normal drift eller driftsstans ved Rygene Kraftverk. Stasjonen N3<sup>†</sup> er ikke satt opp som eget punkt på kartet da det overlapper utslippspunktet, men lokaliteten er fotografert i Vedlegg A.

Stasjon/utslippspunkt	Y-koordinat	X-koordinat	Informasjon om punktet
Ref	58.406300	8.630300	Vannkjemiske målinger
N1	58.407500	8.637167	Vannkjemiske målinger
N2	58.405095	8.644057	Biologiske undersøkelser
N3	58.411300	8.671067	Vannkjemiske målinger og biologiske undersøkelser
N3*	58.410675	8.668273	Bunndyrundersøkelser høst 2015
N3 <sup>†</sup>	58.410921	8.669988	Begroingsundersøkelser høst 2015
Normalt utslippspunkt	58.410450	8.669883	Utslippspunkt ved normal drift av Rygene kraftverk
Utslippspunkt ved bedriften	58.407250	8.636033	Utslippspunkt ved driftsstans hos Rygene Kraftverk



**Figur 9.** Kart med prøvetakingsstasjoner i Nidelva ved Rygene-Smith & Thommesen AS. Det ble tatt prøver av bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing på stasjonene N2 og N3. Bunndyr ble prøvetatt på stasjonen merket N3\* høsten 2015. Det ble tatt vannprøver på stasjonene Ref, N2 og N3 (N1 ble ikke prøvetatt i 2015). Punkt for bedriftens utslipp er også vist, og det er det østlige utslippspunktet som



vanligvis benyttes. I perioder med driftsstans ved Rygene Kraftverk går utslippet på ved det vestlige utslippspunktet (ved bedriften).

## 2.2 Tidsrom og frekvens

En kort sammenstilling av bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram er vist i **Tabell 8**, med data om parameterutvalg og prøvetakingsfrekvens. Overvåkingsprogrammet er godkjent av Miljødirektoratet, og basert på disse prøvetakingsparameterne skal det være godt grunnlag for klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand i Nidelva ved RST.

**Tabell 8.** Oppsummering av overvåkingsprogram for RST i 2015.

	Regulerte utslippskomponenter	Kvalitetsэлеment	Indeks/parameter	Medium/Matriks	Stasjon	Frekvens (pr år)	Tidspunkt
Økologisk tilstand	Kjemisk oksygenforbruk (KOF) og suspendert stoff (SS)	Bunndyr	ASPT	Substrat	5	2*	Vår og høst
		Heterotrof begroing	HBI	Substrat	5	1*	Aug/sept
		Begroingsalger	PIT	Substrat	5	1*	Aug/sept
		Fysisk-kjemiske støtteparametere	TotP TotN TOC**	Vann	2	1*	Vår
	KOF STS		Vann	Ref, N1, N2, N3	6	Jan, jun, jul, aug, sept, okt/nov	
As, Cu, Cr og Zn	Vannregion-spesifikke stoffer	As, Cu, Cr og Zn	Vann	Ref, N1, N2, N3	6	Jan, jun, jul, aug, sept, okt/nov	
Kjemisk tilstand	Hg, Pb, Ni og Cd	EUs prioriterte miljøgifter	Hg, Pb, Ni og Cd	Vann	Ref, N1, N2, N3	6	Jan, jun, jul, aug, sept, okt/nov
Andre måleparametere			Løst P (ortofosfat) Ledningsevne pH	Vann	Ref, N1, N2, N3	6	Jan, jun, jul, aug, sept, okt/nov

\* Frekvensen bør revurderes etter undersøkelsene i 2015

\*\* TOC er i overvåkingsprogrammet anbefalt som fysisk-kjemisk støtteparameter for økologisk tilstand (bunndyr), men da dette kun gjelder kystvann har vi utelatt denne parameteren i tilstandsklassifiseringen.

Vannprøvetaking kom noe sent i gang, og på grunn av flom var det vanskelig å ta prøver i juli. Vannkjemi er derfor kun prøvetatt tre ganger i 2015 (juni, september og november). Fosfor er prøvetatt en ekstra gang i august, totalt fire ganger. Da denne prøvetakingsfrekvensen er meget lav, er det i denne rapporten inkludert tall fra prøvetaking i februar 2016 for å nå minimumskravet for antall prøvetakinger ved basisovervåking i henhold til vannforskriften. For tiltaksrettet overvåking krever overvåkingsveilederen egentlig målinger hver 14. dag for elver. I henhold til overvåkingsprogrammet skulle det vært analysert for ledningsevne, men dette har ved en feiltakelse ikke blitt analysert i 2015.

Bestilling av prøvetaking av biologiske kvalitetsэлеmenter kom også sent i gang, og bunndyr ble ikke prøvetatt våren 2015. Som kompensasjon for dette er bunndyr prøvetatt vår 2016 (i tillegg til høst 2015), og resultatene fra denne prøvetakingen er inkludert i rapporten.

Behandling av innsamlede data er utført i henhold til overvåkingsprogrammet, og undersøkelsene av de biologiske kvalitetselementene har en frekvens som er i henhold til kravene i Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2015).

## **2.3 Valg av parametere**

### **2.3.1 Vannkjemiske målinger, vannregionspesifikke stoffer og EUs prioriterte miljøgifter**

RST har utslippsgrenser for organisk materiale i form av KOF og suspendert tørrstoff (STS) og olje i kjølevann. For å kartlegge mulige effekter av disse utlippene er det i overvåkingsprogrammet anbefalt vannprøvetaking 6 ganger pr år for å måle KOF og STS i forhold til organisk belastning, samt TotP, løst P (ortofosfat) og TotN for eutrofiering. Miljødirektoratet har også bedt om at det skal prøvetas for As, Cu, Cr og Zn og fire av EUs prioriterte miljøgifter (Hg, Cd, Pb, og Ni). Det er videre anbefalt å prøveta for pH og ledningsevne, uten at disse parameterne er direkte knyttet opp til noen av utslippskomponentene fra RST. I overvåkingsprogrammet er det også anbefalt å prøveta for TOC og partikkelstørrelsesfordeling som fysisk-kjemiske støtteparametere for økologisk tilstand (bunndyr), men da dette kun gjelder kystvann har vi utelatt disse parameterne i tilstandsklassifiseringen. TOC kan dog benyttes til elvtypebestemmelse.

### **2.3.2 Biologiske kvalitetselementer**

For elver er det utviklet flere indekser for biologiske kvalitetselementer, hvorav én er godt egnet til å vurdere effekter av organisk belastning; ASPT-indeksen for bunndyr (Average Score Per Taxon), (Armitage m.fl., 1983). Bakterier og sopp er også svært sensitive overfor organiske utlipp, og det er nå utviklet en heterotrof begroingsindeks (HBI) som brukes som indikator for slik påvirkning (Direktoratsgruppa 2015).

Begroingsalger er et sensitivt kvalitetselement overfor nærings saltbelastning, som også er en relevant påvirkning i Nidelva. Det er i Norge utviklet en nasjonal metode for å overvåke eutrofiering ved hjelp av denne organismegruppen, i form av indeksen PIT («periphyton index of trophic status»; Schneider & Lindstrøm, 2011). Både ASPT- og PIT-indeksen er interkalibrert med indekser fra andre nordiske land mht klassegrensene for god økologisk tilstand (Van De Bund 2009). HBI er ikke interkalibrert, og PIT og ASPT anses derfor som mer pålitelige enn HBI.

Klassifiseringen av de biologiske kvalitetselementene ble utført i henhold til Klassifiseringsveileder 02:2013 – revidert 2015 (Direktoratsgruppa 2015) og overvåkingsveileder 02:2010 (Direktoratsgruppa 2010).

## 3 Metoder for prøvetaking og analyse

### 3.1 Prøvetaking

Under følger en beskrivelse av prøvetakingen som ble gjennomført i forbindelse med det tiltaksorienterte overvåkingsprogrammet. Biologiske prøver ble tatt fra to stasjoner, N2 og N3. Det ble tatt prøver av bunnfaunaen den 2. november 2015 og 15. april 2016 og av begroingsalger og heterotrof begroing den 7. oktober 2015. Prøvetaking for fysisk-kjemiske parametere ble foretatt 3. juni, 7. august, 30. september og 25. november 2015 samt 10. februar 2016 fra stasjonene Ref, N2 og N3. Stasjon N1 ble på grunn av en misforståelse ikke prøvetatt i denne perioden, men denne stasjonen prøvetas fra og med 15. mars 2016. NIVA har stått for den biologiske prøvetakingen mens RST har hatt ansvar for den vannkjemiske prøvetakingen.

#### 3.1.1 Vannkvalitet – fysisk-kjemiske forhold

For bestemmelse av fysisk-kjemiske støtteparametere, EUs prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer er det bedriften selv som har hatt ansvar for prøvetaking. Til kvikksølvanalysene har bedriften fått tilsendt egnede prøveflasker fra Eurofins, de resterende prøveflaskene er levert bedriften fra VWR. Alle prøveflasker ble fylt opp fra land ved at flaske ble senket ned i elvevannet. Vannprøven fra februar 2016 er ikke tatt med i vurderingen av de fysisk-kjemiske kvalitetselementene for stasjon N2 ettersom denne stasjonen var referansestasjon i februar 2016, men påvirket av utslippet fra bedriften ved alle prøvetakinger i 2015.

#### 3.1.2 Bunndyr

Bunndyr ble prøvetatt 2. november 2015 og 15. april 2016. I november 2015 måtte prøven for stasjon N3 samles inn noe lenger oppstrøms (stasjon N3bunndyr i **Tabell 7**) på grunn av høy vannføring. Innsamlingsmetoden som ble benyttet er den såkalte sparkemetoden og er gjennomført i henhold til retningslinjer gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2015) 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 etterprøvable. 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 minutters prøver, som var et vanlig tidsforbruk i mange bunnfaunaundersøkelser tidligere. Materialet representerer bunndyrsamfunnet på omlag 2,25 m<sup>2</sup> av elvebunnen. Det benyttes en 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.

#### 3.1.3 Begroingsalger

Det ble tatt prøver av begroingsalger fra stasjon N2 og N3. Prøvetaking av begroingsalger utføres vanligvis i august/september, men på grunn av flom måtte prøvetaking utsettes og prøvene ble hentet inn 7. oktober 2015. På hver stasjon ble 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, 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 konserveret og tatt med for videre bearbeiding.

På tidspunktet for prøvetaking hadde begroingsalgene hatt fem måneder på seg til å etablere seg i ny strandsone, men vannføringen var da betydelig høyere (ca 250 m<sup>3</sup>/sek) enn medianvannføringen gjennom sommeren (ca 100 m<sup>3</sup>/sek), ettersom det nettopp hadde vært storflom («Petra», med vannføring opp i ca 900 m<sup>3</sup>/sek). På grunn av flommen måtte også prøvetakingen utsettes, så den foregikk noe senere enn

anbefalt i veilederen, og etter den beste vekstsesongen for begroingsalger. Det ble observert noe begroing, men flommen hadde nok tatt med seg en del, samt at det var så stri strøm at det var umulig å komme ut til de dypere områdene der begroingsalgene vanligvis ville stått.

### 3.1.4 Heterotrof begroing

Heterotrof begroing ble samlet inn fra de samme stasjonene som begroingsalgene, og prøvene ble samlet inn 7. oktober 2015. På hver lokalitet undersøktes en ca. 10 meter lang elvestrekning ved bruk av vannkikkert. Ved synlig heterotrof begroing (sopp og bakterier, f.eks. «lammehaler») blir det tatt prøver av dette som lagres på små glass og konserveres for senere bearbeiding i laboratoriet. Dekningsgraden blir så estimert i felt som ”prosent dekning” (< 1-100 %), og brukes til klassifiseringen av økologisk tilstand, se avsnitt 3.3. I dette tilfellet ble det ikke observert synlig heterotrof begroing i felt.

