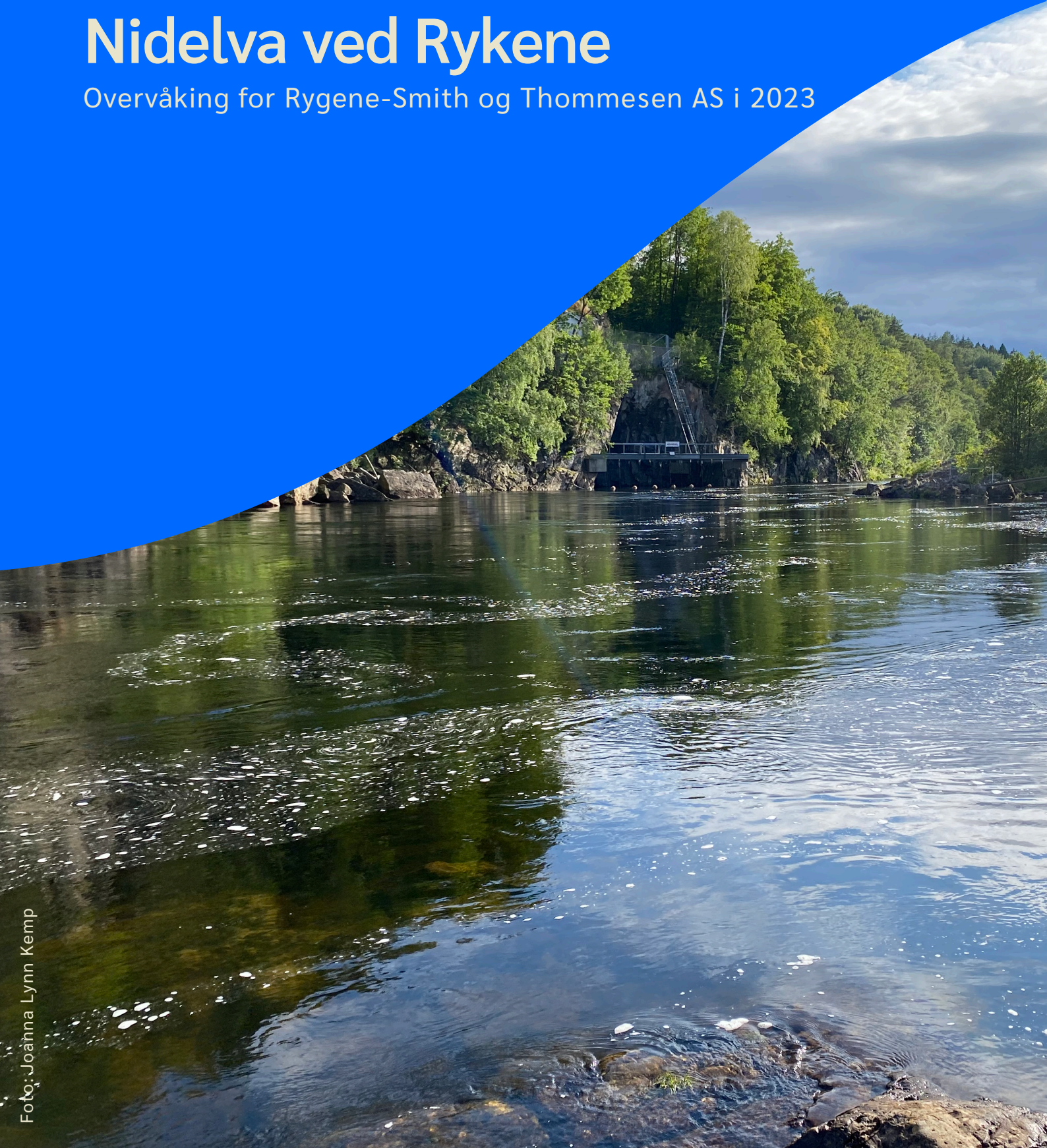


7946-2024

# Tiltaksrettet overvåking i Nidelva ved Rykene

Overvåking for Rygene-Smith og Thommesen AS i 2023



# Rapport

Løpenummer: 7946-2024

ISBN 978-82-577-7682-4  
NIVA-rapport  
ISSN 1894-7948

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

Jan-Erik Thrane  
Prosjektleder/  
Hovedforfatter

Maia Røst Kile  
Kvalitetssikrer

Åse Åtland  
Forskningsdirektør

© Norsk institutt for vannforskning.  
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse.

[www.niva.no](http://www.niva.no)

## Norsk institutt for vannforskning

<b>Tittel norsk/engelsk</b>	<b>Sider</b>	<b>Dato</b>
Tiltaksrettet overvåking i Nidelva ved Rykene. Overvåking for Rygene-Smith og Thommesen i 2023. Operational monitoring of Nidelva at Rykene. Monitoring for Rygene-Smith and Thommesen in 2023.	18 + vedlegg	23.02.2024
<b>Forfatter(e)</b>	<b>Fagområde</b>	<b>Distribusjon</b>
Jan-Erik Thrane & Joanna Lynn Kemp	Overvåking	Åpen
<b>Oppdragsgiver(e)</b>	<b>Kontaktperson hos oppdragsgiver</b>	
Rygene-Smith og Thommesen	Elisabeth Berli	

**Utgitt av NIVA**  
Prosjektnummer 220151

### Sammendrag

Rapporten omhandler resultatene fra den tiltaksrettede overvåkingen i Nidelva ved Rykene i Arendal kommune i 2023 på oppdrag fra Rygene-Smith og Thommesen AS. Hensikten med overvåkingen var å vurdere effektene av bedriftens utslipp av næringsalter og organisk stoff på økologisk tilstand i resipienten.

**Emneord:** Overvåking, eutrofiering, organisk belastning, Nidelva  
**Keywords:** Monitoring, eutrophication, organic pollution, Nidelva



# Innholdsfortegnelse

Forord	4
Sammendrag	5
1 Introduksjon	6
1.1 Bakgrunnsinformasjon om bedriften og utslipp til Nidelva	6
1.2 Om de berørte vannforekomstene og aktuelle påvirkninger	9
1.3 Tidligere undersøkelser	10
1.4 Nåværende overvåkingsprogram og hensikt	10
2 Materialer og metode	11
2.1 Stasjonsplasseringer	11
2.2 Prøvetaking, analysemetoder og klassifisering av økologisk tilstand	11
3 Resultater og diskusjon	13
3.1 Vannføring og utslippspunkter i 2023	13
3.2 Fysisk-kjemiske støtteparametere	14
3.3 Begroingsalger og heterotrof begroing	15
3.4 Samlet økologisk tilstand	16
3.5 Sammenlikning med tidligere overvåking	17
Konklusjon	17
4 Referanser	18
5 Vedlegg	19

# Forord

Rygene-Smith og Thommesen (RST) AS er pålagt av Miljødirektoratet å overvåke effektene av bedriftens utslipp i Nidelva ved Rykene. Førrige overvåking ble gjennomført av NIVA i 2017. I 2019 vedtok Miljødirektoratet at videre overvåking skulle gjennomføres hvert sjette år, med første overvåking i 2023. Høsten 2022 utarbeidet NIVA et revidert overvåkingsprogram for RST som ble godkjent av Miljødirektoratet i januar 2023. NIVA fikk deretter i oppdrag å gjennomføre selve overvåkingen i 2023.

Prøvetaking av begroingsalger og heterotrof begroing ble gjennomført av Joanna Lynn Kemp og Maia Røst Kile v/NIVA, med feltassistanse fra personell i RST. Bedriften selv sto for vannprøvetaking på tre stasjoner to ganger i måneden gjennom hele 2023. Vannprøvene ble analysert hos Eurofins og resultatene oversendt NIVA ved årets slutt. Vannføringsdata ble innhentet av RST fra Agder Energi.

Analyser og indeksberegninger for begroing er gjennomført av Joanna Lynn Kemp. Rapportering av primærdata til Vannmiljø er gjennomført av Benno Dillinger v/ NIVA.

Jan-Erik Thrane har vært NIVAs prosjektleder og sammenstilt rapporten. Rapporten er kvalitetssikret av Maia Røst Kile. Kontaktperson hos RST har vært Elisabeth Berli.

Vi takker for et godt og ryddig samarbeid!

Oslo, 23 februar 2024

*Jan-Erik Thrane*

## Sammendrag

I forbindelse med produksjon av tremasse har Rygene-Smith og Thommesen AS utslipp av avløpsvann til Nidelva ved Rykene i Arendal kommune. Utslippene gjøres normalt gjennom kraftverkstunellen fra Rygene kraftverk som munner ut ved Helle, og omfatter i hovedsak organisk stoff, nitrogen og fosfor. I henhold til gjeldende utslippstillatelse er bedriften pålagt av Miljødirektoratet å overvåke resipienten hvert sjette år for å sikre at utslippene ikke påvirker den økologiske tilstanden i resipienten negativt.

