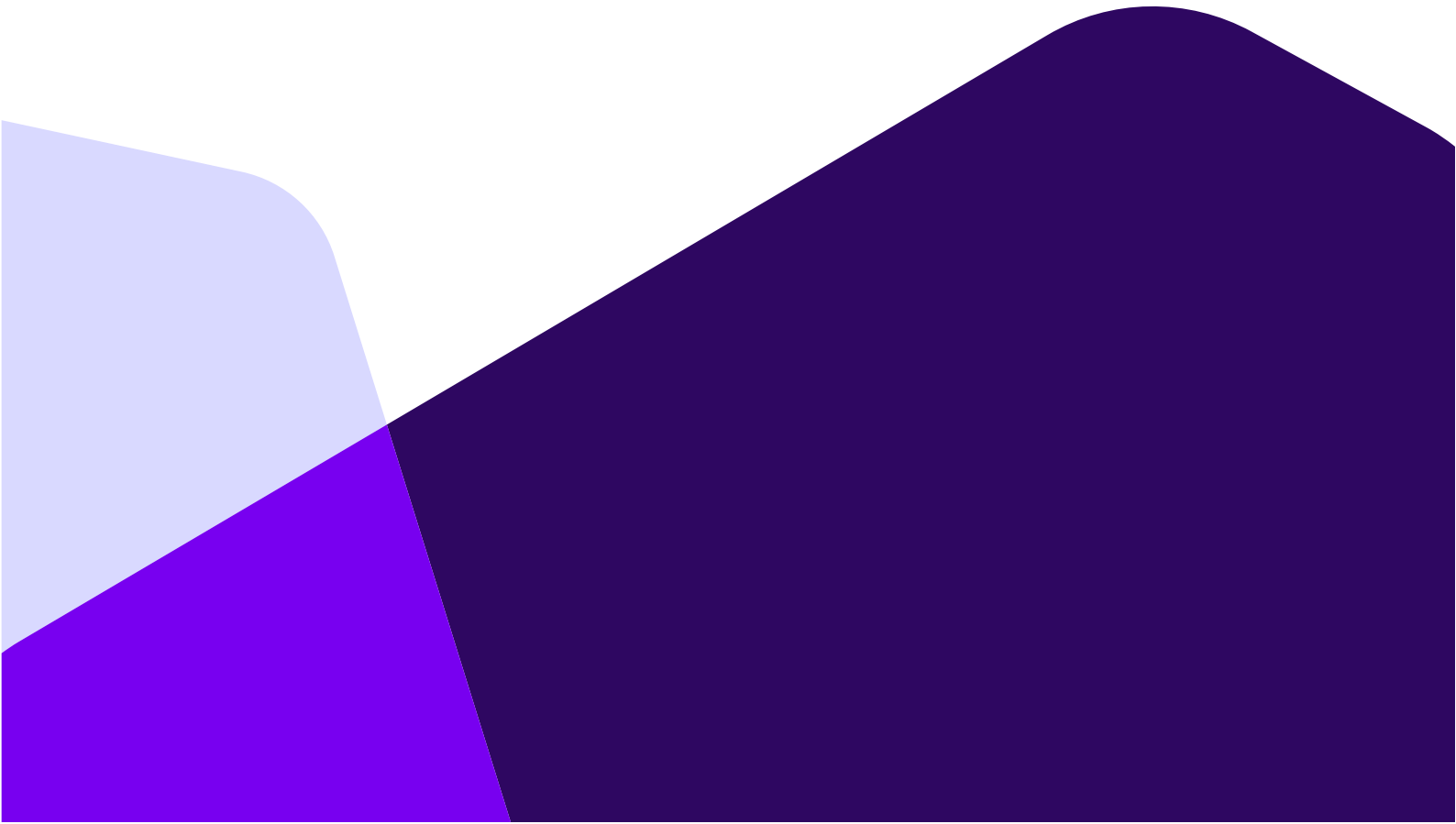


Jens Even Vøllestad

**Næringsstoffers innvirkning på planteplankton og
toksinproduksjon i utvalgte innsjøer i Vestfold.**



Universitetet i Sørøst-Norge

Fakultet for teknologi, naturvitenskap og maritime fag

Institutt for natur, helse og miljø

Postboks 4

3199 Borre

<http://www.usn.no>

© 2024 Jens Even Vøllestad

Denne avhandlingen representerer 60 studiepoeng

Sammendrag

Feltarbeidet ble gjennomført i samarbeid med Statsforvalteren i Vestfold og Telemark. Det ble gjennomført prøvetaking en gang i måneden i perioden juni til september 2023. Vannprøver (blandprøve) ble hentet fra overflaten og ned til 2x siktedypet. Parameterne temperatur, pH, ledningsevne og oksygen (O₂) ble analysert i felt med måleapparatet ProDSS. Den kvalitative planteplanktonprøven ble tatt ved hjelp av en 25µm planktonhåv mens den kvantitative planteplanktonprøven ble hentet fra blandprøven. Prøvene for å undersøke cyanobakterietoksiner ble tatt i overflaten og fra blandprøven. Analysene på laboratoriet ble gjennomført etter gjeldende Norsk Standard. For Total-fosfor og total-nitrogen ble det brukt data fra Statsforvalteren. Toksinanalysene som ble gjennomført var ved bruk av ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) teknikk, Microcystin (ADDA)-DM ELISA og Saxitoxin (PSP) ELISA fra Eurofins/Abraxis. Ved beregning av planteplanktonbiomasse ble et regneark utviklet ved INHM basert på Holmen (1995) ble brukt.

Revovannet er eutrof, polyhumøs innsjø med lavt siktedyp (verdi). Temperaturkurven viste at innsjøen var i fullsirkulasjon gjennom hele perioden juni-september 2023. Det var overmetning av oksygen gjennom hele perioden, mellom 110 og 130%. Det ble målt en høy pH i innsjøen, høyeste måling var 9.7 som antagelig er et resultat av eutrofieringsproblematikken innsjøen har. Ledningsevnen er langt høyere enn gjennomsnittet for innsjøer på Østlandet (7 mS/m). Revovannet hadde et gjennomsnittlig total-fosforinnhold på 43,3 µg/L i perioden juni-september 2023, med et maksimum på 59 µg/L. Dette tilsvarer «Svært dårlig» tilstand for denne innsjøtypen (L107). Revovannet har et nitrogeninnhold på gjennomsnitt 682 µg/L og maksimum på 810 µg/L, noe som tilsvarer "Moderat" tilstand. N/P-kvoten, viser at nitrogen er det begrensende næringsstoffet i Revovannet (N/P gjennomsnitt 17). Revovannet er dominert av cyanobakterier som *Anathece clathrata* og *Microcystis viridis*. Det ble også funnet noen eutrofiindikatorer, *Micractinium pusillum* og *Stauridium tetras*. Analyser viser at microcystinkonsentrasjonen i Revovannet overstiger grenseverdien for drikkevann som er 1 µg microcystin/L, men ligger under WHO's anbefalte grenseverdi for rekreasjonsbruk (10 µg/L). Det ble ikke påvist saksitoksin i innsjøen.

Grorudvannet er en oligotrof, mesohumøs innsjø der siktedypet forverret seg betraktelig gjennom prøveperioden juni-september 2023, trolig på grunn av økende

planteplanktonbiomasse. Temperatur- og oksygenkurvene viste at innsjøen var i stagnasjon med tydelig sjiktninger gjennom sommeren 2023. Grorudvannet hadde en positiv heterograd oksygenkurve og anaerobe forhold i hypolimnion gjennom hele prøvetakingsperioden. Det kan tenkes at denne innsjøen er meromiktisk, eller har andre sirkulasjonsproblemer. Grorudvannet hadde nøytral pH (7.1) og noe høyere ledningsevne (2.6 mS/m) enn gjennomsnittet for Østlandsområdet (1.6 mS/m). Grorudvannet hadde et gjennomsnittlig total-fosforinnhold på 8 µg/L i samme periode, med et maksimum på 9 µg/L. Dette tilsvarer «God» tilstand for denne vanntypen (L105a). Grorudvannet hadde et nitrogeninnhold på 293 µg N/L i gjennomsnitt og 360 µg/L maksimum, noe som tilsvarer «Svært god» tilstand. N/P-kvoten viser at fosfor er det begrensende næringsstoffet i Grorudvannet. Grorudvannet hadde en dominans av grønnalger som *Botryococcus braunii*, og lave nivåer av cyanobakterier. Det ble observert tre indikatorarter på oligotrofi, *B. braunii*, *Chlamydocapsa planctonica*, *Staurodesmus incus* som alle er grønnalger. Det ble ikke påvist microcystin eller saksitoksin i perioden juni-september 2023.