## 3.2 Analysemetoder

Under følger informasjon om analysemetoder som er benyttet for analyse av de biologiske kvalitetsenelementene (bunndyr, begroingsalger og heterotrof begroing) samt, fysisk-kjemiske støtteparametere, vannregionspesifikke stoffer og EUs prioriterte miljøgifter.

### 3.2.1 Fysisk-kjemiske støtteparametere, vannregionspesifikke stoffer og EUs prioriterte miljøgifter

Alle vannkjemiske analyser, inkludert vannregionspesifikke stoffer og EUs prioriterte miljøgifter, er utført av Eurofins. Prøvesvar ble sendt NIVA fra oppdragsgiver i mars 2016. Det er analysert for metaller (Hg, As, Pb, Cd, Cu, Cr, Ni og Zn), pH, suspendert tørrstoff (STS), total fosfor (TotP), løst fosfor (ortofosfat), total nitrogen (TotN), total organisk karbon (TOC) og kjemisk oksygenforbruk (KOF). En oversikt over metoder som ble benyttet er vist i **Tabell 9**. På grunn av en misforståelse ble det kun analysert for TotP og Løst P ved prøvetaking 7. august 2015, og TOC ble ikke analysert 3. juni 2015. På de resterende prøvetakingsdatoene ble alle parametere analysert.

**Tabell 9.** Oversikt over kjemiske analyser av vannprøver som ble benyttet i overvåkingen. Alle analyser er utført av Eurofins. Ledningsevne ble på grunn av en feiltakelse ikke målt.

Parameter	LOQ <sup>1)</sup>	Enhet	Måle-usikkerhet	Metode
Kvikksølv (Hg)	0,005	µg /l	20 %	NS-EN ISO 17825
Arsen (As)	0,2		NS-EN ISO 17294-2	
Krom (Cr)	0,5			
Bly (Pb)	0,2			
Kadmium (Cd)	0,01			35 %
Kobber (Cu)	0,5			25 %
Nikkel (Ni)	0,5			20 %
Sink (Zn)	2			
pH	1			
Suspendert tørrstoff (STS)	1,5	mg/l		Intern metode
Total fosfor (TotP)	0,003		40 %	NS EN ISO 15681-2
Løst fosfor (ortofosfat)	0,003		40 %	
Total nitrogen (TotN)	0,01		10 %	NS 4743
Total organisk karbon (TOC)	0,5		30 %	NS EN 1484
Kjemisk oksygenforbruk (KOF <sub>Cr</sub> )	30			

<sup>1)</sup>Kvantifiseringsgrense (Limit of quantification)

### 3.2.2 Biologiske kvalitetselementer

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

Prøvene av begroingsalger og heterotrof begroing er undersøkt i mikroskop, der alle arter ble identifisert til lavest mulige taksonomiske nivå ved bruk av mikroskop. For arter som kun ble oppdaget mikroskopisk ble tettheten estimert som hyppig, vanlig eller sjelden. Metodikken er i henhold til overvåkingsveilederen (Direktoratsgruppa 2010), klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2015) og den europeiske normen for prøvetaking og analyse av begroingsalger (NS-EN ISO 15708:2009).

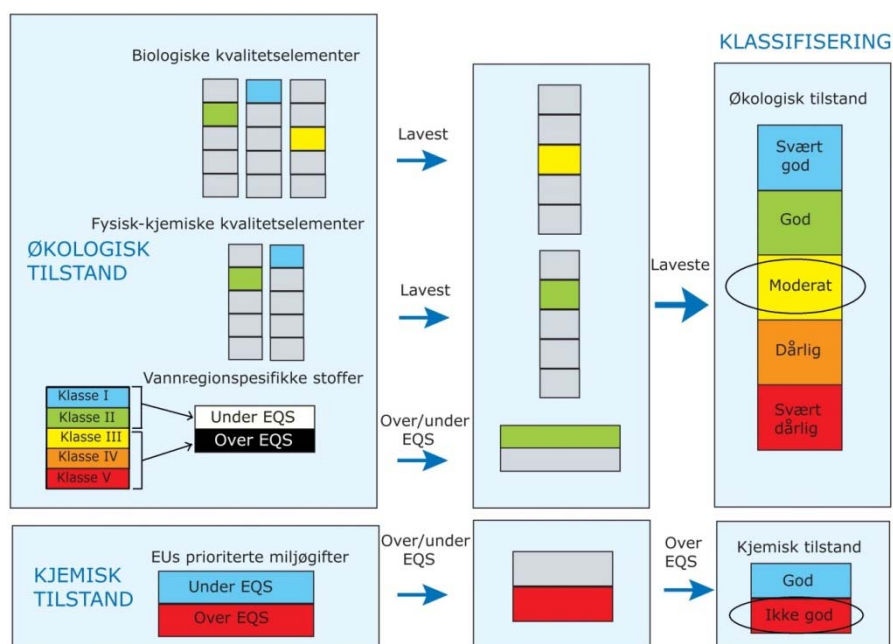
Artslister for de biologiske kvalitetselementene er gitt i **Vedlegg B** og **Vedlegg C**.

## 3.3 Klassifisering av økologisk tilstand

### 3.3.1 Generell metodikk

Den generelle metodikken for å klassifisere økologisk tilstand er angitt i kapittel 3.5 i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa, 2015), og er oppsummert i **Figur 10**. 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 «naturlilstand» eller «referansetilstand»).

Artssammensetningen uttrykkes gjerne i form av indekser som angir andel arter som er følsomme og andel arter som er tolerante for en bestemt påvirkning. Det er definert tallverdier for referansetilstanden og verdier for de forskjellige tilstandsklassene som angir graden av avvik fra referansetilstanden. Dette er definert for hver parameter/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. Ingen avvik fra referansetilstanden angis som svært god økologisk tilstand, med blått fargesymbol. Avstanden fra naturtilstanden uttrykkes som EQR- verdier (Ecological Quality Ratio), og det er satt egne verdier for hver parameter/indeks for hvert kvalitetselement i henhold til formler gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2015).



**Figur 10.** Prinsippskisse som viser klassifisering av miljøtilstand i en vannforekomst (se tekst under).



Neste skritt er å normalisere EQR-verdiene for hver parameter eller indeks, slik at de kan sammenlignes og kombineres. Grenseverdiene som skiller de ulike tilstandsklassene er like for de normaliserte EQR verdiene (nEQR) for alle parametere/indeks: Grenseverdiene mellom svært god og god tilstand er 0,8, mellom god og moderat er 0,6, mellom moderat og dårlig er 0,4 og mellom dårlig og svært dårlig er 0,2 (**Tabell 10**).

**Tabell 10.** Økologisk tilstand i henhold til vannforskriften, med fem definerte tilstandsklasser og tilhørende normalisert EQR (nEQR) for den enkelte tilstandsklasse. Tiltak skal iverksettes der tilstanden klassifiseres under miljømålet, det vil si moderat eller dårligere.

Tilstandsklasse	Miljømål	nEQR
Svært god	Miljømål tilfredsstillt	0,81 – 1,00
God		0,61 - 0,80
Moderat	Tiltak nødvendig	0,41 - 0,60
Dårlig		0,21 - 0,40
Svært dårlig		0,00 - 0,20

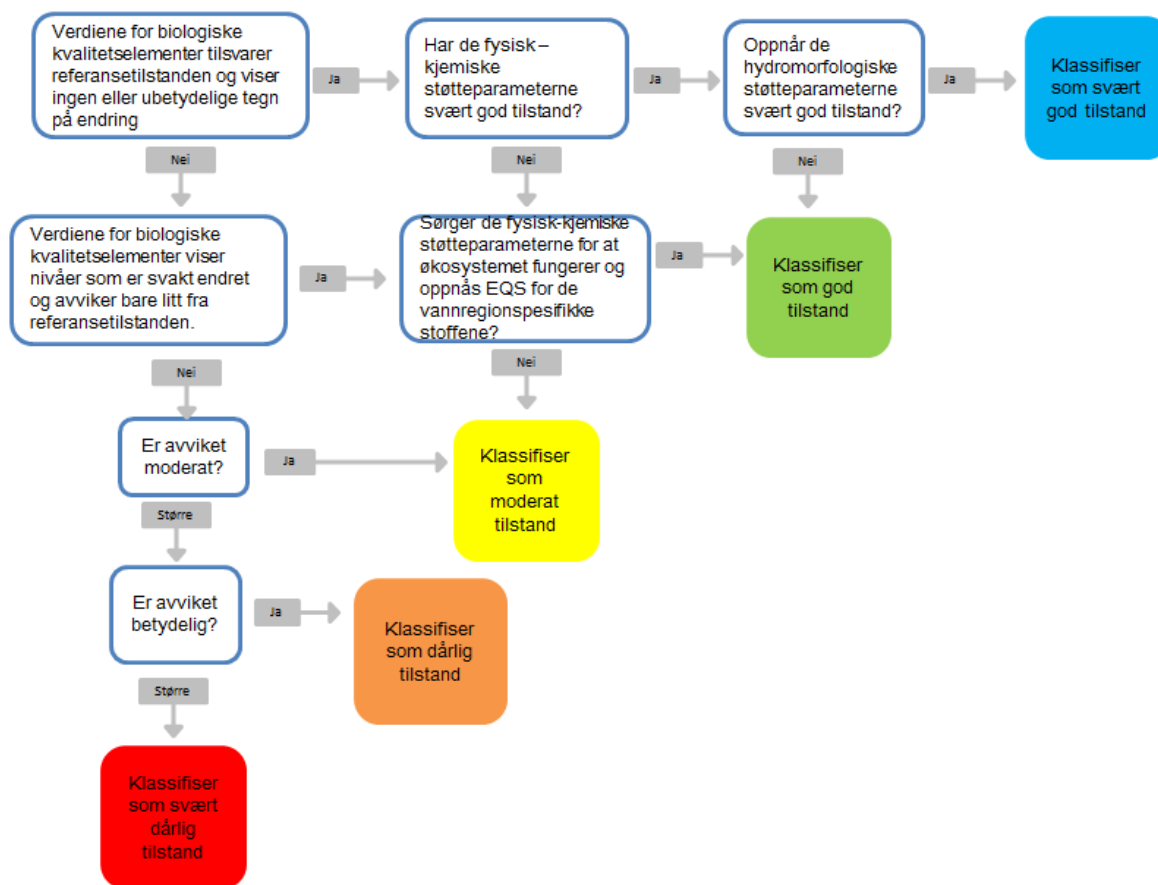
Formelen for beregning av normaliserte EQR (nEQR) verdier er:

$$nEQR = (Observert\ EQR - \text{Klassens nedre EQR verdi}) / (\text{Klassens øvre EQR verdi} - \text{Klassens nedre EQR verdi}) * 0.2 + \text{nedre nEQR klassegrense}$$

Dersom man har flere parametere eller indekser innen ett kvalitetselement beregnes som regel en middelvei 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 støtteparametere, der nEQR verdiene midles for parametere som angir effekter av samme påvirkning, f.eks. eutrofiering: total-fosfor, fosfat, total nitrogen, nitrat.

Når samlet økologisk tilstand skal beregnes benyttes prinsippet «det verste styren», og altså ikke et gjennomsnitt. Dette er eksemplifisert i **Figur 10** ved at det står piler påtegnet «Lavest», som betyr at det kvalitetselementet som får dårligst tilstand (her moderat for biologiske kvalitetselementer, farget gult) er definerende for den samlede økologiske tilstanden. Dette prinsippet benyttes også innad i hver av de tre gruppene som definerer økologisk tilstand (biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementer samt vannregionspesifikke stoffer), for eksempel viser det dårligste biologiske kvalitetselementet moderat tilstand (gul) i **Figur 10**, og dette er bestemmende for klassifiseringen for biologiske kvalitetselementer (øverste figur i midtre boks).