I 2023 ble det gjennomført overvåking av begroingsalger (eutrofieringsindeksen PIT) og heterotrof begroing (HBI2 indeks) for å vurdere økologisk tilstand med hensyn til hhv. eutrofiering og organisk belastning. I tillegg ble det tatt vannprøver hver andre uke, til sammen 24 prøver, for vurdering av næringssaltkonsentrasjoner (totalfosfor og totalnitrogen) og andre fysisk-kjemiske variabler med relevans for utslippene av organisk stoff ( $KOF_{Mn}$ , TOC, STS og fargetall). Det ble tatt prøver i tre områder/stasjoner; ett referanseområde oppstrøms for bedriften, én stasjon nedstrøms for utslippet gjennom kraftverkstunellen og én stasjon på minstevannføringsstrekningen mellom inntak og utløp fra kraftverket.

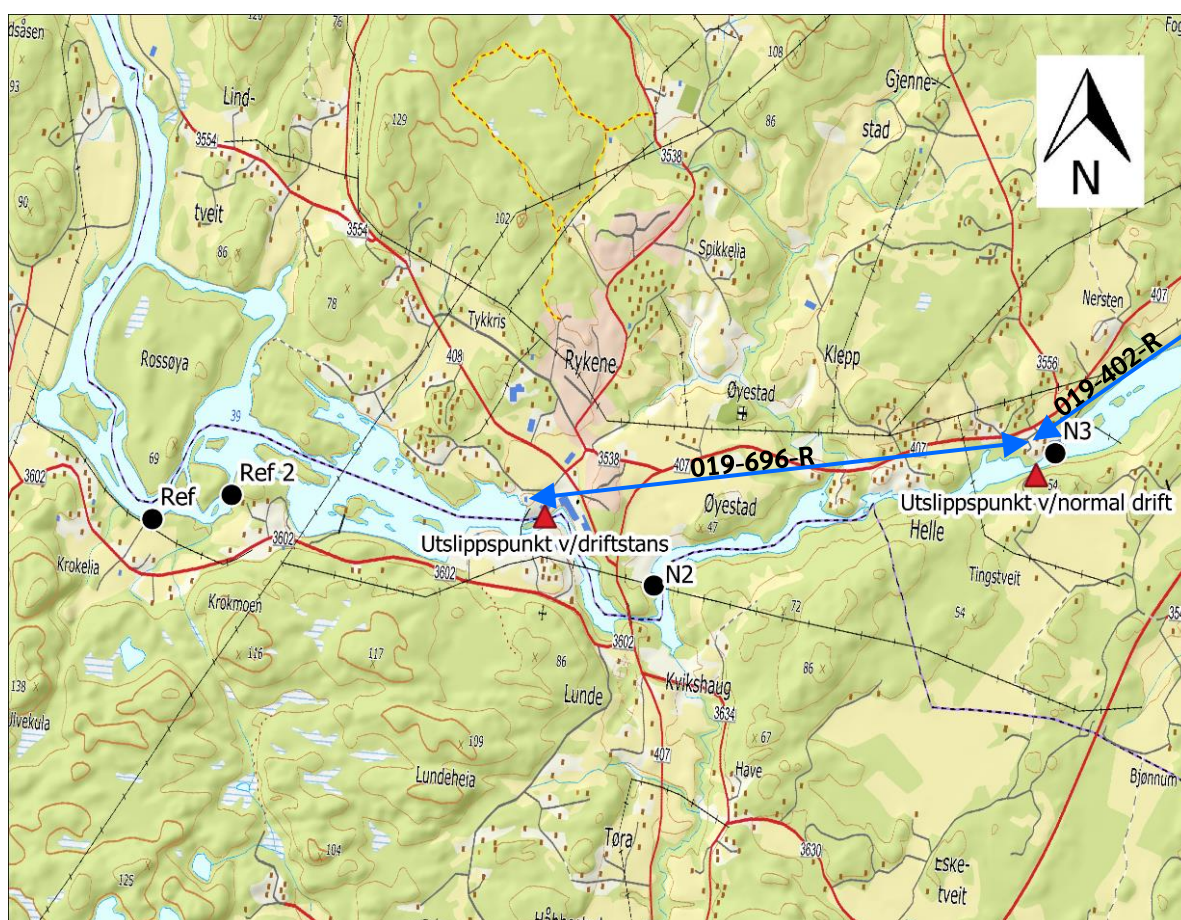
Resultatene indikerte samlet sett *god* økologisk tilstand med hensyn til eutrofiering og organisk belastning på alle undersøkte stasjoner, inkludert stasjonen nedstrøms for utslippet. Det var generelt liten forskjell i normalisert EQR (nEQR) for de ulike biologiske indeksene mellom de ulike stasjonene, og ingen signifikante forskjeller i konsentrasjoner av fysisk-kjemiske støtteparametere (totalfosfor og totalnitrogen) mellom referansestasjonen og stasjonen nedstrøms for utslippet. Det var dermed ingen målbar negativ effekt av utslippene på økologisk tilstand i resipienten.

Parameterne  $KOF_{Mn}$ , TOC og STS inngår ikke i vurdering av økologisk tilstand iht. vannforskriften, men forhøyede konsentrasjoner av disse stoffene nedstrøms for utslippet kan være tegn på påvirkning. Målingene i 2023 viste imidlertid ingen signifikant økning nedstrøms utslippet, og støtter dermed konklusjonen om ingen målbar påvirkning fra bedriften.

# 1 Introduksjon

## 1.1 Bakgrunnsinformasjon om bedriften og utslipp til Nidelva

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 (**Figur 1**). Avløpsvannet fra produksjonsprosessen blir etter rensing ledet via utløpstunellen fra Rygene kraftverk, som munner ut på grensen mellom vannforekomst 019-696-R (Nidelva inntak - utløp Rygene kraftverk) og vannforekomst 019-402-R (Nidelva (utløp Hølen)). Begge er definert som sterkt modifiserte vannforekomster (SMVF).



### Tegnforklaring:

- ▲ Utslippspunkt industri
- Prøvetaking

Topografisk norgeskart 4

0 1 km

**NIVA**  
Norsk institutt for vannforskning

**Figur 1.** Lokalisering av utslippspunkter og prøvetakingsstasjoner i Nidelva ved Rygene-Smith & Thommesen AS. Det østlige utslippspunktet benyttes ved normal drift. I perioder med driftsstans ved Rykene Kraftverk går produksjonsvannet ut ved det vestlige utslippspunktet. De to vannforekomstene som berøres av utslippet er markert med blå piler og vannforekomst-ID iht. vann-nett. Kartkilde: Norgeskart.

RST produserer tremasse gjennom en kjemi-termomekanisk prosess, og årlig produseres ca. 35.000 tonn kjemi-termomekanisk masse (CTMP-masse). Tremassen 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 transporteres til anlegget med trailer. Etter en vaskeprosess blir flisen malt slik at fibrene frigjøres. Det tilsettes noe lut (NaOH) og natriumbisulfitt (NaHSO<sub>3</sub>, ca 40% løsning) like før maleprosessen. Det benyttes ca. 100 tonn bisulfitt pr. år. I perioder blir fibrene tilsatt natriumditionitt (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, 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 renseprosess 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 utslippet og hovedstrømmen møtes i en innblandingssone. Tunnelen munner ut i Nidelva ved Helle («Utslippspunkt v/normal drift» i **Figur 1**).

Det er minstevannføringsstrekning fra Rygene Kraftverk til utslippet ved Helle (vannforekomst 019-696-R), 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 selve bedriften («Utslippspunkt v/driftstans» i **Figur 1**). Da går alt vannet gjennom demningen, og vannføringen på strekningen ligger da i gjennomsnitt på ca. 140 m<sup>3</sup>/sek. Det forventes at vannføringen på strekningen mellom RST og Helle ikke vil ligge under 40 m<sup>3</sup>/sek i perioder med driftstans. Ytterligere beskrivelser av vannføring er gitt i rapportene fra overvåkingen i 2015/16 (Moe m.fl. 2016) og 2017 (Thrane m.fl. 2018).

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 fortykning i perioder med høy vannføring (basert på tall og beregninger fra det opprinnelige 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 (måles som kjemisk oksygenforbruk, KOF), partikler (måles som suspendert tørrstoff, STS) og næringssalter (måles som totalfosfor (Tot-P) og totalnitrogen (Tot-N)).

I utslippene fra RST er det også noe tungmetaller (se **Vedleggstabell 1**) forbundet med naturlig innhold i råvaren celluloseflis fra gran og furu.