Akersvannet er en eutrof og polyhumøs innsjø. Temperatur- og oksygenkurven viste sjiktning i juni og juli og fullsirkulasjon i august og september. Akersvannet hadde en mye høyere ledningsevne (verdi) enn gjennomsnittet for Østlandsområdet og en pH på rundt 8. Gjennomsnittlig total-fosforinnhold i Akersvannet var på 26 µg/L, med et maksimum på 35 µg/L. Dette tilsvarer "Dårlig" tilstand for vanntypen L107. Nitrogeninnholdet i var i gjennomsnitt 895 µg N/L med maksimum på 1200 µg/L, noe som også tilsvarer "Moderat" tilstand for denne vanntype (L107). N/P-kvoten (verdi), viser at fosfor er det begrensende næringsstoffet i innsjøen. Akersvannet er dominert av cyanobakterier, det var en massiv oppblomstring av *Aphanizomenon flos-aquae* i 2023. Det ble også funnet flere indikatorarter for eutrofe forhold, både cyanobakteriene *Limnococcus limneticus*, *Planktolyngbya limnetica* og *Woronichinia sp.*, og grønnalgene *Coelastrum microporum*, *Desmodesmus maximus* og *Pediastrum boryanum*. Konsentrasjonen av microcystin-toksiner ble analysert til maks 0,9 µg/L, dette er like under grenseverdien for drikkevann (1 µg/L). Det ble ikke påvist saksitoksin i innsjøen.

Basert på data fra Vann-Nett, klassifiseres Revovannet og Akersvannet til tilstandsklasse «Svært dårlig», mens Grorudvannet havner i tilstandsklasse «Dårlig» for innholdet av klorofyll-a.

Korrelasjonstestene fra prøvetakingsperioden i 2023 viser signifikant korrelasjon mellom klorofyll-a og total planteplanktonbiomasse ($p=0.001$) og N/P-kvotest og total planteplanktonbiomasse ($p=0.01$) i Grorudvannet. Det var ingen signifikant korrelasjon mellom total-fosfor og total planteplanktonbiomasse, klorofyll-a og *Cyanophyta* biomasse eller total-nitrogen og total planteplanktonbiomasse eller *Cyanophyta* biomasse i noen av innsjøene.

For datasettene som var tilgjengelig i Vannmiljø for perioden 2012-2023 viste Grorudvannet signifikant korrelasjon mellom total-fosfor og både total planteplanktonbiomasse og *Cyanophyta* biomasse ($p=0.002$), total-nitrogen og *Cyanophyta* biomasse ($p=0.002$), klorofyll-a og total planteplanktonbiomasse ($p=0.002$) og N/P-kvotest og total planteplanktonbiomasse ($p=0.02$). I tillegg var det signifikant positiv korrelasjon mellom N/P-kvotest og *Cyanophyta* biomasse ($p=0.02$) i Akersvannet.

Innhold

Sammendrag	2
Forord	8
1 Innledning	9
2 Områdebeskrivelse	12
Revovannet	13
Grorudvannet	14
Akersvannet	15
Løsmasser i området	16
Bergarter i området	17
3 Metode	18
Prøvetaking i felt	19
Temperatur, pH, ledningsevne og oksygen	20
Klorofyll-A	21
Cyanobakterietoksin	21
Planteplankton	21
Analyser på laboratoriet	22
Fysiske-kjemiske analyser utført ved USN	22
Fargetall	22
Klorofyll-a	23
Cyanobakterietoksiner	23
Biologiske analyser utført ved USN	24
Kvalitativ planteplanktonundersøkelse	24
Kvantitativ planteplanktonundersøkelse	24
4 Resultater og diskusjon	26

Vannkvalitet	28
Temperatur og oksygen	28
Siktedyp	32
pH	33
Ledningsevne	34
Fargetall	35
Total-fosfor 2023	36
Total-fosfor 2012-2023	37
Total-nitrogen 2023	38
Total-nitrogen 2012-2023	39
N/P-kvote	41
Klorofyll-a 2023	42
Klorofyll-a 2012-2023	44
Korrelasjonstest	45
Korrelasjoner 2023	45
Fosfor	46
Nitrogen	47
Klorofyll-a	47
N/P-kvote	47
Korrelasjoner 2012-2023	48
Fosfor	49
Nitrogen	49
Klorofyll-a	50
N/P-kvote	50
Planteplankton	50
Kvalitativ undersøkelse	50
Kvantitativ undersøkelse	51
Cyanophyta toksiner	57
5 Konklusjon	59
<hr/>	
Litteraturliste	62
<hr/>	
Vedlegg	69
<hr/>	

Vedlegg 1: Analysert vannkjemi fra innsamlede prøver i prøveperioden juni-september 2023 som ble analysert hos Vestfold Lab.	69
Vedlegg 2: Brukerveiledning for ELISA analyse for saksitoksin og microcystin.	75
Vedlegg 3: Skjermdump av Excel-fil som INHM har utarbeidet for beregning av toksinkonsentrasjoner	77
Vedlegg 4: Primærdata for Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet fra analyserte prøver i prøvetakingsperioden juni-september 2023	78
Vedlegg 5: Data målt med ProDSS fra Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet i perioden juni-september 2023	79
Revovannet	79
Grorudvannet	80
Akersvannet	81
Vedlegg 6: Artsliste fra innsamlede kvalitative planktonprøver fra Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet i perioden juni-september 2023	82
Vedlegg 7: Artsliste fra innsamlede kvantitative planktonprøver fra Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet i perioden juni-september 2023	85
Vedlegg 8: Plot for korrelasjonstester 2023	87
Fosfor	87
Nitrogen	90
N/P-kvote	93
Klorofyll-a	96
Vedlegg 9: Plot for korrelasjonstester 2012-2023	99
Fosfor	99
Nitrogen	102
N/P-kvote	105
Klorofyll-a	108
Vedlegg 9: Skjermdump av utregninger for planteplanktonbiomasse etter Holmen 95 for Revovannet	111
Vedlegg 10: Skjermdump av utregninger for planteplanktonbiomasse etter Holmen 95 for Grorudvannet	115
Vedlegg 11: Skjermdump av utregninger for planteplanktonbiomasse etter Holmen 95 for Akersvannet	118

Forord

Gjennom studiet ved Universitetet i Sørøst-Norge har min interesse for vann økt, og jeg ønsket å fordype meg i området vannøkologi gjennom relevant faglitteratur og tilgjengelige statusrapporter, planer for å nå miljőtiltak og de ulike tiltakene på nasjonalt, regionalt og lokalt nivå og feltarbeid med utgangspunkt i vedtatte planer for vannområde i nærmiljøet.

En stor takk til Synne Kleiven som har vært min veileder på denne oppgaven. Din hjelp er alltid kjærkommen og uvurderlig. Så vil jeg takke vannområdekoordinator i Tønsberg kommune, Miguel A. Segarra Valls, for tips om interessante innsjøer og videreformidling av bakgrunnsstoff. En stor takk til Lill-Natalie Allum og Ida Sanden Styrvold hos Statsforvalteren i Vestfold og Telemark, uten dere hadde feltarbeidet mitt blitt mye mer komplisert. Må også få rette en takk til Marijanne Holtan og Ingunn Eggen Storliløkken for god hjelp på laboratoriet når maskinene var vanskelige med meg.

Til sist vil jeg rette en stor takk Aud Margareth Vøllestad for all støtte gjennom denne reisen. Uten deg hadde det ikke vært mulig å gjennomføre denne graden.

Bø, 15. mai 2024

Jens Even Vøllestad

1 Innledning

EUs rammedirektiv for vann (2000/60/EF) gir «rammer for fastsettelse av miljømål som skal sikre en mest mulig helhetlig beskyttelse og bærekraftig bruk av vannforekomstene». Dette skal sikre en bærekraftig utvikling også for kommende generasjoner (Vannforskriften, 2021). EUs vannrammedirektiv sier at alle vannforekomster skal ha eller utvikle minst «God» miljøtilstand (Directorate-General for Environment, 2014). Vannforskriften, som ble innført i 2007 og er bygd på vannrammedirektivet. Vannforskriften beskriver hvordan vannforvaltningen skal foregå på en helhetlig måte der økosystemet er i fokus på tvers av nasjonale, regionale og lokale myndigheter. Vannforskriften er hjemlet i vannressursloven, naturmangfoldloven, forurensingsloven og plan- og bygningsloven (Vannportalen, 2024). Vann er en sårbar ressurs som er sterkt utsatt for påvirkning utenfra. Betydninger av vannkvalitet og vannforvaltning har høyt fokus på verdensbasis. Forurensing av vann og vassdrag er et stort problem i Europa, og Norge samarbeider med EU om rammer for overordnede planer for vannforvaltning.