Videre er det slik at for økologisk tilstand er det de biologiske kvalitetselementene som er avgjørende for tilstandsklassifiseringen. Det vil si at dersom biologien indikerer «svært god» eller «god» tilstand kan vannregionspesifikke stoffer og fysisk-kjemiske og hydromorfologiske støtteparametere kun nedgradere tilstanden ett nivå, til «god» eller «moderat» tilstand (**Figur 11**). Dersom de biologiske kvalitetselementene indikerer «moderat», «dårlig» eller «svært dårlig» tilstand vil disse alene være styrende for klassifiseringen.



**Figur 11.** Flytdiagram som viser prinsippet for klassifisering av økologisk tilstand i henhold til klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2015).

I denne undersøkelsen ble den økologiske tilstanden på hver stasjon ble bestemt i henhold til prinsippene som er vist i **Figur 10** og **Figur 11**. For sterkt modifiserte vannforekomster (SMVF) skal man i utgangspunktet beregne godt økologisk potensial (GØP) istedenfor god økologisk tilstand (GØT), men foreløpig benyttes de samme indekser og klassegrenser som beskrevet i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2014, Direktoratsgruppa 2015).

Kjemisk tilstand klassifiseres etter prinsipp som vist nederst i **Figur 10**. Det vil si at resultatet blir «ikke god» kjemisk tilstand dersom målte konsentrasjoner av EUs prioriterte miljøgifter er høyere enn EQS-verdiene som er gitt for disse stoffene i vannforskriften (Vannforskriften 2015).

### 3.3.2 Metodikk for klassifisering av hvert biologisk kvalitetselement

#### 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 2015). 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

(nEQR) 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 grenseverdiene mellom de ulike tilstandsklassene er forskjellige for svært kalkfattige elver (kalsium < 1 mg/l) og andre elver (kalsium > 1 mg/l). Vannforekomstene i denne undersøkelsen har begge kalsiumkonsentrasjoner over 1 mg/l og havner således i kalsiumklasse 2 (Ca-kl 2). I denne klassen er referanseverdien for PIT satt ved 6,71 og klassegrensene ved PIT-verdi 9,5 = svært god/god, 16 = god/moderat, 31 = moderate/dårlig og 46 = dårlig/svært dårlig i henhold til retningslinjer gitt i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2015). EQR verdien beregnes ved følgende formel:  $PIT-EQR = (PIT\ obs - 60,84) / (PIT\ ref - 60,84)$ . Deretter normaliseres EQR verdien (nEQR) 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 2015). EQR verdien beregnes ved følgende formel:  $HBI-EQR = (HBI\ obs - 100) / (HBI\ ref - 100)$ . Deretter normaliseres EQR verdien (nEQR) slik at tilstanden for heterotrof begroing kan sammenlignes og kombineres med tilstanden for andre kvalitetselementer.

## 4 Resultater

### 4.1 Biologiske kvalitetselementer til vurdering av økologisk tilstand

Nedenfor presenteres tilstandsklasse og nEQR verdier for hvert kvalitetselement som er undersøkt i overvåkingen i 2015-2016. Rådata for hver indeks/parameter finnes i **Vedlegg B** og **Vedlegg C**.

#### 4.1.1 Bunnedyr – Organisk belastning

Ved høstprøvetakingen 2015 var kraftstasjonen stengt og utslippet fra RST ble pumpet rett ut ved bedriften. Dette er vanligvis en minstevannføringsstrekning, men når kraftstasjonen er stengt er vannføringen mangedoblet. I denne perioden var trolig både N2 og N3 påvirket av utslipp fra RST, men ASPT indeksen viste god økologisk tilstand ved begge stasjoner **Tabell 11**. Grunnet høy vannføring måtte stasjon N3 da prøvetas noe lenger oppstrøms enn planlagt (se 3.1.2).

Våren 2016 var kraftstasjonen åpnet, og det var igjen minstevannføringsstrekning fra bedriften til utslippspunktet (kraftverkstunnelen oppstrøms stasjon N3). På dette tidspunktet fungerte stasjon N2 som referansestasjon, og denne viste moderat tilstand, om enn helt på grensen til god (**Tabell 11**). Stasjonen nedstrøms utslippet, N3, viste da svært dårlig tilstand (nEQR = 0,15). Det er rimelig å tro at organisk belastning har bidratt til dette. Imidlertid bør det presiseres at det var få individer i prøvene, noe som gir økt usikkerhet, og det er ikke mulig å utelukke at saltvannsinntrengning kan ha påvirket resultatet: Stasjon N3 er plassert så nært utslippet som mulig, men den ligger helt på grensen for saltvannsinntrengning (høstprøven var trolig ikke påvirket av saltvannsinntrengning ettersom stasjonen da ble prøvetatt lenger oppstrøms).

**Tabell 11.** Resultater fra bunnedyrundersøkelser i 2015 og 2016. Verdier for ASPT, EQR og nEQR. Stasjon N3 er ikke midlet ettersom 2015-prøven ble tatt på et annet sted/substrat enn 2016-prøven. Tilstandsklassene er angitt med farger: Blå = svært god, grønn=god, gul=moderat, oransje=dårlig og rød=svært dårlig tilstand.

Stasjon	Dato	ASPT	EQR	nEQR
N2	02.11.2015	6,57	0,95	0,74
	15.04.2016	6,00	0,87	0,60
N3	02.11.2015*	6,40	0,93	0,70
	15.04.2016	3,25	0,47	0,15

\* Denne prøven er tatt noe lenger oppstrøms, se punkt N3bunnedyr i **Tabell 7**.

Vi har ikke midlet nEQR-verdiene fra høst og vår ettersom stasjon N2 var påvirket av utslipp om høsten men ikke om våren, samt at høstprøven på stasjon N3 ble tatt på et annet sted/substrat enn vårprøven. I samlet vurdering av økologisk tilstand (avsnitt 4.3) har vi valgt å benytte resultatene for 2016-prøvene for bunnedyr, ettersom disse er mest representative for utslippsregimet til RST.

Høsten 2015 ble rødlistearten *Aphelocheirus aestivalis* påvist på både N2 og N3.

#### 4.1.2 Begroingsalger - Eutrofiering

Begroingsalger ble prøvetatt på stasjonene N2 og N3 den 7. oktober 2015 (foto i **Vedlegg A**). Fullstendig artsliste er gitt i **Vedlegg C**. Det ble observert 7 indikatortaksa for eutrofieringsindeksen PIT på stasjon N2 og 5 indikatortaksa på stasjon N3. Med utgangspunkt i PIT var stasjonene N2 og N3 i svært god økologisk tilstand (**Tabell 12**). Det ble funnet relativt få arter, og relativt lite av hver art, men alle arter var typiske rentvannsarter. Resultatene antyder at selv om RST har utslipp av næringssalter, er det ingen effekter av dette på begroingsalgesamfunnet.

**Tabell 12.** Resultater fra undersøkelser av begroingsalger 7. oktober 2015 med kalsiumklasse (Ca-kl), PIT, EQR og nEQR. Tilstandsklassene er angitt med farger: Blå = svært god, grønn=god, gul=moderat, oransje=dårlig og rød=svært dårlig tilstand.

Stasjon	Ca-kl	Antall indikatortaksa	PIT	EQR	nEQR
N2	2	7	5,67	1,02	0,95
N3	2	5	4,48	1,05	0,99

#### 4.1.3 Heterotrof begroing - Organisk belastning

Heterotrof begroing ble undersøkt på stasjonene N2 og N3 den 7. oktober 2015, men det ble ikke funnet spor etter denne indikatoren på noen av stasjonene. Både stasjon N2 og N3 havner derfor i svært god økologisk tilstand med hensyn på organisk belastning (**Tabell 13**). Resultatene antyder at selv om RST har utslipp av organisk materiale, sees ingen effekter av dette med tanke på heterotrof begroing.

**Tabell 13.** Resultater fra undersøkelser av heterotrof begroing 7. oktober 2015 med dekningsgrad, HBI, EQR og nEQR. Tilstandsklassene er angitt med farger: Blå = svært god, grønn=god, gul=moderat, oransje=dårlig og rød=svært dårlig tilstand.

Stasjon	Dekningsgrad (%)	HBI	EQR	nEQR
N2	0	0	1	1
N3	0	0	1	1

## 4.2 Fysisk-kjemiske støtteparametere til vurdering av økologisk tilstand

Resultater fra analyser av de fysisk-kjemiske støtteparametere som er undersøkt i vannsøylen, og som inngår i vurdering av økologisk tilstand, er vist i **Tabell 14** og **Tabell 15**. Fullstendig tabell med måleparametere og målerapporter finnes i henholdsvis **Vedlegg D** og **Vedlegg E**. Det var ingen økning i konsentrasjonene av næringssalter fra stasjon Ref til stasjon N3. De forhøyede konsentrasjoner av næringssalter i stasjon Ref skyldes at én vannprøve hadde betydelig høyere konsentrasjoner enn prøvene nedstrøms (25. november 2015). Hva som er årsak til dette kan ikke forklares ut fra det begrensede antall vannprøver som ble tatt. Ved stasjonene N2 og N3 viste konsentrasjonene av total fosfor og total nitrogen svært god tilstand, mens referansestasjonen viste moderat tilstand for total fosfor og god tilstand for total nitrogen.

**Tabell 14.** Resultater for total fosfor og total nitrogen, basert på middelerverdier av målinger i 2015 (n=4 for fosfor og 3 for nitrogen) samt én måling i 2016 for stasjonene Ref og N3. Klassifisering er gjort i henhold til Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2015). Tilstandsklassene er angitt med farger: Blå = svært god, grønn=god, gul=moderat, oransje=dårlig og rød=svært dårlig tilstand.

Stasjon	Total fosfor		Total nitrogen	
	µg/l	nEQR	µg/l	nEQR
Ref (n = 5)	28,5	0,21	405	0,55
N2 (n = 4)	8,9	0,61	310	0,63
N3 (n = 5)	8,9	0,63	300	0,64

De målte konsentrasjonene av vannregionspesifikke stoffer var alle under de gitte grenseverdiene, og det var ingen tegn til økning nedstrøms stasjon Ref i vannforekomsten (**Tabell 15**).

**Tabell 15.** Middelerverdier til konsentrasjoner av vannregionspesifikke stoffer i Ref, N2 og N3 basert på målinger i 2015 (n = 3) samt én måling i 2016 for stasjonene Ref og N3. Årlige EQS-verdier (AA-EQS) er hentet fra Arp m.fl. 2014. Ingen av stoffene overskrider EQS verdien. Data fra totaloppluttede prøver.

Stasjon	Vannregionspesifikke stoffer			
	Arsen (As) (µg /l) (AA EQS = 0,5)	Kobber (Cu) (µg /l) (AA EQS = 7,8)	Krom (Cr) (µg /l) (AA EQS = 3,4)	Sink (Zn) (µg /l) (AA EQS = 11)
Ref (n = 4)	0,22	1,8	<0,5	6,1
N2 (n = 3)	0,24	2,0	<0,5	5,9
N3 (n = 4)	0,21	1,3	<0,5	5,8

I **Tabell 16** vises andre vannmålinger som ble gjennomført i 2015, men som kun vil fungere som støtteparametere og som ikke inngår i klassifiseringen av vannforekomsten. Målinger av STS, TOC og  $KOF_{Cr}$  kan benyttes som forklarende støtteparametere til den organiske belastningen fra bedriften. For  $KOF_{Cr}$  er det ikke utviklet grenseverdier. For  $KOF_{Mn}$ -metoden er det derimot utviklet grenseverdier. Alle  $KOF$ -målinger var under kvantifiseringsgrensen, og gir dermed ingen informasjon om hvorvidt vannmassene er påvirket av organisk belastning. I forhold til STS var det en økning fra Ref til N3. Hvorvidt dette skyldes bedriftens utslipp av STS kan ikke vurderes med de få analysene som ble gjennomført i 2015. pH ble målt, men bedriftens utslipp skal ikke ha noen påvirkning på pH i vannforekomsten. Målinger av ortofosfat viste at fosforutslippene fra bedriften i hovedsak foreligger som ortofosfat.