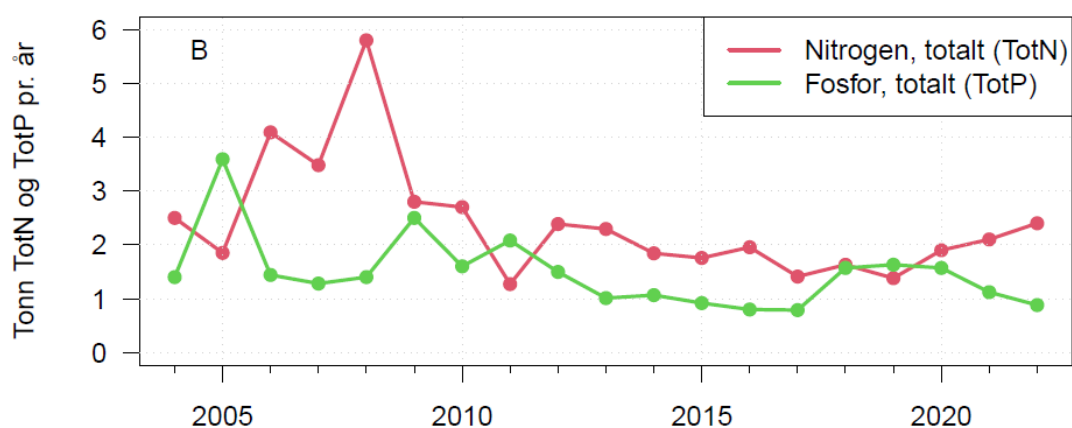
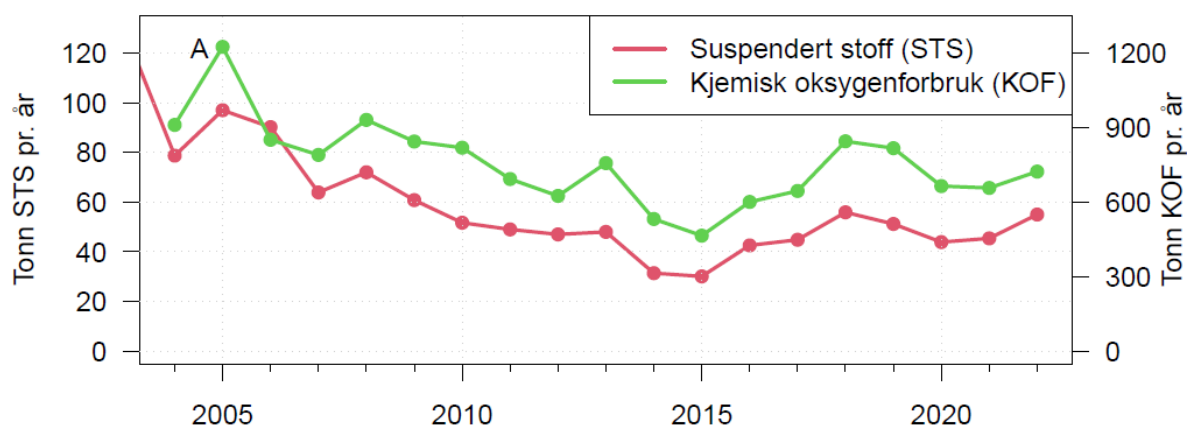
### 1.1.1. Utslippstillatelse

Gjeldende utslippstillatelse datert 29.03.2021 omfatter grenseverdier for KOF, STS, N, P og olje (kjølevann) (**Tabell 1**). N og P har ikke vært spesifikt regulert tidligere. Utslippene av KOF, STS, N og P de to siste tiårene er vist i **Figur 2**.

I 2015/16 påla Miljødirektoratet RST prøvetakning av vannregionspesifikke stoffer (As, Cu, Cr og Zn) og EUs prioriterte miljøgifter (Hg, Cd, Pb, og Ni). Bedriftens utslipp av de vannregionspesifikke stoffene og EUs prioriterte miljøgifter var lave, og målinger i Nidelva i 2015/16 var godt under grenseverdiene (Moe m.fl. 2016). Ettersom det ikke har vært noen vesentlige endringer i utslippene av disse stoffene (**Vedleggstabell 1**) ble de ikke inkludert i det reviderte overvåkingsprogrammet som lå til grunn for overvåkingen i 2023.

**Tabell 1.** Rygene-Smith & Thommesen AS sine utslippskomponenter til vann og utslippsgrenser i henhold til utslippstillatelsen fra Miljødirektoratet datert 29.03.2021. KOF = kjemisk oksygenforbruk; STS = suspendert tørrstoff; N = nitrogen (totalt); P = fosfor (totalt).

Utslippskomponent	Utslippskilde	Utslippsgrenser			Gjelder fra
		Korttidsgrense Flytende månedsmiddel (30 dager)	Langtidsgrense Midlingstid: kalenderår	Spesifikt utslipp, kg/tonn produsert. Midlingstid: kalenderår	
KOF	Prosessvann	4,0 tonn/døgn	3,4 tonn/døgn	20 kg/tonn	01.01.2022
STS		0,186 tonn/døgn	0,155 tonn/døgn	0,9 kg/tonn	01.08.2022
N		-	-	0,15 kg/tonn	01.08.2022
P		-	-	0,01 kg/tonn	01.08.2022
Olje	Kjølevann	-	-	15 mg/l	29.03.2022



**Figur 2.** Utslipp av a) suspendert stoff (STS) og kjemisk oksygenforbruk (KOF) og b) nitrogen (Tot-N) og fosfor (Tot-P) til vann fra Rygene-Smith & Thommesen AS i perioden 2004 til 2022. Data fra [www.norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no).



## 1.2 Om de berørte vannforekomstene og aktuelle påvirkninger

Avløpsvannet RST slippes normalt ut i Nidelva på grensen mellom vannforekomst 019-696-R (Nidelva inntak - utløp Rygene kraftverk) og vannforekomst 019-402-R (Nidelva (utløp Hølen) (**Figur 1**). Begge vannforekomstene tilhører samme elvetype og er påvirket av mange av de samme faktorene. Generell informasjon om vannforekomstene er gitt i **Tabell 2**, og påvirkninger listet opp i vann-nett er beskrevet kort under.

**Tabell 2.** Informasjon om vannforekomst 019-696-R og 019-402-R. Fabrikken til RST er lokalisert langs førstnevnte vannforekomst, mens utslippet ved normal drift går ut på grensen mellom de to vannforekomstene. Data er hentet fra [www.vann-nett.no](http://www.vann-nett.no) den 15.02.2024.

	Vannforekomst 019-696-R	Vannforekomst 019-402-R
<b>Vannforekomst navn</b>	Nidelva inntak - utløp Rygene kraftverk	Nidelva (utløp Hølen)
<b>Vannkategori</b>	Elv	Elv
<b>Lengde</b>	2,8 km	3,8 km
<b>Vanntype</b>	Stor, svært kalkfattig type 1d, klar (TOC2-5)	Stor, svært kalkfattig type 1d, klar (TOC2-5)
<b>Risikovurdering</b>	SMVF, god økologisk tilstand ikke realistisk	SMVF, nye tiltak nødvendig for å nå god miljøtilstand
<b>Økologisk potensial</b>	Dårlig, høy presisjon (miljømål: Godt økologisk potensial)	Moderat, høy presisjon (miljømål: Godt økologisk potensial)
<b>Økologisk tilstand</b>	-	-
<b>Kjemisk tilstand</b>	God, middels presisjon	God, middels presisjon

Strekningen mellom kraftverksinntaket og utløpstunellen ved Helle (vannforekomst 019-696-R) har krav om minstevannføring på 5 m<sup>3</sup>/s om sommeren og 1 m<sup>3</sup>/s om vinteren iht. konsesjonen fra 1975, men det forekommer iht. vann-nett avvik fra dette, bl.a. redusert sommervannføring. Som følge av reguleringen er vannforekomsten definert som en sterkt modifisert vannforekomst (SMVF). Vannforekomsten nedstrøms (019-402-R) er også definert som en SMVF. Begge vannforekomstene har *godt økologisk potensial* som miljømål. I denne rapporten, der hensikten er å se på eventuelle effekter av utslipp fra RST på eutrofiering og organisk belastning, benytter vi imidlertid standard klassegrenser og metodikk for å beregne økologisk tilstand som om vannforekomsten ikke skulle vært sterkt modifisert.

Som følge av kraftverket ved Rygene Kraftverk har vannforekomst 019-696-R stor grad av hydrologisk og hydromorfologisk påvirkning. Vannforekomsten nedstrøms utløpet fra kraftverket (019-402-R) er også påvirket av hydrologiske endringer, men i mindre grad. Begge vannforekomster er påvirket av sur nedbør (stor grad). For å bedre forholdene mht. forsurening kalkes Nidelva, bl.a. ved hjelp av en kalkdoserer ved Bøylefoss. Introduerte arter påvirker begge vannforekomstene, med gjedde (ukjent grad) og regnbueørret (middels grad) oppgitt for 019-696-R og pukkellaks (ukjent grad) og sørv (stor grad) for 019-402-R. Punktutslipp fra RST (middels grad) er kun listet opp som en påvirkning for vannforekomst 019-696-R, selv om utslippet kommer ut på grensen mellom de to vannforekomstene. For begge vannforekomstene er det oppgitt at gyteforholdene for laksefisk er negativt påvirket av trefiber og flis i bunnsubstratet. Som følge av forhold ved laksebestanden er begge vannforekomster registrert med *svært dårlig* tilstand for fisk. I 2021 ble det åpnet en ny fisketrapp for å bedre vandringsmulighetene for fisk forbi Rygene kraftverk.