Eutrofiering er stort problem for innsjøer og skjær som et resultat av opphopning av næringsstoffer i en innsjø som resulterer i økt planteproduksjon. Naturlig eutrofiering skjer blant annet på grunn av næringsstoffer i sedimentene som blir tilbakeført til vannmassen. Påtvunget eutrofiering er menneskeskapt og kommer hovedsakelig av avrenning fra landbruket og spredte avløp (Kjensmo & Hongve, 2022). De mest tydelige tegnene på eutrofiering er økt planteplanktonbiomasse og oppblomstringer av cyanobakterier (Visser et al., 2016). Planteplankton er encellede, kolonidannede eller flercellede organismer uten noen særlig egenbevegelse som flyter fritt i vannmassene. Planteplankton inneholder klorofyll og utfører fotosyntese og er grunnlaget for alt av liv i en innsjø (Havforskningsinstituttet, 2022). Cyanobakterier er en prokaryot bakterie som inngår i planteplanktonsamfunnet (Sirevåg, 2023). I Norge er det hovedsakelig slektene *Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Dolichospermum* og *Planktothrix* som kan utgjøre et problem ved oppblomstringer. Disse oppblomstringer foregår spesielt i innsjøer som er utsatt for eutrofiering. Fosfor er ofte det næringsstoffet som begrenser veksten av cyanobakterier. Det finnes derimot noen arter, som *Microcystis aeruginosa*, som kan lagre fosfat inne i cellene. Dette gjør de konkurransedyktige ovenfor andre planteplanktonarter når tilgang på fosfor begrenses (Sanz-Luque et al., 2020). Flere cyanobakterier kan også binde til seg nitrogen fra luften gjennom spesialiserte celler, heterocyster. Det er fortsatt stor usikkerhet rundt i hvor stor grad nitrogen er med på å kunne

begrense oppblomstring av cyanobakterier (Jeppesen et al., 2011). Cyanobakterier består av toksinproduserende og ikke-toksinproduserende slekter. En oppblomstring av arter i slektene *Aphanizomenon*, *Dolichospermum*, *Microcystis* og *Woronichinia* vil kunne produsere microcystin og/eller saksitoksin. Microcystin er en levergift mens saksitoksin er en potent nervegift som står oppført på listen over biologiske våpen (Dawson, 1998; Kodama et al., 1988; Gad, 2014).

Vann er en fundamental nødvendighet for alt liv på jorden og har i alle tider vært sett på som en viktig ressurs. Rundt år 900 slo Gulatingsloven fast vassdragsregler som skulle gjelde for alle, der det blant annet var forbudt å lede vann bort fra vassdrag (Faugli, 2012). Dette har blitt videreutviklet kontinuerlig i Norge, der vannressurser og vannkvalitet blir forsøkt ivaretatt i et helhetlig perspektiv i lovgivningen, også i samarbeid med Europa og verdenssamfunnet for øvrig. Planverk for forvaltning og tiltak for de ulike vannområdene blir i dag utarbeidet av Statsforvalteren. Gjeldene periode for overvåking av innsjøer er *Regional vannforvaltningsplan 2022-2027*, med endringer i tråd med fylkestingets vedtak og departementets godkjenning, og tiltaksplan for samme periode.

Innsjøene som ble valgt ut, Revovannet og Grorudvannet som ligger i vannområde Aulivassdraget og Akersvannet som ligger i vannområde Horten-Larvik, er alle en del av satsningsområdene i *Regional vannforvaltningsplan 2022-2027* (Vestfold og Telemark fylkeskommune, 2022 a). Statsforvalteren i Vestfold og Telemark ble kontaktet og samarbeid om vannprøvetaking ble avtalt.

Grorudvannet klassifiserer som en innsjø med «Moderat» økologisk tilstand som vil kunne nå miljømålet «God» innen denne planperioden. Revovannet og Akersvannet klassifiseres derimot til å begge ha «Svært dårlig» økologisk tilstand. For disse innsjøene har jobben med å nå miljømålet fått utsatt frist til neste planperiode, altså 2028-2033. Utsatt frist for begge innsjøene er hjemlet i vannforskriftens §9b, da tiltakene som må på plass for å bedre miljøtilstanden i disse innsjøene vil bli «uforholdsmessig kostnadskreven» (Vestfold og Telemark fylkeskommune, 2022 a). Påvirkninger som er kategorisert «med stor grad» i de aktuelle vannområdene er; jordbruk, avløpsvann, urban utvikling, transport og annen/ukjent (Vann-Nett, 2024)

Den økologiske dynamikken rundt veksten av planteplankton, og da spesielt cyanobakterier, understreker viktigheten av å forstå og håndtere tilførselen av næringsstoffer til innsjøer for å redusere risikoen for algeoppblomstringer, som kan ha negative konsekvenser for vannkvaliteten.

Denne oppgaven vil fokusere på næringsbegrensinger og variasjoner i nitrogen/fosforforholdet (N/P), og deres innvirkning på planteplanktonbiomasse, cyanobakteriebiomasse og toksinproduksjon i Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet.

2 Områdebeskrivelse

Innsjøene som har vært undersøkt er lokalisert til økoregion Østlandet og befinner seg i klimaregion lavland, < 200 meter over havet moh. (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018 a) og er lokalisert i Vestfold fylke (figur 1).



Figur 1: Oversiktskart over plasseringen til de tre undersøkte innsjøene. 1: Revovannet, 2: Grorudvannet og 3: Akersvannet. Hentet fra Norgeskart.

For å klassifisere miljøtilstanden i en innsjø må den først karakteriseres etter utvalgte fysiske og kjemiske parametere (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018 b). De fysiske og kjemiske parametere for Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet kan sees i tabell 1.

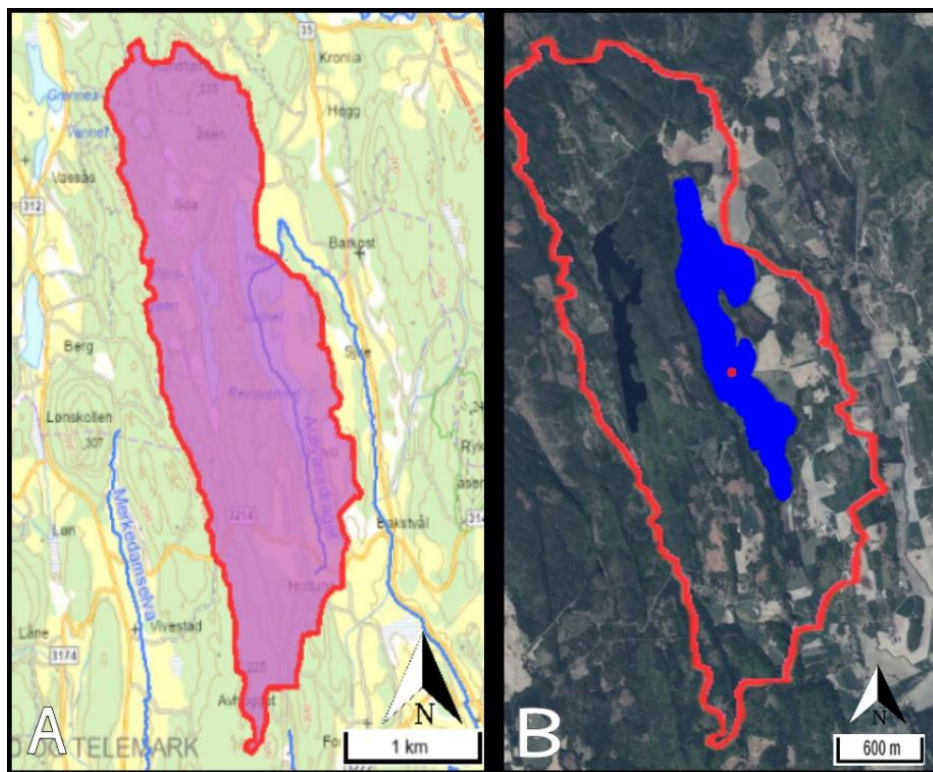
Tabell 1: Fysiske og kjemiske parametere for karakterisering etter Tabell 3.1 i Veileder 1:2018 Karakterisering.