**Tabell 16.** Konsentrasjoner av STS, TOC,  $KOF_{Cr}$ , ortofosfat og pH ved de ulike stasjonene, basert på middelerverdier i 2015 (n = 3) samt én måling i 2016 for stasjonene Ref og N3.

Stasjon	STS (mg/l)	TOC (mg/l)	$KOF_{Cr}$ (mg O <sub>2</sub> /l)	Ortofosfat* (µg/l)	pH
Ref (n = 4)	< 1,5	4,6	<30	7,3	6,5
N2 (n = 3)	1,7	5,3	<30	7,0	6,3
N3 (n = 4)	3,1	4,6	<30	7,6	6,2

\* For ortofosfat er det én ekstra måling på alle stasjoner.

### 4.3 Økologisk tilstand - samlet vurdering basert på biologiske kvalitetslementer og fysisk-kjemiske støtteparametere

Sammenslåing av de biologiske kvalitetslementene etter prinsippet «det verste styrer» viser moderat tilstand på stasjon N2 og svært dårlig tilstand på stasjon N3 (**Tabell 17**). Det er bunndyrindeksen som er definerende for tilstanden på begge lokaliteter. Vi har da valgt å benytte kun 2016-prøvene for bunndyr, ettersom disse er mest representative for utslippsregimet til RST. Ettersom de biologiske kvalitetslementene samlet viser moderat og svært dårlig tilstand benyttes ikke de fysisk-kjemiske kvalitetslementene eller vannregionspesifikke stoffene i den samlede vurderingen av økologisk tilstand for disse stasjonene. På stasjon Ref er det kun undersøkt vannkjemi, så her skal det i henhold til veilederen ikke klassifiseres økologisk tilstand (Direktoratsgruppa 2015). Vi har allikevel indikert tilstandsklasse for denne stasjonen i **Tabell 17**, men disse resultatene er meget usikre. Det må presiseres at fysisk-kjemiske kvalitetslementer og vannregionspesifikke stoffer på alle stasjoner kun er basert på 3-5 prøvetakinger, noe som er alt for lite i henhold til kravene til tiltaksrettet overvåking jamfør klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2015).

**Tabell 17.** Samlet økologisk tilstand (og indeksverdi/nEQR) for stasjonene N2 og N3 basert på biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementer samt vannregionspesifikke stoffer. For stasjon Ref er det ikke gjort biologiske undersøkelser, kun fysisk-kjemiske støtteparametere, så resultatene for denne stasjonen er meget usikre. Fargekodene angir økologisk tilstand: Grønn=god, gul=moderat, oransje=dårlig og rød=svært dårlig tilstand.

Kvalitetsэлемент/ Indeks	Stasjon		
	Ref	N2	N3
<b>Biologiske kvalitetselementer</b>			
Begroingsalger (PIT/nEQR)	Ikke biologisk stasjon	5,67/0,95	4,48/0,99
Heterotrof begroing (HBI/ nEQR)	Ikke biologisk stasjon	0/1	0/1
Bunndyr (ASPT/ nEQR)	Ikke biologisk stasjon	6,00/0,60	3,25/0,15
<b>Samlet nEQR biologiske kvalitetselementer</b>	Ikke biologisk stasjon	<b>Bunndyr: 0,60</b>	<b>Bunndyr: 0,15</b>
<b>Fysisk-kjemiske kvalitetselementer</b>			
Total fosfor (µg/l / nEQR)	28,5/0,21	8,9/0,61	8,9/0,63
Total nitrogen (µg/l / nEQR)	405/0,55	310/0,63	300/0,64
<b>Samlet nEQR fysisk-kjemiske støtteparametere</b>	<b>Total fosfor: 0,21</b>	<b>Total fosfor: 0,61</b>	<b>Total fosfor: 0,63</b>
<b>Vannregionspesifikke stoffer</b>			
As, Cu, Cr, Zn	Over EQS	Over EQS	Over EQS
<b>Samlet EQS vannregionspesifikke stoffer</b>	<b>Over EQS</b>	<b>Over EQS</b>	<b>Over EQS</b>
<b>Samlet økologisk tilstand</b>			
<b>Samlet økologisk tilstand</b>	<b>Total fosfor: 0,21</b>	<b>Bunndyr: 0,60</b>	<b>Bunndyr: 0,15</b>

#### 4.4 Kjemisk tilstand - EUs prioriterte miljøgifter i vann

Det ble i løpet av undersøkelsesperioden hentet inn vannprøver tre ganger for bestemmelse av EUs prioriterte miljøgifter i vannsoyla. Målte konsentrasjoner er gitt i **Tabell 18**. Målte konsentrasjoner av EUs prioriterte miljøgifter var alle under gitte grenseverdier, og det var ingen tegn til økning nedstrøms stasjon Ref. God kjemisk tilstand ble altså oppnådd ved alle stasjonene.

**Tabell 18.** Kjemisk tilstand for EUs prioriterte miljøgifter i vann fra stasjonene Ref, N2 og N3 (n= 4). Årlige EQS-verdier (AA-EQS) og maksimalverdi for EQS (MAC) er hentet [www.lovdata.no](http://www.lovdata.no). Miljøgifter som overskrider grenseverdien angis med rød celle, blå er god tilstand.

Stasjon	EUs prioriterte miljøgifter			
	Kvikksølv (Hg) (µg /l) (MAC EQS = 0,07)	Kadmium (Cd) (µg /l) (AA EQS = 0,08 – hardhet *)	Bly (Pb) (µg /l) (AA EQS = 7,8)	Nikkel (Ni) (µg /l) (AA EQS = 4)
Ref (n = 4)	0,0058	0,047	0,61	0,7
N2 (n = 3)	0,0053	0,042	0,69	0,6
N3 (n = 4)	0,0055	0,039	0,65	0,7

\*vurdert opp mot klasse 1: Hardhet < 40 mg CaCO<sub>3</sub>.



## 5 Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand for alle stasjoner

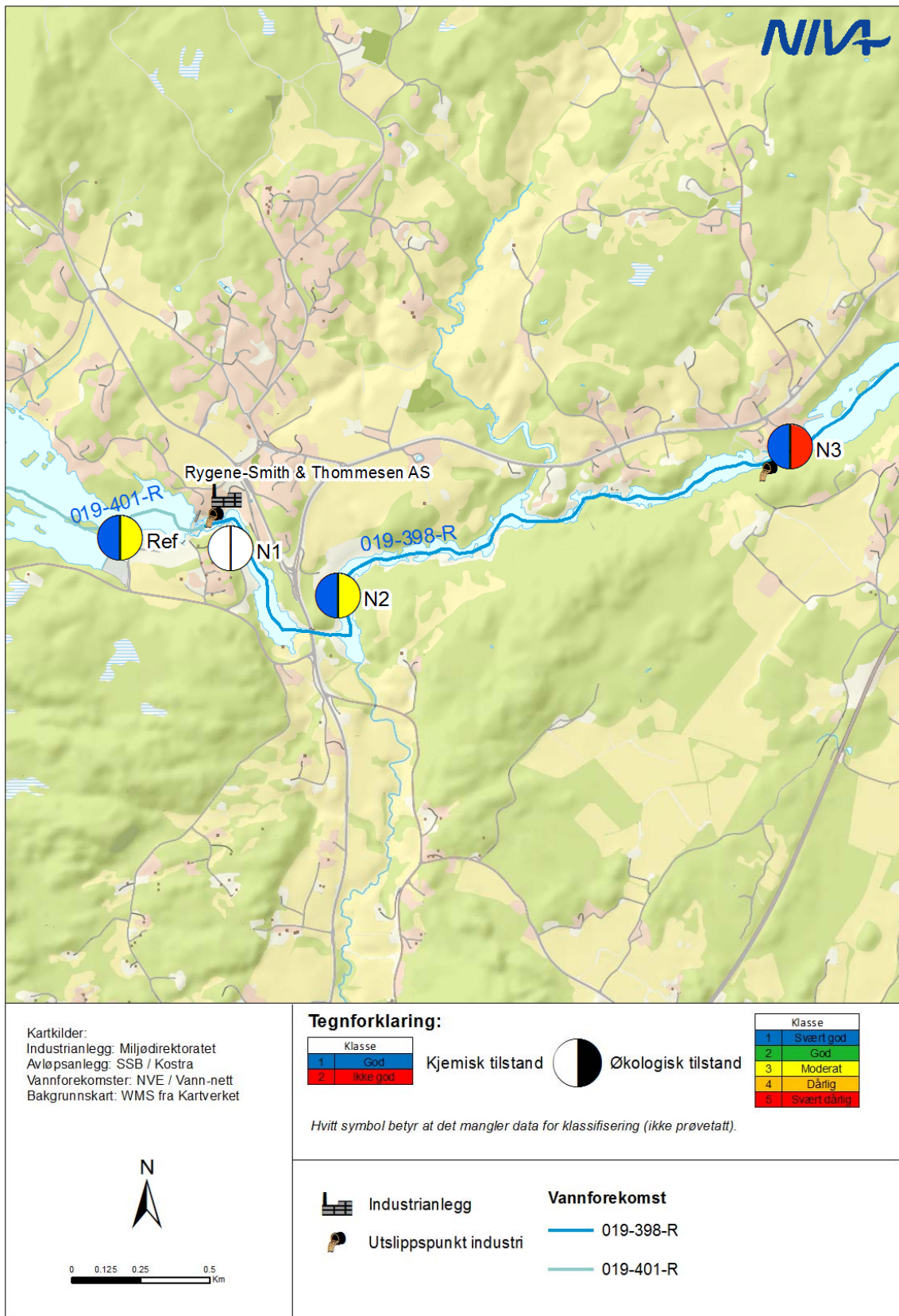
En oversikt over økologisk og kjemisk tilstand per stasjon er vist i **Tabell 19**. Tilsvarende er vist på kartutsnitt i **Figur 12**. Fargekoden som er benyttet angir henholdsvis økologisk og kjemisk tilstand, og i **Tabell 19** er i tillegg det verste kvalitetselementet angitt for økologisk tilstand, og for kjemisk tilstand er eventuelle miljøgifter som overskrider EQS markert (noe som ikke var tilfelle i denne undersøkelsen).

Stasjon Ref oppnår god kjemisk og moderat økologisk tilstand, men økologisk tilstand er kun basert på fysisk-kjemiske støtteparametere, og begge klassifiseringer er basert på kun 3-5 målinger. Stasjon N1 ble ved en feiltakelse ikke prøvetatt, så denne kan ikke tilstandsklassifiseres. Stasjon N2 oppnår moderat økologisk tilstand og god kjemisk tilstand, mens stasjon N3 er i svært dårlig økologisk tilstand men god kjemisk tilstand.

**Tabell 19.** Økologisk og kjemisk tilstand pr overvåkingsstasjon for Rygene-Smith & Thommesen AS i 2015 (inkludert vår 2016). Fargekode angir økologisk og kjemisk tilstand. For økologisk tilstand er i tillegg det verste kvalitetselementet angitt, og for kjemisk tilstand er eventuelle miljøgifter som overskrider EQS angitt (ingen i denne undersøkelsen). For stasjon Ref er det ikke gjort biologiske undersøkelser, kun fysisk-kjemiske støtteparametere, så resultatene for denne stasjonen er meget usikre. Klassifisering av økologisk tilstand: Blå = svært god, grønn = god, gul = moderat, oransje = dårlig og rød = svært dårlig tilstand. Blank = ikke data for å klassifisere økologisk tilstand. Klassifisering av kjemisk tilstand: Blå = god tilstand og rød = ikke god tilstand.