Nedstrøms fossen renner utløpselva fra innsjøen Temse ut i Nidelva. Det foreligger lite data om økologisk tilstand i selve utløpselva (vannforekomst ID 019-31-R), men innsjøen Temse (vannforekomst ID 019-10951-L) er i *god* økologisk tilstand iht. vann-nett (01.02.2024). Det er imidlertid noe høyere biovolum av

planteplankton enn miljømålet, og *moderat* tilstand for biovolum og klorofyll *a*. Sannsynligvis skyldes dette avrenning fra jordbruksarealer i nedbørfeltet, noe som også gjenspeiles i forhøyede konsentrasjoner av totalnitrogen. Konsentrasjonene av totalfosfor indikerer *god* tilstand, men konsentrasjonene er betydelig høyere enn i Nidelva. Tilførsler fra Temse vil dermed forventes å kunne bidra til noe høyere konsentrasjoner av nitrogen og fosfor i Nidelva på minstevannføringsstrekningen like nedstrøms samløpet. I området rundt Helle antar man i dag at elva tidvis er saltvannspåvirket.

### 1.3 Tidligere undersøkelser

Undersøkelsen som ble gjennomført 2015 (Moe mfl. 2016) indikerte hhv. *moderat* og *svært dårlig* tilstand for bunndyr ved stasjon N2 (på minstevannføringsstrekningen) og N3 (nedstrøms utslippet). Begroingsalger og heterotrof begroing indikerte *svært god* tilstand ved de samme stasjonene. Det ble ikke tatt biologiske prøver ved referansestasjonen i 2015. Miljømålet for vannregionspesifikke stoffer ble oppnådd og kjemisk tilstand var *god*.

På grunn av mistanke om saltvannspåvirkning på stasjon N3, samt uegnede bunnforhold for prøvetaking av bunndyr (blokk og stor stein) var bunndyrdataene fra 2015 svært usikre, og man kunne ikke konkludere hvorvidt utslippene fra RST førte til at miljømålet for vannforekomsten ikke ble nådd. Det ble derfor utformet et revidert overvåkingsprogram i 2016 og gjennomført en ny overvåking i 2017. For å vurdere om resultatene for bunndyr var påvirket av saltvannsinntrenging ble det i 2017 lagt ut en konduktivitetslogger ved N3, men målingene indikerte ingen påvirkning fra saltvann ved stasjonen dette året. Resultatene fra 2017 indikerte *god* eller *svært god* tilstand for både bunnfauna, begroingsalger og heterotrof begroing, samt totalfosfor, på alle stasjonene nedstrøms utslippene (Thrane mfl. 2018). Samlet økologisk tilstand på alle stasjoner nedstrøms RST var *god*, og resultatene tydet på at bedriftens virksomhet ikke påvirket økologisk tilstand negativt.

### 1.4 Nåværende overvåkingsprogram og hensikt

NIVA utformet et forslag til nytt overvåkingsprogram høsten 2022, som ble godkjent av Miljødirektoratet i januar 2023. Overvåkingsprogrammet (NIVAs journalnummer 0280/22) er utformet for å fange opp de viktigste påvirkningene fra bedriftens utslipp på den økologiske tilstanden i resipienten. De dominerende påvirkningene fra RST sin aktivitet antas å være eutrofiering og organisk belastning som følge av utslipp av hhv. næringsalter (N og P) og organisk stoff (målt som KOF og STS).

Programmet omfatter prøvetaking av begroingsalger og heterotrof begroing for vurdering av hhv. eutrofiering og organisk belastning. Prøvetaking av bunndyr ble ikke inkludert i nåværende overvåkingsprogram pga. uegnet substrat for prøvetaking (blokk og stor stein) på den berørte strekningen, noe som gjorde det vanskelig å få tatt gode sparkeprøver på representative stasjoner tidligere år. I tillegg til biologiske kvalitetselementer omfatter programmet 24 årlige vannprøver for analyser av konsentrasjoner av Tot-P og Tot-N for vurdering av eutrofiering, samt KOF og STS for vurdering av organisk forurensing. Målinger av TOC fargetall er også inkludert som tilleggsmål på konsentrasjonen av organisk stoff, og for å kunne si noe om hvor stor andel av det organiske materialet som er naturlig (dvs. humusstoffer).

## 2 Materialer og metode

### 2.1 Stasjonsplasseringer

For å vurdere effekter av bedriftens utslipp ble det tatt prøver av biologiske kvalitetselementer (begringsalger og heterotrof begroing) og vannkjemi både opp- og nedstrøms for fabrikkområdet. Stasjonene er de samme som ble benyttet under overvåkingen i 2017 (Thrane mfl. 2018). Stasjonskoder, plassering og prøvetatte kvalitetselementer er vist i **Tabell 3** og **Figur 1**.

Referanseprøver av biologiske kvalitetselementer og vannkjemi ble tatt i samme parti i elva oppstrøms for fabrikkområdet, ved hhv. stasjon *Ref2* og stasjon *Ref*. At biologi og vannkjemi ikke ble prøvetatt på nøyaktig samme sted skyldes at biologisk prøvetaking krever egnet substrat, noe som ikke var til stede ved det faste vannprøvetakingspunktet. Prøver for å vurdere effekter av utslipp fra RST ble tatt ved stasjon *N3*, som ligger like nedstrøms utløpet av kraftverkstunnelen, hvor produksjonsvannet fra bedriften kommer ut ved normal drift.

Ved eventuell driftsstans på kraftverket slippes produksjonsvannet ut i fabrikkområdet. For å fange opp eventuell påvirkning ved driftsstans ble det også tatt prøver ved stasjon *N2*, som ligger i fabrikkområdet, like nedstrøms der elva fra Temsevannet kommer inn. Ved normal drift fungerer *N2* som en referansestasjon på minstevannføringsstrekningen mellom fabrikk og utløpet fra kraftverket.

**Tabell 3.** Lokalisering av prøvetakingsstasjoner og utslippspunkter, samt informasjon om hvilke kvalitetselementer som ble prøvetatt ved de ulike stasjonene. Vannkjemi inkluderer her parameterne totalfosfor, totalnitrogen, fargetall, total organisk karbon og kjemisk oksygenforbruk ( $KOF_{Mn}$ )

Stasjonskode/utslippspunkt	Breddegrad	Lengdegrad	Prøvetatt kvalitetselement
Ref	58.4057789	8.6087964	Vannkjemi
Ref2	58.406935	8.614139	Begroing/heterotrof begroing
N2	58.405095	8.644057	Vannkjemi/begroing/heterotrof begroing
N3	58.411300	8.671067	Vannkjemi/begroing/heterotrof begroing
Normalt utslippspunkt	58.410450	8.669883	-
Utslippspunkt ved driftsstans	58.407250	8.636033	-

### 2.2 Prøvetaking, analysemetoder og klassifisering av økologisk tilstand

#### 2.2.1. Vannprøvetaking og analysemetodikk for fysisk-kjemiske parametere

Vannprøver ble tatt to ganger i måneden ved stasjon *Ref*, *N2* og *N3*. Datoer for prøvetaking er oppgitt i **Vedleggstabell 2**. Oppdragsgiver sto selv for vannprøvetaking og leveranse av vannprøvene til laboratoriet.

Vannprøvene ble analysert for totalfosfor (Tot-P) og totalnitrogen (Tot-N) som mål på eutrofipåvirkning. Kjemisk oksygenforbruk ved mangan-metoden ( $KOF_{Mn}$ ), konsentrasjon av total organisk karbon (TOC) og suspendert stoff (STS) ble målt for å vurdere graden av organisk forurensing. I tillegg ble det målt fargetall. Analysene ble gjennomført av Eurofins. Informasjon om analysemetodikk er gitt i **Tabell 4**.

**Tabell 4.** Informasjon om analysemetoder for Tot-P (totalfosfor), Tot-N (totalnitrogen), TOC (total organisk karbon), STS (suspendert stoff) og KOF<sub>Mn</sub> (kjemisk oksygenforbruk). LOQ = kvantifiseringsgrense, MU = måleusikkerhet. Informasjonen er hentet fra Eurofins' analyserapporter.

Analyse	Enhet	LOQ	MU	Metode
Tot-P	µg/l	3	40%	NS-EN ISO 15681-2
Tot-N	µg/l	10	20%	NS 4743
TOC	mg/l	0,3	30%	NS-EN 1484
Fargetall	Mg Pt/l	2	15 %	NS-EN ISO 7887:2011 Method C
STS	mg/l	2	-	Intern metode
KOF <sub>Mn</sub>	mg/l	2	15%	Intern metode basert på NS 4759 nov.1981

### 2.2.2. Begroingsalger og heterotrof begroing: prøvetaking, analyser og indeksberegninger

Prøvetaking, analyser og indeksberegninger av begroingsalger og heterotrof begroing fulgte metodikken beskrevet i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018), med ett unntak: Heterotrof begroing (forekomst av soppen *Leptomitus lacteus* og/eller bakterien *Sphaerotilus natans*) bør iht. klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018) prøvetas minst to ganger per år, helst vår og høst. Ettersom UV-stråling kan hemme veksten av bakterien *S. natans* vil prøver tatt om sommeren kunne underestimere mengden heterotrof begroing. Vi tok prøver av heterotrof begroing om våren (4. mai) og sammen med begroingsalger den 24. juli 2023. Prøvene tatt i juli vil dermed gi et minimumsestimat på mengden heterotrof begroing, sammenliknet med om prøvene hadde vært tatt om høsten.