Innsjø	Vannforekomst ID	Norsk vanntype	Vanntype kode	Hoh. m	Nedbørfelt km ²	Overflateareal km ²	Kalkinnhold mg/L	Humusinnhold mg Pt/L	Turbiditet FNU	Middeldyp m
Revovannet	014-313-L	L107	LEL23112	44	22	1.7	9	23	22	2
Grorudvannet	014-5859-L	L105a	LEL12112	92	1	0.2	2	10	2	4
Akersvannet	014-314-L	L107	LEL23112	14	15	2.4	16	26	19	6

Revovannet

Revovannet, vannforekomst ID: 014-313-L, (figur 1, punkt 1) har hovedretning nord-sør og er lokalisert ca. 8.5 km vest for Holmestrand på grensen mellom Holmestrand og Tønsberg kommune og er en del av Aulivassdraget. Innsjøen kalles også Holmsvannet (Vannportalen 2023). Koordinater til innsjøen er 32V 566287 6591942.

Revovannet, med vanntypekode LEL23112 (tabell 1), er en middels stor, moderat kalkrik og klar innsjø med et lavt middeldyp og ligger på 44 moh. Revovannet tilhører norsk vanntype L107 (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018 b). Beregnet nedbørfelt for Revovannet er 22 km² (figur 2 A) og består hovedsakelig av skog (75%) og dyrket mark (13.5%) (figur 2 B), resterende areal er myr og uklassifisert (NEVINA 2023). Revovannet har en teoretisk oppholdstid på 3 måneder (Berge 1988). Utløpet til Revovannet ligger på den østlige siden av innsjøen og renner ut i Storelva før Aulielva.

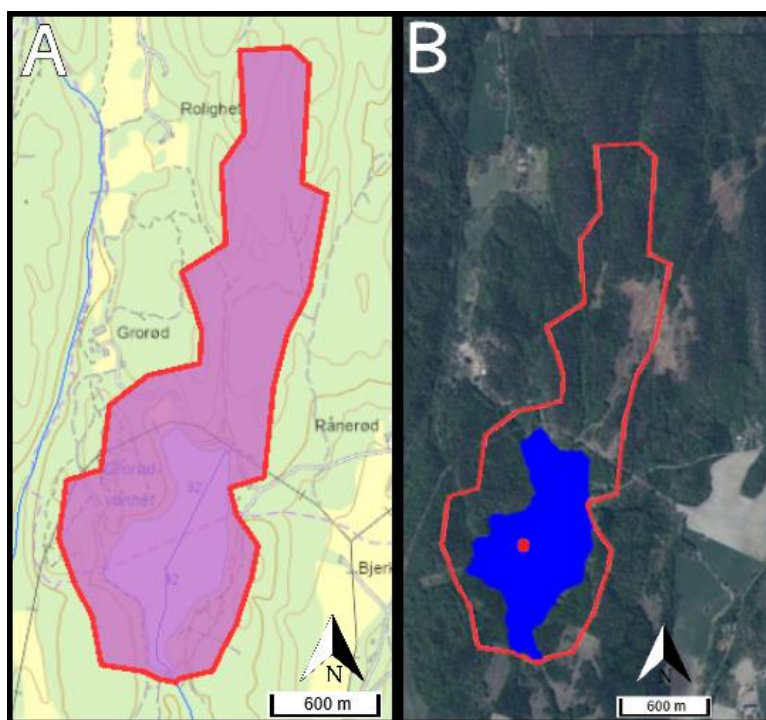


Figur 2: A: Beregnet nedbørfelt for Revovannet. Hentet fra www.nevina.nve.no B: Satellittbilde over Revovannet (blått) med nedbørfeltets grense (rødt) og området rundt. Hentet fra Norgeskart. Rød prikk i innsjøen viser hvor prøvene ble innsamlet.

Grorudvannet

Grorudvannet, vannforekomst ID: 014-5859-L, (figur 1, punkt 2) er beliggende med hovedretning nord-sør og er lokalisert ca. 11 km nordvest for Tønsberg på grensen mellom Tønsberg og Sandefjord kommune. Innsjøen er en del av Aulivassdraget (Vannportalen 2023). Koordinater til innsjøen er 32V 570444 6575403.

Grorudvannet, med vanntypekode LEL12112 (tabell 1), er en liten, kalkfattig og klar innsjø med lavt middeldyp og ligger på 92 moh. Grorudvannet tilhører norsk vanntype L105a (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018 b). Beregnet nedbørfelt for Grorudvannet er 0.9 km² (figur 3 A) og består hovedsakelig av skog (80%). Dyrket mark (1%) og uklassifisert areal (19%) (figur 3 B) dekker resten av nedbørfeltet (NEVINA 2023). Det har ikke blitt funnet noen beregnet oppholdstid for denne innsjøen.

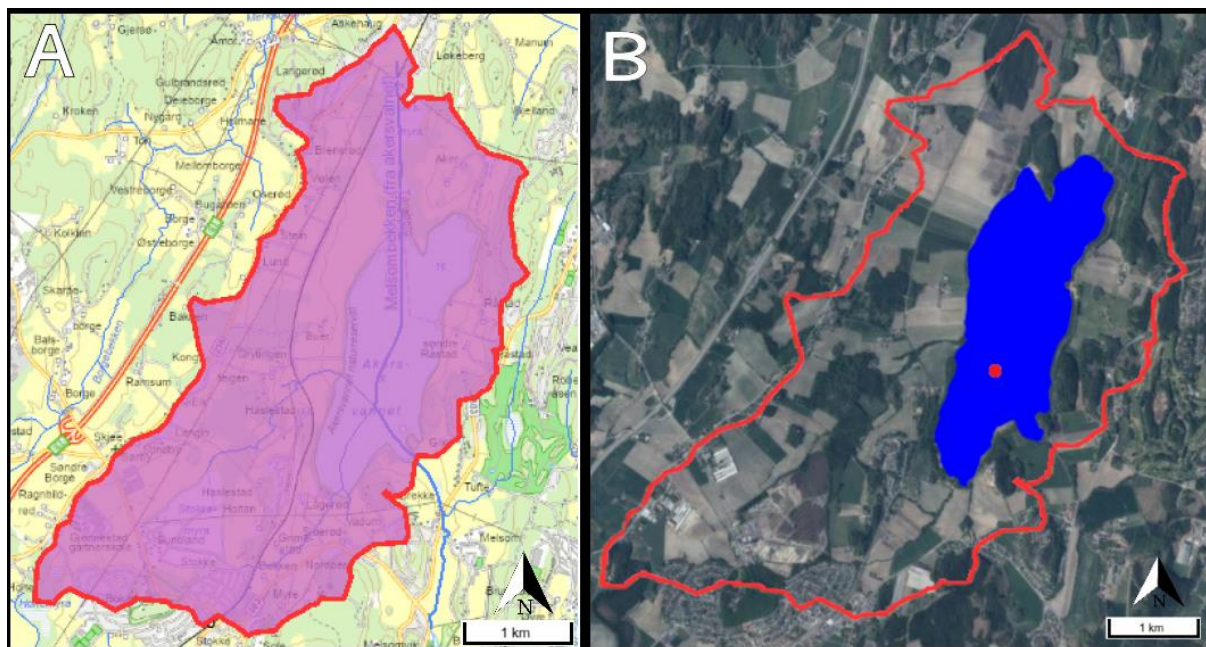


Figur 3: A: Beregnet nedbørfelt for Grorudvannet. Hentet fra www.nevina.nve.no. B: Satellittbilde over Grorudvannet (blått) med nedbørfeltets grense (rødt) og området rundt. Hentet fra Norgeskart. Rød prikk i innsjøen viser hvor prøvene ble innsamlet.

Akersvannet

Akersvannet, vannforekomst ID: 014-314-L, (figur 1, punkt 3) er beliggende med hovedretning i nord-sør og er lokalisert ca. 6 km sørvest for Tønsberg på grensen mellom Sandefjord og Tønsberg kommune. Innsjøen er en del av Horten-Larvik vannområde (Vannportalen 2023). Koordinatene til innsjøen er 32V 575609 6568078.