Stasjonskode	Stasjonsnavn	Økologisk tilstand	Kjemisk tilstand
Ref	Nidelva, RST, Stasjon Ref	Ikke biologisk stasjon / Total nitrogen	
N1	Nidelva, RST, Stasjon N1	Ikke biologisk stasjon	Ikke prøvetatt*
N2	Nidelva, RST, Stasjon N2	Bunndyr	
N3	Nidelva, RST, Stasjon N3	Bunndyr	

\*Stasjon N1 ble ved en feiltakelse ikke prøvetatt for kjemiske parametere i 2015.



**Figur 12.** Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand for alle stasjoner ved Rygene-Smith & Thommesen i perioden juni 2015 til april 2016. For stasjon Ref er det ikke gjort biologiske undersøkelser, kun fysisk-kjemiske støtteparametere, så resultatene for denne stasjonen er meget usikre.

## 6 Konklusjoner og videre overvåking

### 6.1 Vurdering av årsaker til moderat, dårlig eller svært dårlig økologisk tilstand

Utslipet fra RST er hovedsakelig KOF og STS, samt næringsalter og noen metaller. Denne rapporten skal vurdere om disse utslippene fører til at miljømålene for vannforekomsten ikke nås, basert på undersøkelser gjort i henhold til bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram.

Basert på eutrofieringsindeksen PIT og HBI-indeksen for organisk belastning var både stasjon N2 og N3 i svært god økologisk tilstand. På prøvetakingstidspunktet for begroingsalger hadde Rygene kraftverk vært stengt i fem måneder, og det hadde siden da vært stor vannføring i elva (median ca 100 m<sup>3</sup>/sek, mot i underkant av 6 m<sup>3</sup>/sek ved minstevannføring). Det var derfor ikke mulig å prøveta på det dypet som er forespeilet i overvåkingsprogrammet, og prøvetaking foregikk i områder som vanligvis ligger over vann (det var små trær under vannflaten på prøvetakingstidspunktet). At det kun ble funnet rentvannsarter kan i dette tilfellet skyldes den store vannføringen denne sommeren, noe som har hatt en kraftig fortykningseffekt på næringsstoffene.

Også bunndyr viste god økologisk tilstand på stasjonene N2 og N3 høsten 2015, da kraftstasjonen var stengt. Ved vårprøvetakingen i april 2016, fire måneder etter at kraftstasjonen igjen var i drift, var tilstanden henholdsvis moderat og svært dårlig. Hvorfor situasjonen forverret seg på stasjon N2 fra da den var påvirket av utslipp fra RST høsten 2015 til våren 2016 er vanskelig å forklare, fordi mange parametere (utslippspunkt, vannføring, årstid/sesong, nøyaktig prøvetakingslokalitet) endret seg samtidig. Stasjon N3 var påvirket av utslipp fra RST ved begge prøvetakinger, men viste også en klar forverring fra god tilstand høsten 2015 til svært dårlig tilstand våren 2016. Det er grunn til å tro at organisk belastning kan ha bidratt til dette, men få individer i prøvene og mulig saltvannsinntrengning bidrar til en viss usikkerhet.

Alle vannregionspesifikke stoffer og EUs prioriterte miljøgifter i vann var over grenseverdien for god tilstand. De fysisk-kjemiske støtteparameterne viste svært god tilstand på stasjonene N2 og N3, men moderat tilstand på stasjon Ref. På stasjonen Ref ble det ikke målt biologi, så resultatene for denne stasjonen er svært usikre. Videre kom vannprøvetakingen sent i gang og resultatene for fysisk-kjemiske støtteparametere, vannregionspesifikke stoffer og EUs prioriterte miljøgifter baserer seg på kun 3-4 prøvetakinger (4-5 for fosfor). Prøvetakingsfrekvensen var også lav; i følge overvåkingsveilederen skal tiltaksrettet overvåking ha prøvetaking hver 14. dag i elver. Datagrunnlaget er altså sparsomt, og resultatene må tolkes med forsiktighet.

På grunn av lav frekvens på vannprøvetaking, storflom, driftsstans ved Rygene Kraftverk med dertil endret utslippsregime samt manglende prøvetaking på stasjon N1 er det ikke mulig å konkludere med hvorvidt utslippene fra Rygene-Smith & Thommesen AS fører til at miljømålet for vannforekomsten ikke nås.

### 6.2 Vurdering av videre overvåking

Ettersom det basert på resultatene i denne rapporten ikke er mulig å vurdere hvorvidt utslippene fra RST fører til at miljømålet for vannforekomsten ikke nås, anbefales det å videreføre prøvetaking i 2016 for å verifisere årets resultater, men med noen justeringer av programmet.

#### Biologiske parametere

I årets overvåking ble kun stasjonene N2 og N3 prøvetatt for biologi. I bedriftens forslag til program for vannovervåking ble det anbefalt å benytte andre overvåkingsprogrammets data for begroingsalger og bunndyr i Nidelva oppstrøms RST som referanselokaliteter for stasjonene N2 og N3. De stasjonene som finnes i dette området i Vannmiljø eller kalkingsovervåkinga er imidlertid enten for langt unna eller er

prøvetatt etter annen metodikk, så det er ikke mulig å benytte disse som referanse for stasjonene N2 og N3. Det anbefales derfor at det i fremtidig overvåking inkluderes en referanselokalitet for biologiske undersøkelser like oppstrøms RST, i et parti av elva som er relativt likt stasjonene N2 og N3.

Videre anbefales det å inkludere heterotrof begroing i overvåkingsprogrammet ettersom dette er en parameter som reagerer raskt på organisk belastning. Det ble undersøkt for heterotrof begroing i 2015, men for videre overvåking anbefales det å øke prøvetakingsfrekvensen fra én til tre ganger i løpet av sesongen (vår, sommer og senhøst) ettersom denne organismegruppen gjerne blir svekket av UV-lys i sommersesongen (når begroingsalgene samles inn).

Dersom undersøkelsene av begroingsalger i 2016 gjøres under normale forhold og viser samme resultater som i 2015 kan prøvetakingshyppigheten reduseres til annet hvert år. Dette er i tråd med overvåkingsveilederen (Direktoratsgruppa 2010).

Da det ikke var mulig å utelukke at saltvannsinntrengning kan ha påvirket bunndyrresultatene på stasjon N3 anbefaler vi at dataene fra 2015 kompletteres med nye prøver i året som kommer, kombinert med utlegging av elektrode som måler ledningsevne slik at eventuell saltvannspåvirkning kan avklares.

### Vannkjemiske parametere

Prøvetakingspunktene Ref, N1, N2 og N3 kan benyttes til videre vannkjemisk prøvetaking, men det må presiseres ved prøvetaking hvor utslippet fra RST er til de ulike tider, noe som er avhengig av driften av kraftverket. Av videre overvåking anbefales det at TotN og TotP videreføres med de krav som er satt i vannforskriften, og at man under denne prøvetaking supplerer med målinger av  $KOF_{Mn}$  og STS. Disse målingene bør gjøres hver 14. dag, jamfør kravene for tiltaksrettet overvåking i elver (Direktoratsgruppa 2010).

Bedriftens utslipp av vannregionspesifikke stoffer og EUs prioriterte miljøgifter til vann var lave, og påslaget fra bedriften vil ikke kunne måles i vannforekomsten på grunn av fortykning. Da de målte konsentrasjoner i vann var betydelig lavere enn gitte EQS-verdier, og ingen økning i konsentrasjoner nedstrøms bedriften ble observert, anbefaler vi at disse målingene opphører, så fram det ikke gjøres endringer i produksjonsforholdene. Målinger av ledningsevne, pH og ortofosfat som ble foreslått i overvåkingsprogrammet anbefaler vi også at utgår. pH i vassdraget er godt dokumentert, og bedriftens utslipp har ingen påvirkning på pH. Ortofosfat benyttes ikke som en parameter i vannforskriften, og vi ser da liten hensikt å bruke denne, når TotP overvåkes. Ordinære målinger av ledningsevne vil ikke fange opp eventuelt innslag av kystvann, da dette mest sannsynlig vil opptre som en saltvannskile under ferskvannslaget. Dette anbefales overvåket ved utlegging av elektrode, som nevnt over, for å avklare eventuell påvirkning på særlig bunndyr. En slik elektrode må ligge på bunnen og bør logge data kontinuerlig gjennom året. Måling av ledningsevne på stasjonene Ref og N1 vil ikke være nødvendig, men det anbefales å legge ut en logger også på stasjon N2 som en referanse.

I forhold til valg av analysemetoder for TotN, TotP og  $KOF_{Mn}$  bør det velges metoder med lavere kvantifiseringsgrenser. Det anbefales også at KOF analyseres på Mn-metoden ( $KOF_{Mn}$ ) fremfor Cr-metoden ( $KOF_{Cr}$ ), da førstnevnte har definerte klassegrenser i henhold til vannforskriften. Dette bør avtales med det laboratoriet som utfører analysene.

### Generelt

På grunn av en misforståelse ble ikke stasjon N1 prøvetatt i 2015, da kraftverket var nede i flere måneder. Ved driftsstans ved Rygene Kraftverk er det ekstra viktig at det prøvetas ved stasjon N1, da utslippet til Nidelva går like oppstrøms dette prøvetakingspunktet. Også ellers er det viktig at dette punktet prøvetas, slik at eventuelle tilførsler fra sidevassdraget kan skilles fra utslippene ved RST.

For referansestasjonen for vannkjemi kan det vurderes å samarbeide med elvetilførselsprogrammet – RID, men da må RID-stasjonen ved Rygene flyttes oppstrøms kraftverket. For en framtidig referansestasjon for biologi kan det vurderes å samarbeide med kalkingsovervåkinga, men da må det opprettes/flyttes en

bunndyrstasjon nærmere RST, og taksabestemmelse for begroingsalger må utføres i henhold til vannforskriften.

### **6.3 Vurdering av mulige tiltak**

RST vurderer kontinuerlig utstyr som kan bedre kvaliteten på vannet som går fra anlegget og ut til sedimentasjonsbassenget. Utover dette anbefales det å gjennomføre minst ett år til med overvåking, og da i henhold til forslagene i avsnitt 6.2, før tiltak besluttes for å bedre tilstanden i denne vannforekomsten. Avstanden mellom dagens tilstand og målet om god tilstand kan da beregnes med større grad av sikkerhet, og bidraget fra RST kan brukes som utgangspunkt for planlegging av kostnadseffektive tiltak.

Det bør for øvrig bemerkes at den løste andelen av KOF og TotP er ca 87 %, så selv ved 100 % fjerning av STS vil KOF og TotP kun reduseres med ca 13 % (ref overvåkingsprogrammet).

## 7 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
- Direktoratsgruppa (2010). Veileder 02:2009. Overvåking av miljøtilstand i vann. Veileder for vannovervåking ikt. kravene i Vannforskriften.
- Direktoratsgruppa (2014). Veileder 01:2014. Sterkt modifiserte vannforekomster: Utpeking, fastsetting av miljømål og bruk av unntak.
- Direktoratsgruppa (2015). Veileder 02:2013 – revidert 2015: Klassifisering av miljøtilstand i vann: Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.
- Hawkes HA. (1998). Origin and development of the Biological Monitoring Working Party score system. *Water Res. Mar*; 32:964-968.
- NS-EN ISO 10870:2012-1. Vannundersøkelse. Veiledning i valg av prøvetakingsmetoder og utstyr til bentiske makroinvertebrater i ferskvann. Standard Norge.
- 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. Part 1: Rivers. JRC Scientific and Technical Reports EUR 23838 EN/1 136.
- Vannforskriften (2015). FOR-2006-12-15-1446. Forskrift om rammer for vannforvaltningen, [www.lovddata.no](http://www.lovddata.no)



## Vedlegg A. Foto biologiske prøvetakingslokaliteter

Foto av de biologiske prøvetakingsstasjonene N2 og N3 tatt under innsamling av begroingsalger og heterotrof begroing 7. oktober 2015. Foto: T.F. Moe/NIVA.