Analysene av heterotrof begroing ble gjennomført iht. metodikken i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018). Basert på tykkelse og dekningsgrad beregnet vi indeksen HBI2, som responderer på graden av organisk belastning (forurensing fra lett nedbrytbart organisk stoff).

Undersøkelser av begroingsalger ble gjennomført 24. juli. Basert på den taksonomiske sammensetningen i prøvene beregnet vi eutrofieringsindeksen PIT (periphyton index of trophic status), som er en indeks som responderer på graden av fosforpåvirkning.

Vannføringen den 24. juli var 74 m<sup>3</sup>/s, som er rundt 75%-persentilen av normal sommervannføring. Det var gode forhold for prøvetaking. Den 24. juli var fabrikk og kraftverket sommerstengt, og hele vannføringen ble derfor tappet forbi dammen ved Rygene (**Figur 3**). Dette gjorde at vannstanden ved stasjon N2 var høyere enn normal minstevannføring.

### 2.2.3. Indeksberegninger og klassifisering av økologisk tilstand iht. vannforskriften

Økologisk tilstand på hver stasjon ble vurdert på bakgrunn av resultatene fra de biologiske kvalitetselementene begroingsalger (eutrofieringsindeksen PIT) og heterotrof begroing (HBI2-indeks), samt den fysiske-kjemiske støtteparameteren Tot-P. Normalisert EQR (nEQR) og økologisk tilstand ble også beregnet for Tot-N, men denne parameteren ble ikke benyttet i samlet tilstandsvurdering, ettersom vannforekomsten er fosforbegrenset. Beregning av nEQR og økologisk tilstand for hver enkelt indeks/parameter, og samlet for hver stasjon, ble gjort i henhold til metodikken beskrevet i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2018).

Det ble benyttet klassegrenser for vanntype R102d (svært kalkfattig, klar elv i lavlandet), som er vanntypen de undersøkte vannforekomstene er registrert med i vann-nett. For PIT-indeksen benyttet vi klassegrensene svært kalkfattige elver (< 1 mg Ca/l). Vannkjemiske data registrert i vannmiljø-databasen viser imidlertid en kalsiumkonsentrasjon like over 1 mg/l, som er grensen til vanntype R105 (kalkfattig, klar elv i lavlandet). Ettersom Nidelva er kalket, er målt kalsiumkonsentrasjon trolig noe høyere enn naturlig. Vi valgte derfor å bruke R102d, som også er i henhold til prinsippet i klassifiseringsveilederen om å benytte vanntypen med de strengeste klassegrensene mht. den aktuelle påvirkningen (her eutrofiering) der det er tvil om vanntypen.



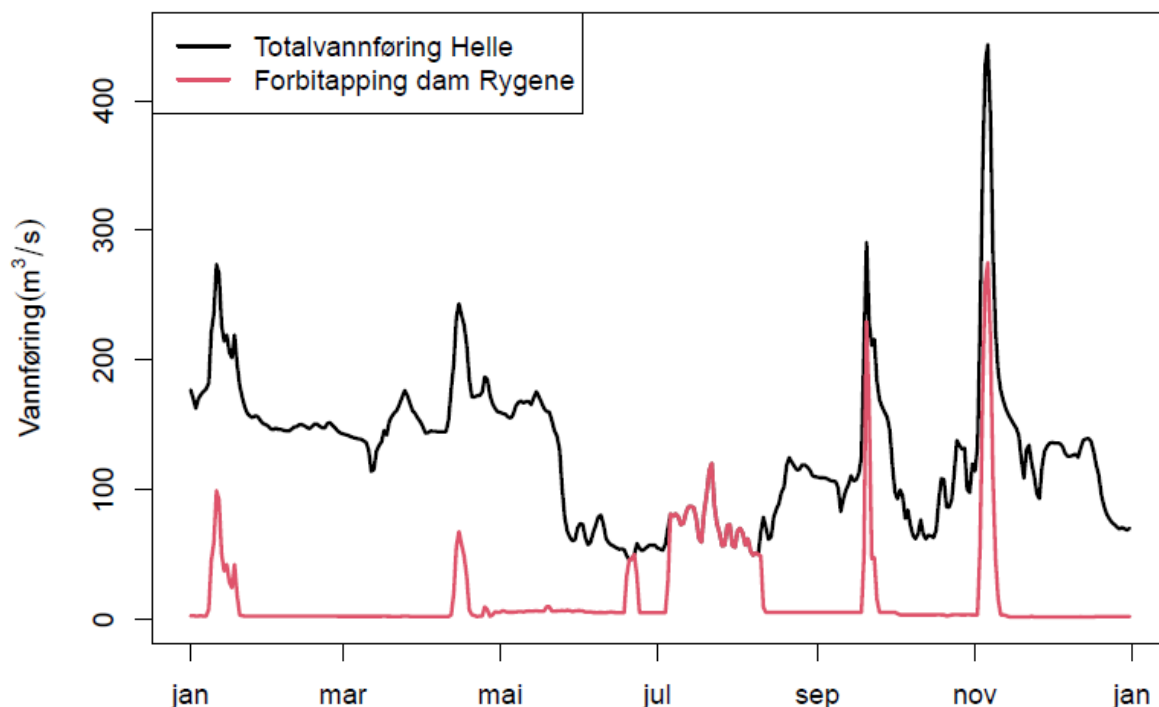
#### 2.2.4. Vurdering av eventuell påvirkning fra utslippene på økologisk tilstand og vannkvalitet

Økologisk tilstand på referansestasjonen oppstrøms for fabrikkområdet ble sammenliknet med tilstanden nedstrøms for utslippspunktet for å vurdere påvirkningen fra utslippene. Konsentrasjonene av de fysiske-kjemiske variablene  $KOF_{Mn}$ , TOC og STS på referansestasjonen ble også sammenliknet med konsentrasjonene lenger nedstrøms. Disse variablene inngår ikke i klassifiseringssystemet i vannforskriften, men de kan allikevel si noe om eventuelle effekter av bedriftens utslipp på vannkvaliteten mht. organisk forurensing.

## 3 Resultater og diskusjon

### 3.1 Vannføring og utslippspunkter i 2023

Ved normal drift av kraftverket går utslippene fra RST ut i kraftverkstunellen og munner ut ved Helle, like oppstrøms for stasjon N3. I perioden med driftsstans på kraftverket går utslippet ut ved bedriften og kan påvirke stasjon N2. Kraftverket var i normal drift i hele 2023, med unntak av perioden 6. juli til 9. august, da all vannføring ble tappet forbi dammen (**Figur 3**). Dette skyldtes at det var driftsstans i produksjonen ved RST i uke 28, 29 og 30 pga. sommerferieavvikling. I denne perioden gikk det heller ingen utslipp ut i elva. Produksjonen, og dermed utslippene, startet opp igjen 1 august. Mellom 1. og 9. august gikk utslippene ut i fabrikkområdet (oppstrøms N2), mens de resten av året gikk ut gjennom kraftverkstunellen, like oppstrøms from stasjon N3. Det var dermed i all hovedsak stasjon N3 som ble påvirket av utslippene i 2023.



**Figur 3.** Svart linje viser døgnmiddelvannføringen ( $m^3/s$ ) ved Helle, like nedstrøms for utløpet fra kraftverket. Rød linje viser døgnmiddelvannføringen som tappes forbi dammen ved Rygene, og tilsvarer vannføringen på minstevannføringsstrekningen mellom kraftverksinntaket og Helle. Data fra Agder energi.

## 3.2 Fysisk-kjemiske støtteparametere

Rådata for fysisk-kjemiske parameterne er gitt i **Vedleggstabell 2** og vist i boksplokk i **Vedleggsfigur 1**.

### Næringsalter (Tot-P og Tot-N)

Ved referansestasjonen oppstrøms for bedriften (stasjon *Ref*) indikerte årsmiddelkonsentrasjonen av Tot-P *svært god* tilstand (**Tabell 5**). Ved stasjon *N3* nedstrøms for utslippet og ved stasjon *N2* på minstevannføringsstrekningen indikerte Tot-P *god* tilstand, med nEQR-verdier nær grensen til *svært god* tilstand. Årsmiddelkonsentrasjonen av Tot-P var 1,3 µg/l høyere nedstrøms for utslippet sammenliknet med på referansestasjonen, men forskjellen var ikke signifikant ( $p = 0,67$ , Mann-Whitney U test; **Vedleggsfigur 1**).

Det var ingen signifikant forskjell i konsentrasjon av Tot-N (**Tabell 5**) mellom referansestasjonen og stasjon *N3* nedstrøms for utslippet ( $p = 0,97$ ). Høyest årsmiddelkonsentrasjon ble registrert ved stasjon *N2* på minstevannføringsstrekningen (**Tabell 5, Vedleggsfigur 1**). Årsaken til dette er trolig tilførsler av vann med relativt høy nitrogenkonsentrasjon fra utløpselva fra innsjøen Temse, som kommer inn i Nidelva like oppstrøms for stasjon *N2*. Innsjøen er registrert med moderat tilstand for Tot-N og en middelkonsentrasjon på 883 µg N/l basert på 12 målinger i Vannmiljø fra 2009 og 2011. Det er ikke relevant å inkludere Tot-N iht. samlet tilstandsklassifisering (se kap. 3.4), siden det er fosfor som sannsynligvis er begrensede næringsstoff i vannforekomsten (TN : TP > 20; Direktoratgruppen 2018). Isolert sett indikerer imidlertid årsmiddelkonsentrasjonen av Tot-N *god* tilstand på alle stasjonene.