Akersvannet, med vanntypekode LEL23112 (tabell 1), er en middels stor, moderat kalkrik og klar innsjø med lavt middeldyp og ligger 14 moh. Akersvannet tilhører norsk vanntype L107 (Direktoratsgruppen vanddirektivet 2018 b). Beregnet nedbørfelt for Akersvannet er 15 km² (figur 4 A) og består hovedsakelig av dyrket mark (41%), skog (27%), bebyggelse (7%) og noe myr (3%) (figur 4 B). De resterende 22% er uklassifisert areal (NEVINA 2023). Akersvannet har en teoretisk oppholdstid på 1.7 år (Berge 1988). Utløpet til Akersvannet renner ut i Melsombekken. Akersvannet med randzone har siden 1981 hatt status som naturreservat. Det vernede området er til sammen 2 519 dekar (daa), av dette er litt i overkant av 92% vann (Statsforvalteren i Vestfold og Telemark 2023).



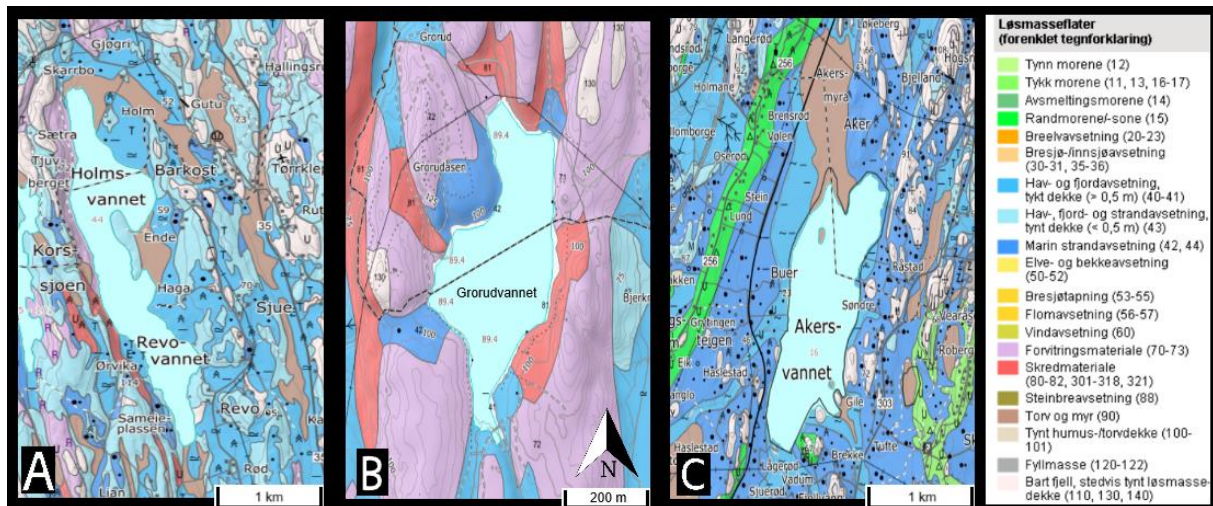
Figur 4: A: Beregnet nedbørfelt for Akersvannet. Hentet fra www.nevina.nve.no. B: Satellittbilde over Akersvannet (blått) med nedbørsfeltets grense (rødt) og området rundt. Hentet fra Norgeskart. Rød prikk i innsjøen viser hvor prøvene ble innsamlet.

Løsmasser i området

Alle innsjøene og områdene rundt ligger i sin helhet under marin grense (figur 5). Kwartærgeologiske kart fra Norges geologiske undersøkelser (NGU) viser at løsmassene rundt Revovannet (figur 6 A) består hovedsakelig av hav- og fjordavsetning i varierende tykkelse, samt noe torv og forvitret- og skredmateriale. Rundt Grorudvannet (figur 6 B) er det noe marin strandavsetning, men hovedsakelig forvitnings- og skredmateriale. Dette kan tyde på store bevegelser fra iskapen i dette området. Rundt Akersvannet (figur 6 C) er det hovedsakelig marin strandavsetning. Beliggende nordvest for innsjøen er det også funnet materiale etter en randmorene. Dette tyder på at sedimentene i og rundt Akersvannet har hatt lang tid for akkumulering av næringsstoffer fra havet da disse områdene har ligget lenge under havoverflaten.



Figur 5: Oversiktskart over marin grense i aktuell del av Vestfold fylke. Området som er farget blålilla er gammel havbunn. Toppene som befinner seg over marin grense er utskilt med blå grense. 1: Revovannet, 2: Grorudvannet og 3: Akersvannet. Hentet fra NGU.



Figur 6: Kart over de undersøkte innsjøene med forenklet tegnforklaring. A: Revovannet, B: Grorudvannet, C: Akersvannet. Hentet fra NGU.

Bergarter i området

De dominerende bergartene rundt Revovannet består hovedsakelig av latitt og noe rhyolitt. Begge er dagbergarter som ble dannet da lava størknet på overflaten (Selbekk 2020). Latitt består av feltspat (Raade 2020 a) mens rhyolitt består av kvarts, kalifeltspat og plagioklas (Raade 2020 b).

Rundt Grorudvannet er de dominerende bergartene syenitt og alkalifeltspatsyenitt og noe monzonitt. Syenitt er en dypbergart som dannes når magma størknet under overflaten (Bryhni 2020). Syenitt består av feltspat, noe plagioklas og biotitt, amfiboler og pyroksener (Raade 2020 c).

Området rundt Akersvannet er dominert av monzonitt. Monzonitt er dypbergart og består av feltspat og plagioklas (Raade 2020 d). For bestanddelene i de ulike mineralene vises det til tabell 2.

3 Metode

Prøvetakingsprosedyren for vannkjemi og planteplankton (NS-EN 16698:105) sier at prøvetakingstidspunkt i Sør-Norge skal være månedlig i perioden mai-oktober. Dette for å dekke opp endringer før og under vekstsesongen og livssyklusen til vannlevende organismer (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018 a). Da feltarbeidet for denne oppgaven ble gjennomført i samarbeid med Miljøavdelingen hos Statsforvalteren i Vestfold og Telemark og deres overvåkningsprogram av innsjøer i Vestfold fylke ble det samlet inn prøver én gang i måneden i perioden juni-september (tabell 2). Grunnen til at det kun ble gjennomført fire runder i felt er på bakgrunn av det foreligger data over et lengre tidsrom slik at NIVA mener det holder for normal overvåkning av disse innsjøene. Miljøavdelingen hos Statsforvalteren får også plass til flere innsjøer på budsjettet hvert år (Allum, personlig kommunikasjon, 10. april 2024).

Tabell 2: Prøvetakingsdatoene for kjemiske støtteparametere og planteplankton i Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet. På grunn av sykdom var det kun Statsforvalterens representant som innhentet vannprøver 12. og 13.07.2023.

Dato for prøvetaking	Innsjø
06.06.2023	Revovannet Grorudvannet Akersvannet
12.07.2023	Grorudvannet
13.07.2023	Revovannet Akersvannet
15.08.2023	Revovannet Grorudvannet Akersvannet
20.09.2023	Revovannet Grorudvannet Akersvannet

Prøvetaking i felt

Vannprøvene ble hentet der innsjøene er dypest. Alt utstyr ble skyllet i vann fra innsjøene tre ganger før prøvebeholderne ble fylt og lagret.

Det første som ble utført på hver prøvestasjon var å fastslå siktedypet ved å bruke en standard Secchi-skive. Skiven ble senket ned i innsjøen til den ikke var synlig lenger for så å dras opp til det punktet den blir synlig fra overflaten. Snoren til Secchiskiven hadde inndelinger for hver halve meter slik at siktedypet enkelt kunne fastslås. Samtidig ble fargen mot Secchiskiven notert.

Vannprøver ble hentet med 1 liters Ruttner vannhenter fra KC Denmark A/S på hver meter fra overflaten og ned til 2x siktedypet. Revovannet er så grunt at her ble det hentet vann fra hver halvmeter. Vann som ble hentet opp ble så overført til en større vandunk. Dette kalles blandprøve og er representativ for den produktive delen av vannsøylen. Grunnen til at det tas prøver ned til 2x siktedyp er fordi dette er den eufotiske sonen. Den eufotiske sone går så langt ned i en innsjø som lysintensiteten er høy nok til at fotosyntese fra alger kan forekomme (Thronsen, 2021).