## Vedlegg B. Artsliste bunndyr

Taksaliste for bunnfauna i Nidelva ved Rygene-Smith & Thommesen AS 2. november 2015 og 15. april 2016, samt bunnsstrat ved stasjonene prøvetatt for bunndyr (størrelsesfordeling er observert i felt). Stasjonen N3\* i oversikten over substratforhold er beskrevet i **Tabell 7**.

		N2		N3	
		02.11.2015	15.4.2016	02.11.2015	15.4.2016
Bivalvia	<i>Sphaeriidae gen. sp.</i>			10	
Coleoptera	<i>Elmidae gen. sp. lv.</i>	1		10	
Diptera	<i>Ceratopogonidae gen. sp.</i>			10	1
Diptera	<i>Chironomidae gen. sp.</i>	28	162	44	140
Diptera	<i>Diptera gen. sp.</i>			1	
Diptera	<i>Simuliidae gen. sp.</i>	12	8	10	
Ephemeroptera	<i>Baetis rhodani</i>	12	3	2	2
Ephemeroptera	<i>Heptagenia fuscogrisea</i>	8		24	
Ephemeroptera	<i>Heptagenia sulphurea</i>	4			
Ephemeroptera	<i>Leptophlebiidae gen. sp.</i>			1	
Ephemeroptera	<i>Paraleptophlebia sp.</i>	1			
Gastropoda	<i>Lymnaeidae gen. sp.</i>			1	
Heteroptera	<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	1		6	
Hirudinea	<i>Erpobdella sp.</i>			1	
Hydrachnidia	<i>Hydrachnidia gen. sp.</i>			2	1
Oligochaeta	<i>Oligochaeta gen. sp.</i>	2		3	6
Plecoptera	<i>Amphinemura borealis</i>			2	
Plecoptera	<i>Brachyptera risi</i>	1	1	10	
Plecoptera	<i>Isoperla sp.</i>	1			
Plecoptera	<i>Leuctra sp.</i>		6	2	
Plecoptera	<i>Nemoura sp.</i>			1	
Plecoptera	<i>Protonemura meyeri</i>	2		6	
Plecoptera	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>			6	
Plecoptera	<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	14		16	
Trichoptera	<i>Hydropsyche siltalai</i>	2		4	
Trichoptera	<i>Hydropsyche sp.</i>	4	1	12	
Trichoptera	<i>Ithytrichia sp.</i>	3		10	8
Trichoptera	<i>Leptoceridae gen. sp.</i>			1	
Trichoptera	<i>Neureclipsis bimaculata</i>			2	
Trichoptera	<i>Rhyacophila sp.</i>	6		8	
	<b>Sum antall individer</b>	<b>102</b>	<b>181</b>	<b>205</b>	<b>158</b>
	<b>Sum antall arter/taksa</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>27</b>	<b>6</b>

Stasjon	Vassdrag	Blokk >512 mm	Stor stein 256-512 mm	Middelsstein 64-256 mm	Små stein 16-64 mm	Grus 2-64 mm	Sand 0.063-2 mm	Silt/leire <0.063 mm
N2	Nidelva	60 %	15 %	10 %	10 %	0 %	5 %	0 %
N3*	Nidelva	10 %	30 %	20 %	20 %	10 %	10 %	0 %
N3	Nidelva	60 %	30 %	10 %	0 %	0 %	0 %	0 %

## Vedlegg C. Artsliste begroingsalger og heterotrof begroing

Liste over registrerte begroingsalger og heterotrofe begroing fra stasjonene N2 og N3 ved Rygene-Smith & Thommesen AS den 7. oktober 2015. Mengden er angitt som prosent dekning for begroingselementer observert med det blotte øye i felt. Organismer som vokser på/blant disse og kun er observert i mikroskop er angitt ved: x=observert, xx=vanlig, xxx=hyppig.

Latinsk navn	N2	N3
<b>Cyanophyceae (Cyanobakterier)</b>		
<i>Calothrix spp.</i>	x	
<i>Heteroleibleinia spp.</i>	x	
<i>Homoeothrix grenet</i>		x
<i>Leptolyngbya spp.</i>	x	
<i>Phormidium corium</i>		x
<i>Phormidium spp.</i>		x
<i>Phormidium subfuscum</i>		x
<i>Stigonema mamillosum</i>	xx	x
<i>Tolypothrix tenuis</i>		x
Uidentifiserte trichale blågrønnalger	x	x
<b>Chlorophyceae (Grønnalger)</b>		
<i>Bulbochaete spp.</i>	x	
<i>Hormidium flaccidum</i>	2	x
<i>Mougeotia a (6 -12u)</i>	x	x
Uidentifiserte trådformede grønnalger		x
<i>Ulothrix tenuissima</i>	x	
<b>Bacillariophyceae (Kiselalger)</b>		
<i>Tabellaria flocculosa</i>	2	x

## Vedlegg D. Analyseresultater

Rådata vannkjemi analysert ved tre stasjoner i Nidelva ved Rygene-Smith & Thommesen AS 2015-2016. Vannkjemisk prøvetaking er utført av Rygene-Smith & Thommesen AS. Analyser er utført av Eurofins.

Stasjon	Dato	Utslippskomponenter		Fysisk-kjemiske støtteparametere		EUs prioriterte miljøgifter				Vannregionspesifikke stoffer				Andre parametere		
		KOF <sub>Cr</sub>	SS	TotP	TotN	Cd	Hg	Ni	Pb	As	Cr	Cu	Zn	pH	Løst P	TOC
		mg/L		mg/L		ug/L				ug/l					mg/L	
Ref	03.06.2015	<30	<2	0,0086	0,35	0,025	0,005	0,7	0,33	0,20	<0,5	3,0	10,0	6,7	0,0064	-
	08.07.2015	-	-	0,0070	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0069	-
	30.09.2015	<30	<1,5	0,0069	0,27	0,110	0,005	0,5	1,70	0,26	<0,5	2,2	5,8	6,5	0,0054	5,2
	25.11.2015	<30	<1,5	0,1100	0,62	0,032	0,007	0,5	0,20	0,20	<0,5	1,6	3,3	6,6	0,0085	4,8
	10.02.2016	<30	<1,5	0,0098	0,38	0,022	0,006	1,1	0,20	0,20	<0,5	0,6	5,2	6,3	0,0077	3,9
N2	03.06.2015	<30	2,0	0,0110	0,42	0,031	0,005	0,8	0,49	0,20	<0,5	2,1	8,7	6,3	0,0082	-
	08.07.2015	-	-	0,0070	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0057	-
	30.09.2015	<30	1,5	0,0074	0,24	0,062	0,005	0,5	1,30	0,32	<0,5	2,5	4,8	6,5	0,0063	5,1
	25.11.2015	<30	1,5	0,0100	0,27	0,033	0,006	0,5	0,28	0,20	<0,5	1,4	4,1	6,1	0,0079	5,4
	10.02.2016	<30	1,5	0,0086	0,29	0,050	0,010	1,2	0,20	0,20	<0,5	0,5	6,0	6,0	0,0079	3,7
N3	03.06.2015	<30	3,0	0,0110	0,38	0,025	0,005	0,5	0,48	0,20	<0,5	1,6	7,8	6,3	0,0084	-
	08.07.2015	-	-	0,0070	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0066	-
	30.09.2015	<30	1,5	0,0080	0,26	0,068	0,005	0,5	1,60	0,22	<0,5	1,7	5,6	6,3	0,0068	5,2
	25.11.2015	<30	2,3	0,0100	0,26	0,021	0,005	0,5	0,33	0,20	<0,5	1,2	3,8	6,0	0,0087	4,8
	10.02.2016	<30	5,7	0,0087	0,30	0,043	0,007	1,2	0,20	0,20	<0,5	0,5	5,8	6,0	0,0075	3,9

## Vedlegg E. Analyserapporter

Analyserapporter fra Eurofins. Ved en misforståelse trodde oppdragsgivers prøvetaker at stasjon Ref het N1. For å finne resultater for stasjonen Ref må man altså se på stasjonen kalt N1 i analyserapportene fra Eurofins. Stasjon N1 ble ikke prøvetatt og finnes derfor ikke i analyserapportene.



**eurofins**



Rygene Smith & Thommesen A/S  
Sandbergveien 3  
4821 RYKENE  
Attn: Peder Haugseng

**Eurofins Environment Testing Norway**

**AS (Kr.sand)**

F. reg. 965 141 618 MVA

Ægirsvei 10

NO-4632 Kristiansand

Tlf: +47 94 50 4277

Fax: +47 21 57 5207

**AR-15-MG-001486-01**



**EUNOKR-00013840**

Prøvemottak: 03.06.2015

Temperatur:

Analyseperiode: 03.06.2015-12.06.2015

Referanse: Avløp P1,N1,N2 og N3

juni 2015

### ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 434-2015-0603-046	Prøvetakingsdato: 03.06.2015				
Prøvetype: Avløpsvann	Prøvetaker: Peder H				
Prøvemerkning: P1	Analysesstartdato: 03.06.2015				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
b) Kvikksølv (Hg), oppsluttet	0.031	µg/l	0.005	20%	EN ISO 17852
b) Arsen (As), oppsluttet ICP-MS	0.52	µg/l	0.2	35%	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb), oppsluttet ICP-MS	2.9	µg/l	0.2	25%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd), oppsluttet ICP-MS	0.96	µg/l	0.01	25%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu), oppsluttet ICP-MS	18	µg/l	0.5	15%	NS EN ISO 17294-2
b) Krom (Cr), oppsluttet ICP-MS	2.3	µg/l	0.5	25%	NS EN ISO 17294-2
b) Nikkel (Ni), oppsluttet ICP-MS	2.7	µg/l	0.5	25%	NS EN ISO 17294-2
b) Sink (Zn), oppsluttet ICP-MS	260	µg/l	2	15%	NS EN ISO 17294-2
a) pH målt ved 23 +/- 2°C	4.6		1		NS-EN ISO 10523
a) Total Fosfor	3.9	mg/l	0.003	20%	NS EN ISO 15681-2
a) Total Fosfor, løst	3.8	mg/l	0.003	20%	NS EN ISO 15681-2
a) Total Nitrogen	7.0	mg/l	0.01	10%	NS 4743
a) Kjemisk oksygenforbruk (KOF <sub>Cr</sub> )	2000	mg/l	30	10%	Intern metode
Suspendert stoff	196	mg/l	2	15%	NS-EN 872

#### Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for del(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 3

AR-15-MG-001486-01



EUNOKR-00013840



Prøvenr.:	434-2015-0603-047	Prøvetakingsdato:	03.06.2015
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Peder H.
Prøvemerking:	N1	Analysestartdato:	03.06.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
b) Kvikksølv (Hg), oppsluttet	< 0.005	µg/l	0.005 EN ISO 17852
b) Arsen (As), oppsluttet ICP-MS	< 0.20	µg/l	0.2 NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb), oppsluttet ICP-MS	0.33	µg/l	0.2 35% NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd), oppsluttet ICP-MS	0.025	µg/l	0.01 35% NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu), oppsluttet ICP-MS	3.0	µg/l	0.5 15% NS EN ISO 17294-2
b) Krom (Cr), oppsluttet ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.5 NS EN ISO 17294-2
b) Nikkel (Ni), oppsluttet ICP-MS	0.70	µg/l	0.5 25% NS EN ISO 17294-2
b) Sink (Zn), oppsluttet ICP-MS	10	µg/l	2 15% NS EN ISO 17294-2
a) pH målt ved 23 +/- 2°C	6.7		1 NS-EN ISO 10523
a) Total Fosfor	0.0086	mg/l	0.003 40% NS EN ISO 15681-2
a) Total Fosfor, løst	0.0064	mg/l	0.003 40% NS EN ISO 15681-2
a) Total Nitrogen	0.35	mg/l	0.01 10% NS 4743
a) Kjemisk oksygenforbruk (KOFCr)	<30	mg/l	30 Intern metode
Suspendert stoff	<2	mg/l	2 NS-EN 872