**Tabell 5.** Årsmiddelkonsentrasjon [95% konfidensintervall (KI) for årsmiddelkonsentrasjonen i parentes], normalisert EQR (nEQR) og økologisk tilstandsklasse for totalfosfor (Tot-P, µg P/l) og totalnitrogen (Tot-N, µg N/l) basert på 24 vannprøver fra 2023. Klassegrenser er basert på vanntype R102d. Ref = referansestasjon oppstrøms for bedriften; N2 = stasjon på minstevannføringsstrekningen; N3 = stasjon nedstrøms for utslippet gjennom kraftverkstunellen.

	Ref	N2	N3
<b>Tot-P</b>			
Årsmiddel, µg P/l [95% KI]	7,3 [6,0 – 8,6]	8,2 [6,7 – 9,7]	8,6 [6,3 – 10,9]
nEQR	0,83	0,79	0,77
Tilstandsklasse	<b>SG</b>	<b>G</b>	<b>G</b>
<b>Tot-N</b>			
Årsmiddel, µg N/l [95% KI]	269 [238 - 300]	304 [270 - 339]	264 [238 - 289]
nEQR	0,77	0,71	0,77
Tilstandsklasse	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>G</b>

### Organisk stoff og partikler

Både KOF og TOC er mål på konsentrasjonene av organisk stoff/organisk karbon i vannet. Det var ingen forskjell ( $p = 0,56$ ; Mann-Whitney U test) i årsmiddelkonsentrasjon av KOF opp- og nedstrøms for bedriftens utslipp (**Tabell 6, Vedleggsfigur 1**). Det var dermed ingen målbar økning nedstrøms utslippene.

Sammenliknet med referansestasjonen var årsmiddelkonsentrasjonene av TOC svakt, men ikke signifikant ( $p > 0,1$ ; Mann-Whitney U test) forhøyet ved stasjon *N2* og stasjon *N3* (**Tabell 6, Vedleggsfigur 1**). Ettersom svakt forhøyede konsentrasjoner ble observert både på minstevannføringsstrekningen (*N2*) og nedstrøms

utslippet (N3), er det sannsynlig at en eventuell økning skyldes tilførsler fra elva fra innsjøen Temse. Overvåkingsdata i Vannmiljø fra 2009 og 2011 viser høyere konsentrasjon av TOC (middelkonsentrasjon på 6,3 mg/l) enn Nidelva. Dersom forskjellen hadde skyldtes utslipp av lett nedbrytbart organisk stoff fra bedriften, ville vi forventet høyere forholdstall mellom TOC og fargetall (et mål på konsentrasjonen av naturlig organisk materiale/humus) nedstrøms for utslippet. Det var imidlertid ingen forskjell mellom stasjonene i forholdet mellom TOC og fargetall, og årsgjennomsnittet var 0,16 ved alle stasjoner. Samlet sett indikerer dermed verken TOC- eller KOF-konsentrasjonene noen økt organisk belastning nedstrøms utslippene.

Mengden partikler, målt som STS, var ikke signifikant forskjellig mellom stasjonene ( $p = 0,25$ ; ANOVA), selv om årsmiddelverdien var noe lavere nedstrøms for bedriftens utslipp sammenliknet med referanseområdet.

**Tabell 6.** Årsmiddelverdier [95% konfidensintervall (KI) for årsmiddelverdien i parentes] for kjemisk oksygenforbruk ( $KOF_{Mn}$ , mg  $O_2/l$ ), totalt organisk karbon (TOC, mg C/l), fargetall (mg Pt/l) og suspendert tørrstoff (STS, mg/l) basert på 24 vannprøver fra 2023. Prøvene ble tatt to ganger i måneden. Ref = referansestasjon oppstrøms for bedriften; N2 = stasjon på minstevannføringsstrekningen; N3 = stasjon nedstrøms for utslippet gjennom kraftverkstunellen.

	Ref	N2	N3
<b>KOF</b>	5,2 [4,6 – 5,8]	5,3 [4,7 – 5,9]	5,3 [4,7 – 5,9]
<b>TOC</b>	4,2 [3,9 – 4,6]	4,5 [4,1 – 4,9]	4,4 [4,0 – 4,8]
<b>Fargetall</b>	28 [25 - 31]	29 [25 - 32]	28 [25 - 31]
<b>STS</b>	1,7 [1,2 – 2,2]	2,0 [1,3 – 2,7]	1,3 [0,9 – 1,7]

### 3.3 Begroingsalger og heterotrof begroing

Taksalister for begroingsalger er gitt i **Vedleggstabell 3**.

Undersøkelsene av begroingsalger indikerte *god* tilstand med hensyn til eutrofiering både nedstrøms for utslippspunktet (stasjon N3) og ved referansestasjonen oppstrøms for bedriften (Ref2, **Tabell 7**). Tilstanden på minstevannføringsstrekningen nedenfor fabrikken (N2) var *svært god*. Det var imidlertid liten forskjell i nEQR-verdi mellom de tre stasjonene (0,78-0,81; **Tabell 7**), noe som indikerer omtrent samme grad av næringssaltpåvirkning på de tre stasjonene. Begroingsalgene indikerte dermed ingen påvirkning fra utslippene på økologisk tilstand med hensyn til eutrofiering.

**Tabell 7.** Indeksverdi, normalisert EQR (nEQR) og økologisk tilstandsklasse for eutrofieringsindeksen PIT for begroingsalger ved de tre undersøkte stasjonene i Nidelva i 2023. Ref2 = referansestasjon oppstrøms for bedriften; N2 = stasjon på minstevannføringsstrekningen; N3 = stasjon nedstrøms for utslippet gjennom kraftverkstunellen.

Stasjon	Ref2	N2	N3
Indeksverdi (PIT)	6,08	5,23	5,50
nEQR	0,78	0,81	0,80
Tilstandsklasse	<b>G</b>	<b>SG</b>	<b>G</b>

Det ble observert små mengder heterotrof begroing (bakterien *Sphaerotilus natans*) ved stasjon N2 og N3 om våren, og små mengder ved referansestasjonen Ref2 om sommeren. Samlet sett var dekningsgraden av heterotrof begroing lav både ned- og oppstrøms bedriften, og HBI2-indeksen indikerte *god* (på grensen

til *svært god*) tilstand med hensyn til organisk belastning på alle tre stasjoner (**Tabell 8**). Mengden heterotrof begroing bør i denne undersøkelsen anses som et minimumsestimat, siden det ble tatt prøver vår og sommer, og ikke vår og høst, slik veilederen anbefaler (se kap. 2.2.2 i denne rapporten).

Som for begroingsalger var det svært liten forskjell i nEQR-verdi mellom de tre stasjonene (0,79-0,80; **Tabell 7**). Undersøkelsene av heterotrof begroing indikerte dermed ingen påvirkning fra utslippene på økologisk tilstand.

**Tabell 8.** Indeksverdi, normalisert EQR (nEQR) og økologisk tilstandsklasse for indeksen HBI2 basert på dekningsgraden av heterotrof begroing ved de tre undersøkte stasjonene i Nidelva i 2023. Indeksverdien er beregnet som gjennomsnittet av to prøvetakinger (vår og sommer). Ref = referansestasjon oppstrøms for bedriften; N2 = stasjon på minstevannføringsstrekningen; N3 = stasjon nedstrøms for utslippet gjennom kraftverkstunellen.

Stasjon	Ref2	N2	N3
Indeksverdi (HBI2)	0,005	0,055	0,0015
nEQR	0,80	0,79	0,80
Tilstandsklasse	<b>G</b>	<b>G</b>	<b>G</b>

### 3.4 Samlet økologisk tilstand

En samlet vurdering av økologisk tilstand iht. vannforskriften, der både biologiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementer inngår, indikerer *god* økologisk tilstand med hensyn til eutrofiering og organisk belastning ved alle tre stasjoner (**Tabell 9**). Tot-N ble ikke tatt med i samlet vurdering ettersom vannforekomsten ikke anses å være nitrogenbegrenset.

Det var liten forskjell i samlet nEQR mellom stasjonene og alle lå i øvre del av tilstandsklasse *god* (**Tabell 9**). Dette indikerer forholdsvis lik grad av påvirkning fra næringssalter og lett nedbrytbart organisk stoff fra både oppstrøms og nedstrøms for bedriftens utslipp, og ingen tydelige effekter av utslippene på økologisk tilstand i resipienten.

**Tabell 9.** Samlet vurdering av økologisk tilstand med hensyn til eutrofiering (næringssalter) og organisk belastning (lett nedbrytbart organisk stoff). Tallene representerer normalisert EQR (nEQR) for de biologiske kvalitetselementene begroingsalger (PIT indeks) og heterotrof begroing (HBI2 indeks), samt vannkjemiske støtteparametere (Tot-P). Tot-N ble ikke tatt med i samlet vurdering ettersom vannforekomsten ikke anses å være nitrogenbegrenset. Ref/Ref2 = referansestasjoner oppstrøms for bedriften; N2 = stasjon på minstevannføringsstrekningen; N3 = stasjon nedstrøms for utslippet gjennom kraftverkstunellen.