Flere av parameterne ble analysert i felt ved bruk av måleinstrumentet ProDSS fra YSI (figur 7). ProDSS er et fler-parameters håndholdt måleapparat for vannkvalitet som analyserer og gir resultat i felt. ProDSS fungerer ved å senke en sonde som er kablet til den håndholdte delen ned på ønsket dyp for analyse. ProDSS gjør flere målinger som lagres på minnekort for videre databehandling og analyser (Xylem, 2024). Parameterne som ble analysert ved hjelp av ProDSS var: temperatur, pH, ledningsevne og oksygen (O_2).



Figur 7: Måleapparatet YSI ProDSS Fler-Parameter Vannkvalitets-måler. Bildet er hentet fra Fondriest Environmental, INC.

Tabell 3: Nøyaktigheten for måleapparatet YSI ProDSS Multi-Parameter Water Quality Meter (YSI, 2024).

Parameter	Nøyaktighet
Temperatur	$\pm 0.2^{\circ}\text{C}$
Ledningsevne	$\pm 0.001\text{ mS/cm}$
pH	± 0.2 enheter
Oksygenkonsentrasjon	$\pm 0.1\text{ mg/L}$
Oksygenmetning	1%

Temperatur, pH, ledningsevne og oksygen

Temperatur, pH, ledningsevne og oksygen (konsentrasjon og metning) i innsjøene ble målt og beregnet ved å senke sonden til ProDSS sakte fra overflaten og til bunnen av innsjøen. Se tabell 3 for nøyaktigheten til måleapparatet.

Klorofyll-A

Vann fra blandprøven ble overført til en literflaske i plast med skrukork. Disse flaskene var brune i farge slik at sollys ikke slipper gjennom. Literflaskene ble så plassert i en kjølebag for oppbevaring frem til filtrering.

Cyanobakterietoksin

Vann fra blandprøven og overflaten ved prøvestasjonene ble overført til to 15 mL plastrør med skrukork. Plastrørene ble oppbevart i en lukket kjølebag så lenge feltarbeidet foregikk

Planteplankton

Det ble tatt en kvalitativ og en kvantitativ planktonprøve for hver innsjø ved alle feltrundene. Den kvalitative prøven ble tatt ved hjelp av en 25µm planktonhåv fra KC Denmark A/S. Prøven ble overført til standard glassflaske med skrukork i plast. Den kvantitative prøven ble hentet fra blandprøven. Vann fra blandprøven ble overført til standard glassflaske med skrukork i plast. Begge glassene ble tilført Lugols løsning for konservering og plassert i kjølebag for midlertidig lagring i felt.

Analyser på laboratoriet

Det var opprinnelig planlagt å bruke data fra egne analyser av Total-fosfor (Tot-P) og Total-Nitrogen (Tot-N) som skulle gjennomføres ved USN Bø sitt laboratorium. Pga. sykdom hos laboratoriepersonal og metoder som ikke fungerte optimalt ble ikke dette mulig. Det ble gjort flere forsøk på å analysere Tot-P ved bruk av NS 4725 og instrumentet PerkinElmer UV/VIS Spectrometer Lambda 25 og Tot-N med metode NS 4743 og instrumentet FIALab AIM3000 uten av instrumentene gav brukbare resultater. På bakgrunn av dette er en del av dataene fra 2023 fra Vestfold Lab sine analyser utført på oppdrag fra Statsforvalteren i Vestfold og Telemark. Disse dataene sees i vedlegg 1.

Fysiske-kjemiske analyser utført ved USN

Fargetall (mg Pt/L)

Analysen ble utført etter NS-EN ISO 7887.

Vannprøvene og en standardløsning med en konsentrasjon på 100 mg Pt/L ble hentet fra kjøleskapet om morgenen og plassert i romtemperatur, slik at de var ved riktig temperatur under analysen. For å fjerne partikler og andre urenheter som kunne påvirke nøyaktigheten av analysene, ble alle vannprøvene filtrert gjennom et Whatman 0.45 µm cellulose membranfilter. Analysene ble utført ved hjelp av en PerkinElmer UV/VIS Spectrometer Lambda 25, med en 1 cm glasskvyette ved en bølgelengde på 410 nm. Spektrometeret ble først nullstilt med destillert vann. Deretter ble det destillerte vannet brukt som en blank, som ble matet inn i spektrometeret. Blankprøven ble tømt fra glasskvyetten ved hjelp av en vannstrålepumpe. Deretter ble en standardløsning med en konsentrasjon på 100 mg Pt/L tilsatt spektrometeret, før vannprøvene ble analysert og resultat ble beregnet digitalt ut ifra standardkurven.

Klorofyll-a ($\mu\text{g/L}$)

Analysen ble utført etter NS 4766.

Samme dag som prøvene ble samlet inn fra felt ble vannprøvene for klorofyll-a filtrert og filtrene nedfryst for videre analyser.

Opptil 1 L ble filtrert gjennom et Whatmann Glass Microfiber GFC-filter. Nøyaktig mengde filtrert vann ble notert ned for senere beregning av klorofyll-a konsentrasjon. Alle filtrene ble så brettet før de ble pakket inn i aluminiumsfolie og fryst.

Som en del av forberedelsene til analysen ble filtrene klippet opp, tilsatt 90% aceton og pulverisert med Heidolph DIAX 600. Denne ble pirket fri for filterrester mellom hver prøve. Når alle prøvene var blitt pulverisert, ble hvert rør pakket inn i plast og plassert i et mørkt skap for å unngå lypåvirkning og slik at klorofyllet kunne ekstraheres uten at for mye aceton ville fordampe. Dagen etter ble alle prøvene sentrifugert i 15 minutter ved 4 000 rpm. slik at filterrestene samles i bunn og acetonet med klorofyll-a er tilgjengelig i supernatanten for analyser. Analysen ble utført med en PerkinElmer UV/VIS Spectrometer Lambda 25 som var nullstilt med 90% aceton. Prøvene ble målt ved 665 og 750 nm og det ble brukt en 5 cm avlang kvartskyvette.

Cyanobakterietoksiner

Plastrørene som innehold toksinprøvene ble fryst samme dag som de ble samlet inn fra felt. Disse ble også tint og fryst igjen til sammen tre ganger slik at cyanobakterie-celleveggene gikk i oppløsning og toksiner kom ut i løsning og tilgjengeliggjort for selve analysene. Det ble analysert for microcystin og saksitoksin. Analysemetoden som ble brukt var ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay). Microcystin (ADDA)-DM ELISA og Saxitoxin (PSP) ELISA testsett fra Eurofins/Abraxis ble brukt. Forberedelsene til analysene ble utført i henhold til vedlegg 2. Selve analysen ble utført ved hjelp av Metertech M965+ og konsentrasjonene ble beregnet ved hjelp av en Excel-fil laget av Instituttet for natur, helse og miljø ved USN (vedlegg 3).

Biologiske analyser utført ved USN

Kvalitativ planteplanktonundersøkelse

For den kvalitative analysen ble det brukt Olympus CX21 mikroskop, der både 100x- og 400x forstørrelse ble benyttet. Artsidentifiseringen ble gjort ved å pipettere ut en liten mengde prøve fra bunnen av prøveglassene og plassere en dråpe på et objektglass. Et dekkglass ble så plassert over dråpen før prøven ble mikroskopert. Til sammen ble det analysert 10 dråper fra hver prøve.

Kvantitativ planteplanktonundersøkelse

For den kvantitative analysen ble det brukt et Olympus CK2 omvendt mikroskop. Telleruten i okularet ble kalibrert med en mikrometerskala, slik at størrelsen på den store og de små tellerutene ble registrert. Prøvene ble satt til sedimentering dagen i forveien. Dette ble gjort ved å feste en sedimentasjonskolonne til en bunnplate ved å bruke silikon på kantene. Det ble brukt 10 mL sedimentasjonskolonne på prøvene fra Revovannet og Akersvannet som begge er næringsrike innsjøer. For Grorudvannet ble 25 mL kolonne benyttet da denne er en næringsfattig innsjø. Den aktuelle prøveflasken ble så vendt om 100 ganger siden alt plankton hadde sunket til bunns. Sedimentasjonskolonnen ble så fylt helt full og lukket med å skli en glassplate over slik at det ikke var noe luft i kolonnen. Tellekammeret ble plassert på et mørkt sted over natten slik at planktonet kunne sedimenteres. Rundt tellekammeret var det også vann som var med på å redusere fordampingen i selve sedimentasjonskolonnen. På selve analysedagen ble en annen glassplate sklidd over bunnplaten og sedimentasjonskolonnen fjernet. Kvantitativ analyse av planteplankton ble utført i henhold til Utermöhl 1958 i omvendt mikroskop med noen tilpasninger. Store plankton ble telt ved 100x forstørrelse, mens små plankton ble telt på 400x forstørrelse. Selve tellingen ble utført ved først å telle 2x15 store ruter på kryssende diameter i tillegg til 20 vilkårlige ruter slik at totalt antall ruter som ble telt var 50 per prøve. Størrelsen (lengde, bredde og diameter) ble målt for de 10 første individene av hver art og et gjennomsnitt ble så regnet ut. Om det var mye av en art ble det telt til antallet passerte 100 og antall ruter notert ned i henhold til *Methods for Quantitative Assessment of Phytoplankton in Freshwaters* av Olrik et al. (1998).