Prøvenr.:	434-2015-0603-048	Prøvetakingsdato:	03.06.2015
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Peder H.
Prøvemerking:	N2	Analysestartdato:	03.06.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
b) Kvikksølv (Hg), oppsluttet	< 0.005	µg/l	0.005 EN ISO 17852
b) Arsen (As), oppsluttet ICP-MS	< 0.20	µg/l	0.2 NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb), oppsluttet ICP-MS	0.49	µg/l	0.2 35% NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd), oppsluttet ICP-MS	0.031	µg/l	0.01 35% NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu), oppsluttet ICP-MS	2.1	µg/l	0.5 15% NS EN ISO 17294-2
b) Krom (Cr), oppsluttet ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.5 NS EN ISO 17294-2
b) Nikkel (Ni), oppsluttet ICP-MS	0.80	µg/l	0.5 25% NS EN ISO 17294-2
b) Sink (Zn), oppsluttet ICP-MS	8.7	µg/l	2 20% NS EN ISO 17294-2
a) pH målt ved 23 +/- 2°C	6.3		1 NS-EN ISO 10523
a) Total Fosfor	0.011	mg/l	0.003 20% NS EN ISO 15681-2
a) Total Fosfor, løst	0.0082	mg/l	0.003 40% NS EN ISO 15681-2
a) Total Nitrogen	0.42	mg/l	0.01 10% NS 4743
a) Kjemisk oksygenforbruk (KOFCr)	<30	mg/l	30 Intern metode
Suspendert stoff	<2	mg/l	2 NS-EN 872

Teqnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet  
 < Mindre enn > Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 2 av 3

AR-15-MG-001486-01



EUNOKR-00013840



Prøvenr.:	434-2015-0603-049	Prøvetakingsdato:	03.06.2015	
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Peder H.	
Prøvemerking:	N3	Analysestartdato:	03.06.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
b) Kvikksølv (Hg), oppsluttet	< 0.005	µg/l	0.005	EN ISO 17852
b) Arsen (As), oppsluttet ICP-MS	< 0.20	µg/l	0.2	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb), oppsluttet ICP-MS	0.48	µg/l	0.2 35%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd), oppsluttet ICP-MS	0.025	µg/l	0.01 35%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu), oppsluttet ICP-MS	1.6	µg/l	0.5 20%	NS EN ISO 17294-2
b) Krom (Cr), oppsluttet ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.5	NS EN ISO 17294-2
b) Nikkel (Ni), oppsluttet ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.5	NS EN ISO 17294-2
b) Sink (Zn), oppsluttet ICP-MS	7.8	µg/l	2 20%	NS EN ISO 17294-2
a) pH målt ved 23 +/- 2°C	6.3		1	NS-EN ISO 10523
a) Total Fosfor	0.011	mg/l	0.003 20%	NS EN ISO 15681-2
a) Total Fosfor, løst	0.0084	mg/l	0.003 40%	NS EN ISO 15681-2
a) Total Nitrogen	0.38	mg/l	0.01 10%	NS 4743
a) Kjemisk oksygenforbruk (KOF <sub>Cr</sub> )	<30	mg/l	30	Intern metode
Suspendert stoff	3.0	mg/l	2 15%	NS-EN 872

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

- a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss  
 b) ISO/IEC 17025 SWEDAC 1125, Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping

Kristiansand 12.06.2015

*Nermina Trnka*

-----  
 Nermina Trnka  
 Kjemiker

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 3 av 3





euofins



Eurofins Environment Testing Norway  
AS (Kr.sand)  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Ægirsvei 10  
NO-4632 Kristiansand

Tlf: +47 94 50 4277  
Fax: +47 21 57 5207

Rygene Smith & Thommesen A/S  
Sandbergveien 3  
4821 RYKENE  
Attn: Peder Haugseng

AR-15-MG-001905-01



EUNOKR-00014344

Prøvemottak: 09.07.2015  
Temperatur:  
Analyseperiode: 09.07.2015-13.07.2015  
Referanse: Avløp N1, N2, N3 uke  
28-2015

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.: 434-2015-0709-025	Prøvetakingsdato: 08.07.2015				
Prøvetype: Avløpsvann	Prøvetaker: Peder Haugseng				
Prøvemerking: N1	Analysedato: 09.07.2015				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Total Fosfor	0.0070	mg/l	0.003	40%	NS EN ISO 15681-2
a) Total Fosfor, løst	0.0069	mg/l	0.003	40%	NS EN ISO 15681-2

Prøvenr.: 434-2015-0709-026	Prøvetakingsdato: 08.07.2015				
Prøvetype: Avløpsvann	Prøvetaker: Peder Haugseng				
Prøvemerking: N2	Analysedato: 09.07.2015				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Total Fosfor	0.0070	mg/l	0.003	40%	NS EN ISO 15681-2
a) Total Fosfor, løst	0.0057	mg/l	0.003	40%	NS EN ISO 15681-2

Prøvenr.: 434-2015-0709-027	Prøvetakingsdato: 08.07.2015				
Prøvetype: Avløpsvann	Prøvetaker: Peder Haugseng				
Prøvemerking: N3	Analysedato: 09.07.2015				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Total Fosfor	0.0070	mg/l	0.003	40%	NS EN ISO 15681-2
a) Total Fosfor, løst	0.0066	mg/l	0.003	40%	NS EN ISO 15681-2

### Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss

Kristiansand 13.07.2015

Stephen John Sayfritz  
Avdelingsleder

### Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet  
< Mindre enn > Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 1



Rygene Smith & Thommesen A/S  
Sandbergveien 3  
4821 RYKENE  
Attn: Peder Haugseng

Eurofins Environment Testing Norway  
AS (Kr.sand)  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Ægirsvei 10  
NO-4632 Kristiansand

Tlf: +47 94 50 4277  
Fax: +47 21 57 5207

AR-15-MG-002890-01



EUNOKR-00015370

Prøvemottak: 30.09.2015  
Temperatur:  
Analyseperiode: 30.09.2015-09.10.2015  
Referanse: Rygene 30/09/15

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	434-2015-0930-141	Prøvetakingsdato:	30.09.2015	
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerking:	N1	Analysesstartdato:	30.09.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
b) Kvikksølv (Hg), oppsluttet	< 0.005	µg/l	0.005	EN ISO 17852
b) Arsen (As), oppsluttet ICP-MS	0.26	µg/l	0.2 35%	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb), oppsluttet ICP-MS	1.7	µg/l	0.2 35%	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd), oppsluttet ICP-MS	0.11	µg/l	0.01 35%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu), oppsluttet ICP-MS	2.2	µg/l	0.5 15%	NS EN ISO 17294-2
b) Krom (Cr), oppsluttet ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.5	NS EN ISO 17294-2
b) Nikkel (Ni), oppsluttet ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.5	NS EN ISO 17294-2
b) Sink (Zn), oppsluttet ICP-MS	5.8	µg/l	2 20%	NS EN ISO 17294-2
a) pH målt ved 23 +/- 2°C	6.5		1	NS-EN ISO 10523
a) Suspendert stoff	<1.5	mg/l	1.5	Intern metode
a) Total Fosfor	0.0069	mg/l	0.003 40%	NS EN ISO 15681-2
a) Total Fosfor, løst	0.0054	mg/l	0.003 40%	NS EN ISO 15681-2
a) Total Nitrogen	0.27	mg/l	0.01 10%	NS 4743
a) Total organisk karbon (TOC/NPOC)	5.2	mg/l	0.5 20%	NS EN 1484
a) Kjemisk oksygenforbruk (KOF <sub>Cr</sub> )	<30	mg/l	30	Intern metode

### Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 3

AR-15-MG-002890-01



EUNOKR-00015370



Prøvenr.:	434-2015-0930-142	Prøvetakingsdato:	30.09.2015
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	N2	Analysedato:	30.09.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
b) Kvikksølv (Hg), oppløst	< 0.005	µg/l	0.005 EN ISO 17852
b) Arsen (As), oppløst ICP-MS	0.32	µg/l	0.2 35% NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb), oppløst ICP-MS	1.3	µg/l	0.2 35% NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd), oppløst ICP-MS	0.062	µg/l	0.01 35% NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu), oppløst ICP-MS	2.5	µg/l	0.5 15% NS EN ISO 17294-2
b) Krom (Cr), oppløst ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.5 NS EN ISO 17294-2
b) Nikkel (Ni), oppløst ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.5 NS EN ISO 17294-2
b) Sink (Zn), oppløst ICP-MS	4.8	µg/l	2 20% NS EN ISO 17294-2
a) pH målt ved 23 +/- 2°C	6.2		1 NS-EN ISO 10523
a) Suspendert stoff	<1.5	mg/l	1.5 Intern metode
a) Total Fosfor	0.0074	mg/l	0.003 40% NS EN ISO 15681-2
a) Total Fosfor, løst	0.0063	mg/l	0.003 40% NS EN ISO 15681-2
a) Total Nitrogen	0.24	mg/l	0.01 10% NS 4743
a) Total organisk karbon (TOC/NPOC)	5.1	mg/l	0.5 20% NS EN 1484
a) Kjemisk oksygenforbruk (KOFCr)	<30	mg/l	30 Intern metode

Prøvenr.:	434-2015-0930-143	Prøvetakingsdato:	30.09.2015
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	N3	Analysedato:	30.09.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
b) Kvikksølv (Hg), oppløst	< 0.005	µg/l	0.005 EN ISO 17852
b) Arsen (As), oppløst ICP-MS	0.22	µg/l	0.2 35% NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb), oppløst ICP-MS	1.6	µg/l	0.2 35% NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd), oppløst ICP-MS	0.068	µg/l	0.01 35% NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu), oppløst ICP-MS	1.7	µg/l	0.5 20% NS EN ISO 17294-2
b) Krom (Cr), oppløst ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.5 NS EN ISO 17294-2
b) Nikkel (Ni), oppløst ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.5 NS EN ISO 17294-2
b) Sink (Zn), oppløst ICP-MS	5.6	µg/l	2 20% NS EN ISO 17294-2
a) pH målt ved 23 +/- 2°C	6.3		1 NS-EN ISO 10523
a) Suspendert stoff	<1.5	mg/l	1.5 Intern metode
a) Total Fosfor	0.0080	mg/l	0.003 40% NS EN ISO 15681-2
a) Total Fosfor, løst	0.0068	mg/l	0.003 40% NS EN ISO 15681-2
a) Total Nitrogen	0.26	mg/l	0.01 10% NS 4743
a) Total organisk karbon (TOC/NPOC)	5.2	mg/l	0.5 20% NS EN 1484
a) Kjemisk oksygenforbruk (KOFCr)	<30	mg/l	30 Intern metode

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

- a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss  
 b) ISO/IEC 17025 SWEDAC 1125, Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping

**Teqnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet  
 < Mindre enn > Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 2 av 3



Kristiansand 09.10.2015

AR-15-MG-002890-01



EUNOKR-00015370

-----  
Nermina Trnka

Kjemiker

---

Tecnifordanning

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet

Rapporten må ikke gjenås, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkennelse. Resultatene gjelder kun for def(n) undersøkte prøven(e)

Side 3 av 3



Rygene Smith & Thommesen A/S  
Sandbergveien 3  
4821 RYKENE  
Attn: Peder Haugseng

Eurofins Environment Testing Norway  
AS (Kr.sand)  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Ægirsvei 10  
NO-4632 Kristiansand

Tlf: +47 94 50 4277  
Fax: +47 21 57 5207

AR-15-MG-003641-01



EUNOKR-00016184

Prøvemottak: 25.11.2015  
Temperatur:  
Analyseperiode: 25.11.2015-02.12.2015  
Referanse: Rygene 25.11.2015