Stasjon	Ref/Ref2	N2	N3
Begroingsalger, nEQR	0,78	0,81	0,80
Heterotrof begroing, nEQR	0,80	0,79	0,80
Biologi, nEQR	<b>0,78</b>	<b>0,79</b>	<b>0,80</b>
Vannkjemiske støtteparametere, nEQR	<b>0,83</b>	<b>0,79</b>	<b>0,77</b>
Samlet tilstand, nEQR	<b>0,78</b>	<b>0,79</b>	<b>0,77</b>



## 3.5 Sammenlikning med tidligere overvåking

Resultatene fra stasjonen nedstrøms utslippet i 2023 sammenfaller forholdsvis godt med resultatene fra forrige overvåking i 2017 (Thrane mfl. 2018). PIT-indeksen hadde samme verdi (5,50) ved stasjon N3 i 2017 som i 2023. Det ble ikke funnet heterotrof begroing ved N3 i 2017, men små mengder i 2023. Konsentrasjonene av KOF, STS og Tot-N var i 2023 svært like som i 2017, mens Tot-P var høyere i 2023 (årsmiddel på 8,6 µg/l vs. 4 µg/l i 2017). Tot-P var imidlertid høyere på alle stasjoner i 2023 sammenliknet med 2017, og forskjellene skyldes dermed trolig andre forhold (f.eks. forskjell i nedbør og vannføring) enn at utslippene fra RST har økt.

## Konklusjon

Overvåkingen i 2023 indikerte samlet sett *god* økologisk tilstand med hensyn til eutrofiering og organisk belastning på alle de undersøkte stasjonene. Det var generelt liten forskjell i nEQR for de ulike indeksene mellom de tre stasjonene, og ingen signifikante forskjeller i konsentrasjoner av fysisk-kjemiske støtteparametere mellom referansestasjonen og stasjonen nedstrøms for utslippet. Det var dermed ingen målbar negativ effekt av utslippene på økologisk tilstand i resipienten.

Parameterne KOF, TOC og STS inngår ikke i vurderingen av økologisk tilstand iht. vannforskriften, men forhøyede konsentrasjoner av disse stoffene nedstrøms for utslippet kan være tegn på påvirkning. Målingene i 2023 viste imidlertid ingen signifikant økning nedstrøms utslippet, og støtter dermed konklusjonen om ingen målbar påvirkning fra bedriften.

## 4 Referanser

Direktoratsgruppa. 2018. Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratets gruppa for gjennomføringen av vanddirektivet. 151 s.

Moe, TF, Ranneklev, SB & Persson, J. 2016. Tiltaksrettet overvåking av potensielle effekter av utslipp fra Rygene-Smith & Thommesen AS på økologisk tilstand i nedre del av Nidelva i 2015. NIVA-rapport 7005-2016. 52 s.

Thrane J-E, Fosholt Moe T, Ranneklev S & Persson J. (2018). Tiltaksrettet overvåking av potensielle effekter av utslipp fra Rygene-Smith & Thommesen AS på økologisk tilstand i nedre del av Nidelva i 2017. NIVA-rapport 7244-2018. 33 s.

## 5 Vedlegg

**Vedleggstabell 1.** Utslipp av metaller (kg pr. år) til vann fra Rygene-Smith & Thommesen AS i perioden 2009-2022. Data fra [www.norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no)

År	arsen	bly	kadmium	kobber	krom	kvikksølv	nikkel	sink
2009	0,1	0,7	0,6	9,3	0,7	0,015	1,1	61,8
2010	0,1	0,6	0,4	5,3	0,3	0,008	1,0	47,1
2011	0,1	0,5	0,6	6,0	0,5	0,014	4,8	20,8
2012	0,1	0,7	0,7	6,3	0,4	0,008	0,9	57,5
2013	0,1	0,4	0,2	4,4	0,4	0,008	0,5	22,4
2014	0,1	0,4	0,4	4,4	0,5	0,007	1,0	63,2
2015	0,3	0,4	0,3	5,0	0,5	0,006	0,7	55,8
2016	0,1	0,2	0,2	3,1	0,1	0,002	0,7	36,9
2017	0,1	0,3	0,2	2,5	0,3	0,002	0,6	53,6
2018	0,1	0,5	0,5	8,1	0,4	0,009	1,0	77,2
2019	0,1	0,7	0,6	8,4	0,5	0,010	1,0	81,7
2020	0,1	0,9	0,6	12,9	0,6	0,015	1,0	77,4
2021	0,1	0,3	0,2	4,1	0,7	0,005	0,8	37,6
2022	0,1	0,3	0,2	3,6	0,5	0,005	0,8	36,7

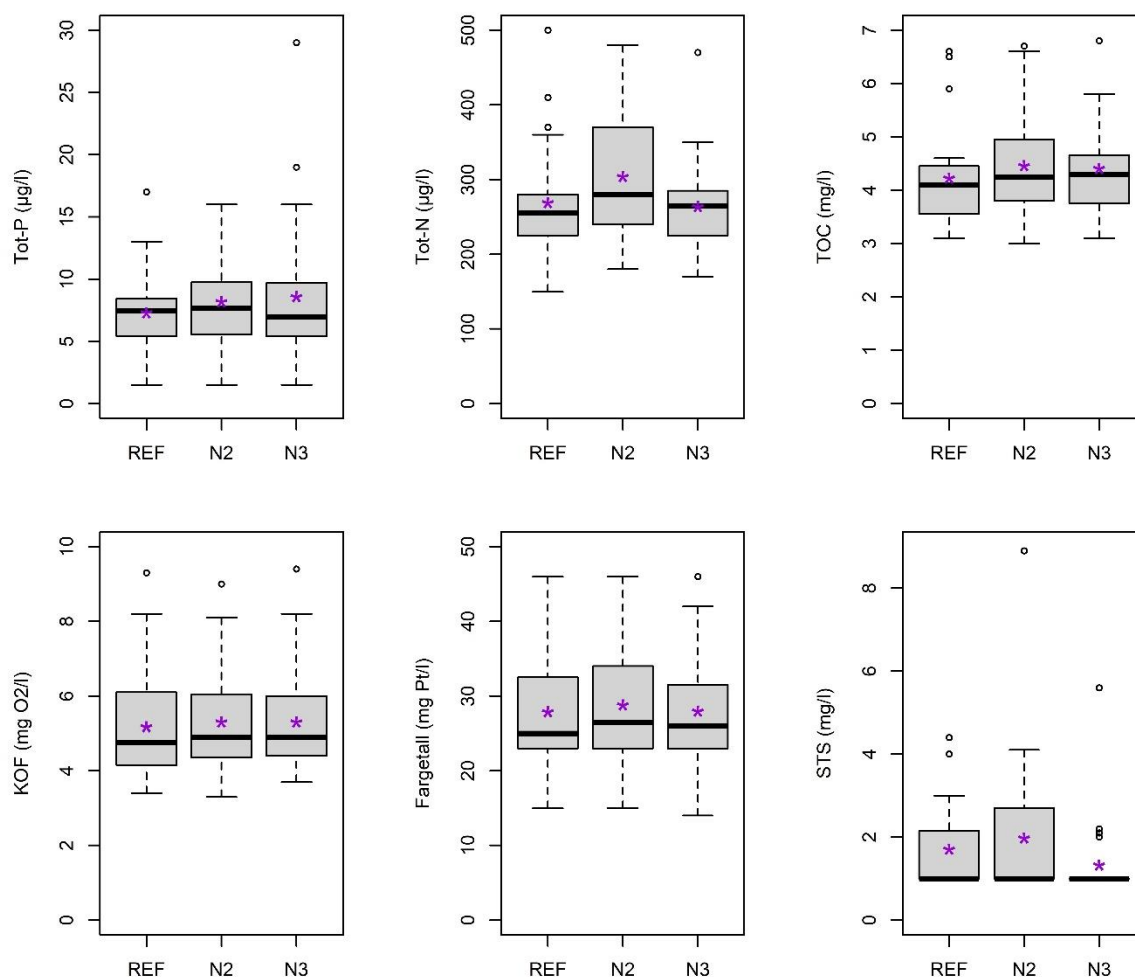
**Vedleggstabell 2.** Primærdata for fysisk-kjemiske variabler målt i vannprøver i 2023. Tot-P = totalfosfor ( $\mu\text{g P/l}$ ); Tot-N = totalnitrogen ( $\mu\text{g N/l}$ ); TOC = totalt organisk karbon ( $\text{mg C/l}$ );  $\text{KOF}_{\text{Mn}}$  = kjemisk oksygenforbruk ved mangan-metoden ( $\text{mg O}_2/\text{l}$ ); STS = suspendert tørrstoff ( $\text{mg/l}$ ); og fargetall ( $\text{mg Pt/l}$ ). NA betyr at data mangler. Data er også rapportert til vannmiljø.