Artsidentifisering for både den kvalitative og den kvantitative analysen ble utført i henhold til *Manual on aquatic cyanobacteria* av Cronberg & Annadotter (2006), *Växtplanktonflora* av Tikkanen & Willén (1992) og *Växtplanktonkompendium* fra Universitetet i Uppsala (1981). I ettertid ble alle artsnavn dobbeltsjekket med databasene AlgaeBase, Nordic Microalgae og World Register of Marine Species (WoRMS) for oppdaterte artsnavn. Grunnen til at WoRMS også ble brukt, er at databasen også er gjeldende for ferskvannsarter, og at oppslagsverket der føltes mer oversiktlig under undersøkelsen for utdaterte/oppdaterte artsnavn.

For bestemmelser og valg av geometriske formler for cellevolum ble *Räkningsförfarande av växtplankton vid laboratoriet for miljökontroll, Uppsala* av Willén et al. (1985) brukt. Grunnet tidsperspektivet ble ikke verktøyboksen til Nordic microalgae brukt ved beregning av biomasse. For biomasse ble et regneark utviklet ved INHM basert på innsjøen Holmen (1995) brukt (vedlegg 3).

Cyanobakterie er den mest oppdaterte benevnelsen på blågrønnalger, men likevel vil *Cyanophyta* bli brukt som ekvivalent når resultatene blir presentert. Dette på grunn av at artslistene ved utregningene for den kvantitative undersøkelsen er utført i samme rekkefølge som er oppgitt i *Växtplanktonflora* av Tikkanen & Willén.

4 Resultater og diskusjon

I dette kapittelet vil dataene som er relevant for denne oppgaven oppsummeres og diskuteres. Resultatene for de tre innsjøene vises i tabell 4. Alle primærdata, både det som er analysert selv og data som er gitt av Statsforvalteren i Vestfold og Telemark, kan sees i vedlegg 4.

Tabell 4: Maksimum, minimum, gjennomsnitt, median og standardavvik av analyserte vannprøver fra perioden juni-september 2023 i Revovannet (øverst), Grorudvannet (midten) og Akersvannet (nederst). Dataene som blir diskutert i dette kapittelet er markert i gult.

Revovannet						
Parameter	Enhet	Maks.	Min.	Gjennomsnitt	Median	Standardavvik
Temperatur	°C	21	15	18	19	2
O ₂	mg/L	12.1	10.1	11	10.9	0.8
O ₂ -metning	%	131	110	117	113	8
Siktedyp	m	0.9	0.5	0.6	0.5	0.2
pH		9.7	6.8	8.8	9.4	1.2
Ledningsevne	mS/m	7.9	6.8	7.4	7.4	0.4
Turbiditet	FNU	35	13	23	22	8
Fargetall	mg Pt/L	35	26	30	29	4
TOC	mg/L	12.2	6.7	8.5	7.5	2.1
Ca ²⁺	mg/L	9.4	7.8	8.7	8.9	0.6
NO ₃ - N	µg/L	<10	<10	<10	<10	0
Ortofosfat	mg/L	<2	<2	<2	<2	0
Total-fosfor	µg/L	59	26	43	44	14
Total-nitrogen	µg/L	810	570	683	675	85
N/P-kvote		22	11	17	18	4
Klorofyll-a	µg/L	60	2	30	26	24
Total biomasse	mg/L	238	18	86	43	89
Cyanophyta biomasse	mg/L	35	2	86	15	12
Microcystin	µg/L	4	2	3	3	1
Saksitoksin	µg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0
Grorudvannet						
Parameter	Enhet	Maks.	Min.	Gjennomsnitt	Median	Standardavvik
Temperatur	°C	11	9	10	10	0
O ₂	mg/L	8.5	6.5	7.5	7.4	0.8

O ₂ -metning	%	76	61	69	70	5
Siktedyp	m	5.5	2	3.5	3.3	1.4
pH		7.2	6.8	7.1	7.2	0.2
Ledningsevne	mS/m	2.8	2.5	2.6	2.5	0.1
Turbiditet	FNU	2	1	2	2	0
Fargetall	mg Pt/L	10	7	9	10	1
TOC	mg/L	6.8	4.5	5.2	4.8	0.9
Ca ²⁺	mg/L	1.6	1.6	1.6	1.6	0
NO ₃ ⁻ - N	µg/L	<10	<10	<10	<10	0
Ortofosfat	mg/L	<2	<2	<2	<2	0
Total-fosfor	µg/L	9	6	8	8	1
Total-nitrogen	µg/L	360	220	293	295	63
N/P-kvot		45	34	39	38	4
Klorofyll-a	µg/L	3	1	2	3	1
Total biomasse	mg/L	2	0.5	1	1	1
Cyanophyta biomasse	mg/L	0.5	0	1	0	0
Microcystin	µg/L	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15
Saksitoksin	µg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0
Akersvannet						
Parameter	Enhet	Maks.	Min.	Gjennomsnitt	Median	Standardavvik
Temperatur	°C	19	16	18	18	1
O ₂	mg/L	8.4	7.4	7.8	7.7	0.4
O ₂ -metning	%	99	78	85	82	8
Siktedyp	m	2	1.3	1.6	1.5	0.3
pH		8.3	6.4	7.6	7.8	0.7
Ledningsevne	mS/m	19.7	18.9	19.2	19.1	0.3
Turbiditet	FNU	13	5	9	9	3
Fargetall	mg Pt/L	31	24	27	27	3
TOC	mg/L	6.5	6	6.2	6.2	0.2
Ca ²⁺	mg/L	15.9	14.8	15.3	15.3	0.4
NO ₃ ⁻ - N	µg/L	970	230	483	365	298
Ortofosfat	mg/L	<2	<2	<2	<2	0
Total-fosfor	µg/L	35	17	26	25	7
Total-nitrogen	µg/L	1200	710	895	835	195
N/P-kvot		71	20	40	34	19
Klorofyll-a	µg/L	7	4	5	5	2
Total biomasse	mg/L	618	2	311	312	302

Cyanophyta biomasse	mg/L	612	0	301	296	293
Microcystin	µg/L	1	0	1	1	0
Saksitoksin	µg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	0

Vannkvalitet

Temperatur og oksygen

Temperatur er med på å direkte og indirekte kontrollere de fleste prosesser som foregår i en innsjø. Vannets tetthet styres av temperaturen som igjen er med på å bestemme inndelingen av de ulike sjiktene og dermed hvordan en innsjø sirkulerer. Sirkulasjonen styrer blant annet fordelingen av næring og gasser (Cole & Weihe, 2016).

Temperaturen i Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet viser som forventet store ulikheter. Figur 10 øverst viser at Revovannet ikke oppnådde sommerstagnasjon i 2023, altså ingen lagdeling. Revovannet er den grunneste av de undersøkte innsjøene, med et maksdyp på 3.5 m, og sirkulerte hele prøveperioden fra juni til september.

Grorudvannet hadde allerede oppnådd sommerstagnasjon ved første feltrunde (figur 8, midten). Gjennom hele prøvesesongen sees lagdeling, epilimnion, metalimnion og hypolimnion, tydelig. Siste feltrunde i september kan det tenkes at utviklingen av høstsirkulasjon har startet da temperaturen er jevn i epilimnion og sprangsjiktet begynner å minske (figur 8, gul kurve midten).

Akersvannet hadde også oppnådd en svak temperatursjiktning i vannet ved de to første prøvetakingsrundene. Det kan se ut som om det er fullsirkulasjon i denne innsjøen allerede i august (figur 8, nederst).