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	434-2015-1125-133	Prøvetakingsdato:	25.11.2015	
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Kunden selv	
Prøvemerkning:	N 1	Analysesstartdato:	25.11.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
b) Kvikksølv (Hg), oppsluttet	0.007	µg/l	0.005 20%	EN ISO 17852
b) Arsen (As), oppsluttet ICP-MS	< 0.20	µg/l	0.2	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb), oppsluttet ICP-MS	< 0.20	µg/l	0.2	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd), oppsluttet ICP-MS	0.032	µg/l	0.01 35%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu), oppsluttet ICP-MS	1.6	µg/l	0.5 20%	NS EN ISO 17294-2
b) Krom (Cr), oppsluttet ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.5	NS EN ISO 17294-2
b) Nikkel (Ni), oppsluttet ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.5	NS EN ISO 17294-2
b) Sink (Zn), oppsluttet ICP-MS	3.3	µg/l	2 20%	NS EN ISO 17294-2
a) pH målt ved 23 +/- 2°C	6.6		1	NS-EN ISO 10523
a)* Suspendert stoff	<1.5	mg/l	1.5	Intern metode
a) Total Fosfor	0.011	mg/l	0.003 20%	NS EN ISO 15681-2
a) Total Fosfor, løst	0.0085	mg/l	0.003 40%	NS EN ISO 15681-2
a) Total Nitrogen	0.62	mg/l	0.01 10%	NS 4743
a) Total organisk karbon (TOC/NPOC)	4.8	mg/l	0.5 20%	NS EN 1484
a) Kjemisk oksygenforbruk (KOF <sub>Cr</sub> )	<30	mg/l	30	Intern metode

### Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 3

AR-15-MG-003641-01



EUNOKR-00016184



Prøvenr.:	434-2015-1125-134	Prøvetakingsdato:	25.11.2015
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Kunden selv
Prøvemerkning:	N 2	Analysedato:	25.11.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
b) Kvikksølv (Hg), oppløst	0.006	µg/l	0.005 20% EN ISO 17852
b) Arsen (As), oppløst ICP-MS	< 0.20	µg/l	0.2 NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb), oppløst ICP-MS	0.28	µg/l	0.2 35% NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd), oppløst ICP-MS	0.033	µg/l	0.01 35% NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu), oppløst ICP-MS	1.4	µg/l	0.5 20% NS EN ISO 17294-2
b) Krom (Cr), oppløst ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.5 NS EN ISO 17294-2
b) Nikkel (Ni), oppløst ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.5 NS EN ISO 17294-2
b) Sink (Zn), oppløst ICP-MS	4.1	µg/l	2 20% NS EN ISO 17294-2
a) pH målt ved 23 +/- 2°C	6.1		1 NS-EN ISO 10523
a)* Suspendert stoff	<1.5	mg/l	1.5 Intern metode
a) Total Fosfor	0.010	mg/l	0.003 20% NS EN ISO 15681-2
a) Total Fosfor, løst	0.0079	mg/l	0.003 40% NS EN ISO 15681-2
a) Total Nitrogen	0.27	mg/l	0.01 10% NS 4743
a) Total organisk karbon (TOC/NPOC)	5.4	mg/l	0.5 20% NS EN 1484
a) Kjemisk oksygenforbruk (KOFCr)	<30	mg/l	30 Intern metode

Prøvenr.:	434-2015-1125-135	Prøvetakingsdato:	25.11.2015
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Kunden selv
Prøvemerkning:	N 3	Analysedato:	25.11.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
b) Kvikksølv (Hg), oppløst	< 0.005	µg/l	0.005 EN ISO 17852
b) Arsen (As), oppløst ICP-MS	< 0.20	µg/l	0.2 NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb), oppløst ICP-MS	0.33	µg/l	0.2 35% NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd), oppløst ICP-MS	0.021	µg/l	0.01 35% NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu), oppløst ICP-MS	1.2	µg/l	0.5 20% NS EN ISO 17294-2
b) Krom (Cr), oppløst ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.5 NS EN ISO 17294-2
b) Nikkel (Ni), oppløst ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.5 NS EN ISO 17294-2
b) Sink (Zn), oppløst ICP-MS	3.8	µg/l	2 20% NS EN ISO 17294-2
a) pH målt ved 23 +/- 2°C	6.0		1 NS-EN ISO 10523
a)* Suspendert stoff	2.3	mg/l	1.5 15% Intern metode
a) Total Fosfor	0.010	mg/l	0.003 20% NS EN ISO 15681-2
a) Total Fosfor, løst	0.0087	mg/l	0.003 40% NS EN ISO 15681-2
a) Total Nitrogen	0.26	mg/l	0.01 10% NS 4743
a) Total organisk karbon (TOC/NPOC)	4.8	mg/l	0.5 20% NS EN 1484
a) Kjemisk oksygenforbruk (KOFCr)	<30	mg/l	30 Intern metode

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

- a)\* Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss  
a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss  
b) ISO/IEC 17025 SWEDAC 1125, Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping

**Teqnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet  
< Mindre enn > Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 2 av 3





Kristiansand 02.12.2015

AR-15-MG-003641-01



EUNOKR-00016184

-----  
Nermina Trnka

Teknisk leder uorganisk kjemi/ ASM

---

Tecnfordanno

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOD: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet

Rapporten må ikke gjenås, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkennelse. Resultatene gjelder kun for def(n) undersøkte prøven(e)

Side 3 av 3



Rygene Smith & Thommesen A/S  
Sandbergveien 3  
4821 RYKENE  
Attn: Peder Haugseng

Eurofins Environment Testing Norway  
AS (Kr.sand)  
F. reg. 965 141 618 MVA  
Ægirsvei 10  
NO-4632 Kristiansand

Tlf: +47 94 50 4277  
Fax: +47 21 57 5207

AR-16-MG-000432-01



EUNOKR-00017082

Prøvemottak: 10.02.2016  
Temperatur:  
Analyseperiode: 10.02.2016-17.02.2016  
Referanse: Rygene 10.02.2016

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	434-2016-0210-037	Prøvetakingsdato:	10.02.2016
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Kunden
Prøvemerkning:	N1	Analysesstartdato:	10.02.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
b) Kvikksølv (Hg), oppsluttet	0.006	µg/l	0.005 20% EN ISO 17852
b) Arsen (As), oppsluttet ICP-MS	< 0.20	µg/l	0.2 NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb), oppsluttet ICP-MS	< 0.20	µg/l	0.2 NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd), oppsluttet ICP-MS	0.022	µg/l	0.01 35% NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu), oppsluttet ICP-MS	0.55	µg/l	0.5 20% NS EN ISO 17294-2
b) Krom (Cr), oppsluttet ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.5 NS EN ISO 17294-2
b) Nikkel (Ni), oppsluttet ICP-MS	1.1	µg/l	0.5 25% NS EN ISO 17294-2
b) Sink (Zn), oppsluttet ICP-MS	5.2	µg/l	2 20% NS EN ISO 17294-2
a) pH målt ved 23 +/- 2°C	6.3		1 NS-EN ISO 10523
a)* Suspendert stoff	<1.5	mg/l	1.5 Intern metode
a) Total Fosfor	0.0098	mg/l	0.003 40% NS EN ISO 15681-2
a) Total Fosfor, løst	0.0077	mg/l	0.003 40% NS EN ISO 15681-2
a) Total Nitrogen	0.38	mg/l	0.01 10% NS 4743
a) Total organisk karbon (TOC/NPOC)	3.9	mg/l	0.5 30% NS EN 1484
a) Kjemisk oksygenforbruk (KOF <sub>Cr</sub> )	<30	mg/l	30 Intern metode

### Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og dekningsfaktor fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 3

AR-16-MG-000432-01



EUNOKR-00017082



Prøvenr.:	434-2016-0210-038	Prøvetakingsdato:	10.02.2016	
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Kunden	
Prøvemerkning:	N2	Analysestartdato:	10.02.2016	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
b) Kvikksølv (Hg), oppløst	0.010	µg/l	0.005 20%	EN ISO 17852
b) Arsen (As), oppløst ICP-MS	< 0.20	µg/l	0.2	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb), oppløst ICP-MS	< 0.20	µg/l	0.2	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd), oppløst ICP-MS	0.050	µg/l	0.01 35%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu), oppløst ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.5	NS EN ISO 17294-2
b) Krom (Cr), oppløst ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.5	NS EN ISO 17294-2
b) Nikkel (Ni), oppløst ICP-MS	1.2	µg/l	0.5 25%	NS EN ISO 17294-2
b) Sink (Zn), oppløst ICP-MS	6.0	µg/l	2 20%	NS EN ISO 17294-2
a) pH målt ved 23 +/- 2°C	6.0		1	NS-EN ISO 10523
a)* Suspendert stoff	<1.5	mg/l	1.5	Intern metode
a) Total Fosfor	0.0086	mg/l	0.003 40%	NS EN ISO 15681-2
a) Total Fosfor, løst	0.0079	mg/l	0.003 40%	NS EN ISO 15681-2
a) Total Nitrogen	0.29	mg/l	0.01 10%	NS 4743
a) Total organisk karbon (TOC/NPOC)	3.7	mg/l	0.5 30%	NS EN 1484
a) Kjemisk oksygenforbruk (KOF <sub>Cr</sub> )	<30	mg/l	30	Intern metode

Prøvenr.:	434-2016-0210-039	Prøvetakingsdato:	10.02.2016	
Prøvetype:	Avløpsvann	Prøvetaker:	Kunden	
Prøvemerkning:	N3	Analysestartdato:	10.02.2016	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
b) Kvikksølv (Hg), oppløst	0.007	µg/l	0.005 20%	EN ISO 17852
b) Arsen (As), oppløst ICP-MS	< 0.20	µg/l	0.2	NS EN ISO 17294-2
b) Bly (Pb), oppløst ICP-MS	< 0.20	µg/l	0.2	NS EN ISO 17294-2
b) Kadmium (Cd), oppløst ICP-MS	0.043	µg/l	0.01 35%	NS EN ISO 17294-2
b) Kobber (Cu), oppløst ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.5	NS EN ISO 17294-2
b) Krom (Cr), oppløst ICP-MS	< 0.50	µg/l	0.5	NS EN ISO 17294-2
b) Nikkel (Ni), oppløst ICP-MS	1.2	µg/l	0.5 25%	NS EN ISO 17294-2
b) Sink (Zn), oppløst ICP-MS	5.8	µg/l	2 20%	NS EN ISO 17294-2
a) pH målt ved 23 +/- 2°C	6.0		1	NS-EN ISO 10523
a)* Suspendert stoff	5.7	mg/l	1.5 15%	Intern metode
a) Total Fosfor	0.0087	mg/l	0.003 40%	NS EN ISO 15681-2
a) Total Fosfor, løst	0.0075	mg/l	0.003 40%	NS EN ISO 15681-2
a) Total Nitrogen	0.30	mg/l	0.01 10%	NS 4743
a) Total organisk karbon (TOC/NPOC)	3.9	mg/l	0.5 30%	NS EN 1484
a) Kjemisk oksygenforbruk (KOF <sub>Cr</sub> )	<30	mg/l	30	Intern metode

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

- a)\* Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss  
a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss  
b) ISO/IEC 17025 SWEDAC 1125, Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), Box 887, Sjötagsg. 3, SE-53119, Lidköping

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet  
< Mindre enn > Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og dekningsfaktor fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 2 av 3



Kristiansand 17.02.2016

AR-16-MG-000432-01



EUNOKR-00017082

-----  
Nermina Trnka

Teknisk leder uorganisk kjemi/ ASM

---

Tecnfordanno

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og dekningsfaktor fås ved henvendelse til laboratoriet.  
Rapporten må ikke gjenais, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkennelse. Resultatene gjelder kun for def(n) undersøkte prøven(e)

Side 3 av 3

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)