Stasjon	Dato	Tot-P ( $\mu\text{g P/l}$ )	Tot-N ( $\mu\text{g N/l}$ )	TOC ( $\text{mg C/l}$ )	$\text{KOF}_{\text{Mn}}$ ( $\text{mg O}_2/\text{l}$ )	STS ( $\text{mg/l}$ )	Fargetall ( $\text{mg Pt/l}$ )
N2	10.01.2023	16	300	5	6,2	1	34
N2	24.01.2023	13	310	4,9	5,1	2,5	34
N2	07.02.2023	11	280	4,3	4,8	1	28
N2	21.02.2023	4,4	270	3,8	4,4	1	24
N2	07.03.2023	8,3	310	3,8	3,6	2,9	25
N2	21.03.2023	7,7	370	4	4,5	1	25
N2	03.04.2023	8,2	340	3,9	4,4	1	25
N2	18.04.2023	15	270	4,3	4,3	1	30
N2	02.05.2023	16	260	4,6	7,7	3	34
N2	16.05.2023	4,6	410	3,5	4,7	3	25
N2	30.05.2023	7,3	200	3,5	3,9	1	20
N2	13.06.2023	7,2	210	3,4	3,3	1	17
N2	27.06.2023	8,4	180	3	3,7	1	16
N2	11.07.2023	3	250	3,2	3,6	1	15
N2	25.07.2023	9,9	230	3,9	4,5	1	21
N2	22.08.2023	6,4	190	4,2	5,3	8,9	23
N2	05.09.2023	9,6	230	4,2	5	1	23

Stasjon	Dato	Tot-P ( $\mu\text{g P/l}$ )	Tot-N ( $\mu\text{g N/l}$ )	TOC ( $\text{mg C/l}$ )	KOF <sub>Mn</sub> ( $\text{mg O}_2/\text{l}$ )	STS ( $\text{mg/l}$ )	Fargetall ( $\text{mg Pt/l}$ )
N2	19.09.2023	5,2	480	6,7	9	4,1	45
N2	03.10.2023	7,6	280	6,6	8,1	1	46
N2	17.10.2023	7,1	440	5,4	6,5	2	37
N2	31.10.2023	4,9	370	5	5,9	1	33
N2	14.11.2023	1,5	410	6,2	7,9	3	44
N2	28.11.2023	5,9	270	4,8	5,8	2	33
N2	12.12.2023	8,3	440	4,8	5,3	2	35
N3	10.01.2023	10	350	4,9	6,1	1	35
N3	24.01.2023	10	260	4,6	5,2	1	32
N3	07.02.2023	19	240	4,3	4,7	1	26
N3	21.02.2023	4,6	240	4,3	4,6	1	25
N3	07.03.2023	7,9	270	3,6	3,8	2,2	24
N3	21.03.2023	6,5	270	3,8	4	1	23
N3	03.04.2023	7,9	310	3,8	4,4	1	24
N3	18.04.2023	16	310	4,3	4,5	1	29
N3	02.05.2023	29	220	4,3	6,1	1	26
N3	16.05.2023	6,8	340	3,7	4,5	1	25
N3	30.05.2023	7,6	210	3,7	3,8	1	NA
N3	13.06.2023	9,4	200	3,6	3,9	1	17
N3	27.06.2023	6,8	190	3,3	5,2	1	16
N3	11.07.2023	3,6	190	3,1	3,7	2,1	14
N3	25.07.2023	10	230	3,9	4,6	1	22
N3	22.08.2023	6,9	170	4,2	5,1	1	22
N3	05.09.2023	9,3	230	4,3	5,5	1	23
N3	19.09.2023	4,3	470	6,8	9,4	5,6	46
N3	03.10.2023	5,5	280	6,8	8,2	1	46
N3	17.10.2023	6,2	280	5,7	6,9	1	36
N3	31.10.2023	5	290	4,7	5,8	1	31
N3	14.11.2023	1,5	270	5,8	7,2	2	42
N3	28.11.2023	5,3	230	4,5	5,9	1	31
N3	12.12.2023	7	280	3,8	4,4	1	29
REF	10.01.2023	9,9	410	4,6	6,5	1	34
REF	24.01.2023	8,6	220	4,6	5,7	1	31
REF	07.02.2023	7,4	240	4,1	4,4	1	26
REF	21.02.2023	4,1	250	3,9	4,4	1	25
REF	07.03.2023	6,6	260	3,5	3,5	1	23
REF	21.03.2023	7,7	270	3,5	4,2	2,3	23
REF	03.04.2023	7,5	280	3,7	5	1	24
REF	18.04.2023	17	280	4,3	4,4	1	29
REF	02.05.2023	13	210	4,5	6,5	2,9	34
REF	16.05.2023	5,2	370	3,6	4,1	3	24
REF	30.05.2023	7,8	330	3,4	4	1	NA
REF	13.06.2023	7,9	210	3,4	3,8	1	17



Stasjon	Dato	Tot-P ( $\mu\text{g P/l}$ )	Tot-N ( $\mu\text{g N/l}$ )	TOC ( $\text{mg C/l}$ )	KOF <sub>Mn</sub> ( $\text{mg O}_2/\text{l}$ )	STS ( $\text{mg/l}$ )	Fargetall ( $\text{mg Pt/l}$ )
REF	27.06.2023	9,6	150	3,1	3,4	1	16
REF	11.07.2023	3,5	190	3,1	3,4	1	15
REF	25.07.2023	7,4	230	3,8	4,6	1	21
REF	22.08.2023	6,2	170	4,1	5,1	4,4	23
REF	05.09.2023	8,7	230	4,1	4,9	1	23
REF	19.09.2023	3,2	360	6,6	9,3	4,4	45
REF	03.10.2023	6	260	6,5	8,2	1	46
REF	17.10.2023	7,7	270	NA	6,6	4	35
REF	31.10.2023	4,8	500	4,4	5,2	1	30
REF	14.11.2023	1,5	270	5,9	7,4	1	43
REF	28.11.2023	5,6	250	4,3	5,4	2	31
REF	12.12.2023	8,3	250	4,3	4,4	2	24



**Vedleggsfigur 1.** Bokplott som viser fordelingen av de 24 målingene av totalfosfor (Tot-P,  $\mu\text{g P/l}$ ), totalnitrogen (Tot-N,  $\mu\text{g N/l}$ ), totalt organisk karbon (TOC,  $\text{mg C/l}$ ), kjemisk oksygenforbruk (KOF<sub>Mn</sub>,  $\text{mg O}_2/\text{l}$ ), fargetall ( $\text{mg Pt/l}$ ) og suspendert tørrstoff (STS,  $\text{mg/l}$ ). Lilla stjerne viser årsmiddelverdi, mens tykk horisontal strek er årsmedian.

**Vedleggstabell 3.** Taksalister for begroingsalger ved stasjon Ref2, N2 og N3 den 24.07.2023. Hyppigheten er angitt som prosent dekning. Organismer som vokser på/blant disse er angitt ved: x=observert, xx=vanlig, xxx=hyppig.

	Ref2	N2	N3
<b>Bacillariophyta</b>			
Tabellaria flocculosa	xxx	xxx	xxx
<b>Chlorophyta</b>			
Ankistrodesmus spp.			x
Binuclearia tectorum	x	xx	xx
Bulbochaete spp.	<1	<1	<1
Closterium spp.	x		
Cosmarium spp.	x	x	x
Euastrum spp.	x	x	x
Klebsormidium rivulare		<1	
Mougeotia a (6 -12u)	10	x	x
Mougeotia a/b (10-18u)	xx		x
Mougeotia b (15-21u,korte celler)	x	x	
Mougotia a2 (3-7u)	x	x	x
Netrium spp.	x		
Oedogonium a (5-11u)	<1	x	x
Oedogonium a/b (19-21μ)	xx		x
Oedogonium a1 (3-4u)	x		x
Oedogonium b (13-18u)	xx	x	x
Staurastrum spp.	x	x	x
Teilingia granulata		x	
Xanthidium spp.	x		
<b>Cyanobacteria</b>			
Ammatoidea normanii		<1	
Calothrix spp.		x	
Heteroleibleinia spp.		x	x
Homoeothrix grenet (gulbrun hul skjede)			x
Leptolyngbya spp.		<1	x
Merismopedia spp.	xxx	xx	x
Phormidium autumnale			x
Phormidium spp.		x	
Schizothrix spp.			xx
Scytonema tolypothrichoides			<1
Stigonema mamillosum	<1	<1	xx
Stigonema ocellatum		x	
<b>Rhodophyta</b>			
Batrachospermum turfosum	10		<1
Lemanea fluviatilis			2
<b>Saprophyta</b>			
Ophrydium versatile			<1
Sphaerotilus natans	xx		
Vorticella spp	x		x



### **Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø**

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) er Norges viktigste miljøforskningsinstitutt for vannfaglige spørsmål, og vi arbeider innenfor et bredt spekter av miljø, klima- og ressurs spørsmål. Vår forskerkompetanse kjennetegnes av en solid faglig bredde, og spisskompetanse innen mange viktige områder. Vi kombinerer forskning, overvåkning, utredning, problemløsning og rådgivning, og arbeider på tvers av fagområder.