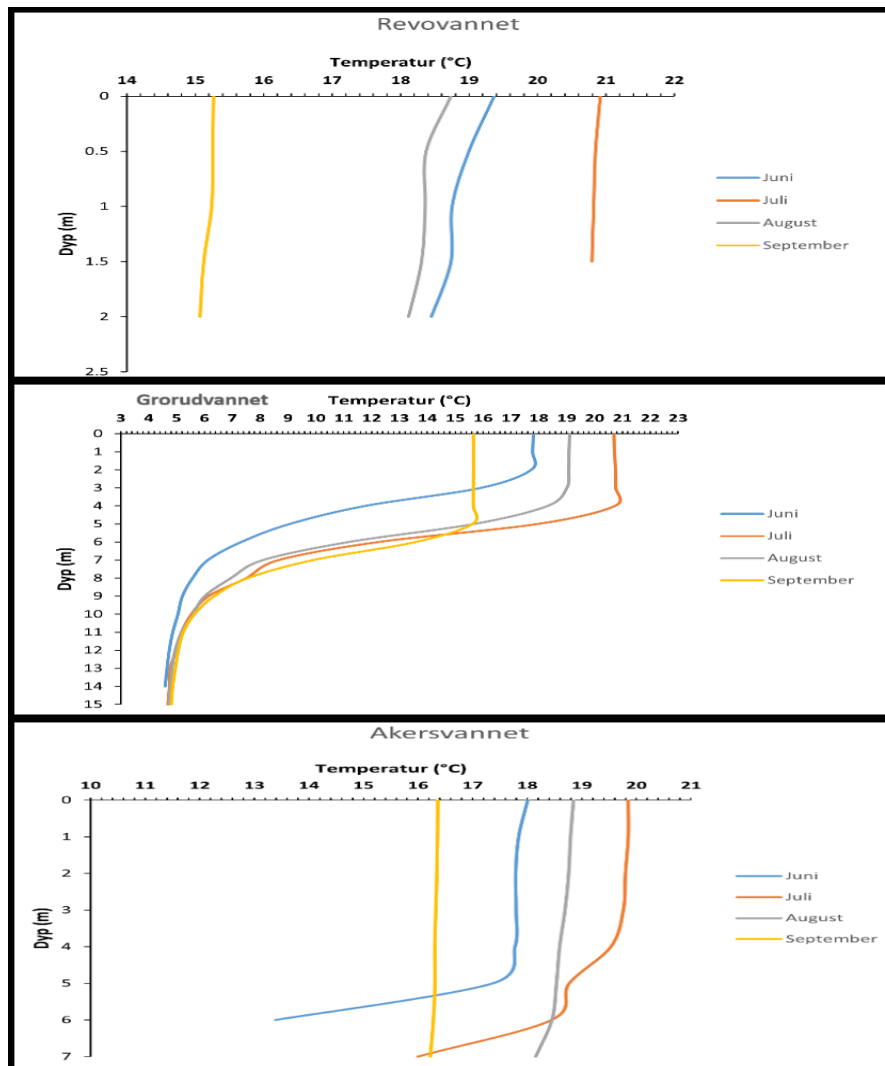
Normalt vil man kunne forvente en viss sammenheng mellom temperatur i en innsjø og mengden oksygen, at en innsjø med lav temperatur vil inneholde høyere konsentrasjoner av oksygen (Bozorg-Haddad et al, 2021).

Oksygenmetningen i Revovannet viser en svak økning i dypet for juni (figur 9, blå kurve øverst), ellers er det hovedsakelig lik fordeling gjennom hele vannsøylen for juni og juli måned. Kurvene for august og september viser antydning til klinograde fordelinger (figur 9, grå og oransje kurve øverst). Klinograd fordeling betyr lav oksygenmetning i hypolimnion (Økland & Økland, 2006). Revovannet har overmetning av oksygen, altså mer enn 100% i hele vannmassen med unntak i august da metningen avtar noe mot bunnen. Beregnet gjennomsnitt i Revovannet er 117%, der den høyeste målingen var 131% i juni (figur 9, øverst). Denne overmetningen skjer sannsynlig på grunn av stor produksjon i innsjøen.

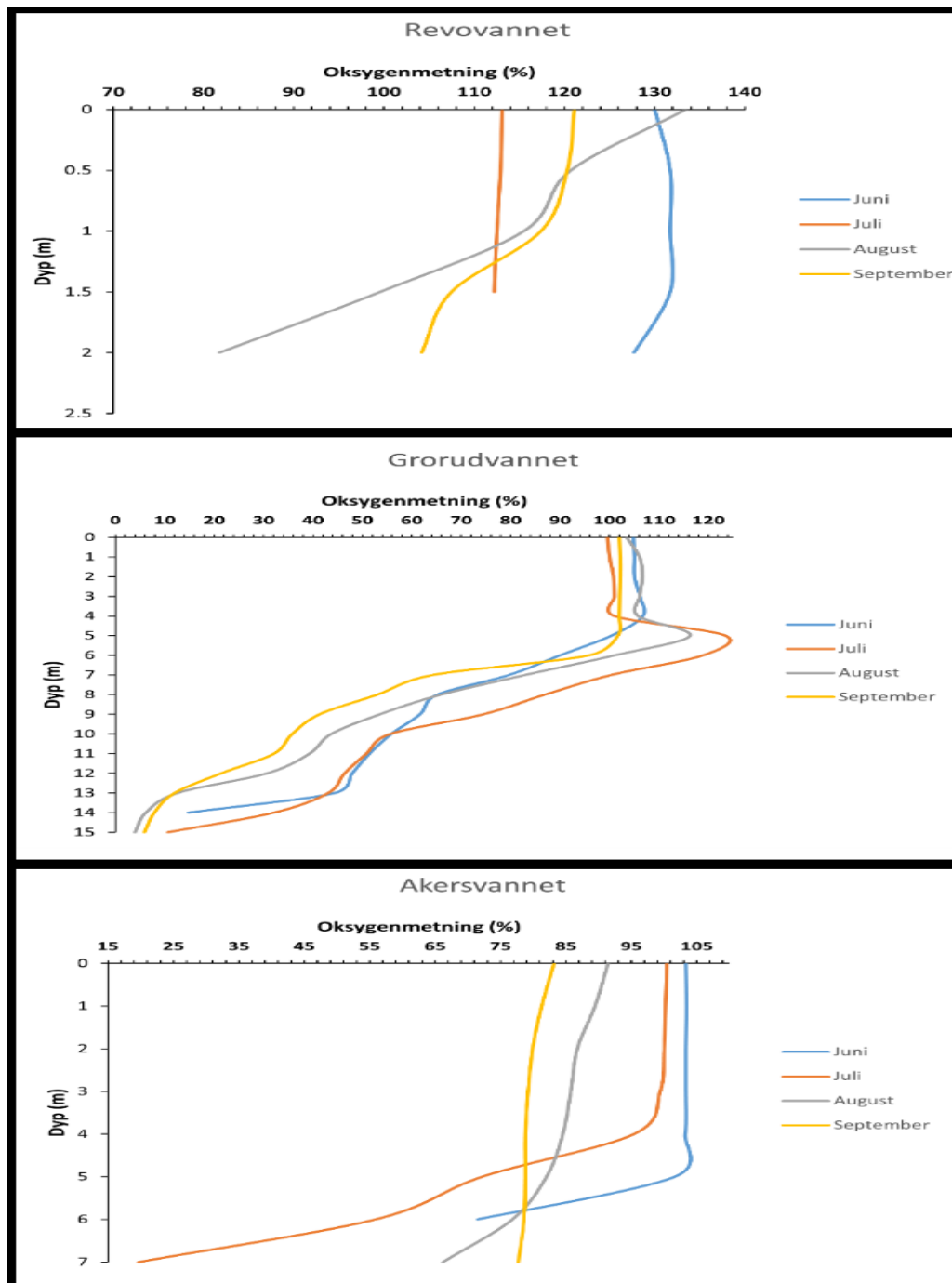
Målingene av oksygen i Grorudvannet viser en positiv heterograd kurve for innsjøen (figur 9, midten). Positiv heterograd oksygenkurve vil si at maksimumsverdiene for oksygen finnes i metalimnion. Målingene i Grorudvannet viser at maksimumsmålingene er på ca. 5 meters dyp. Ved å sammenligne med temperaturmålingene starter hypolimnion på rundt 7 meters dyp (figur 9, midten). Det er flere årsaker til en positiv heterograd oksygenkurve. En grunn kan være at planteplanktonet samles nederst i metalimnion og holder seg over sprangsjiktet grunnet økt tetthet av vannmassene. Den økte oksygenmetningen vil da være forårsaket av fotosyntiserende planteplankton (Smith & Piedrahita, 1988). Det er generelt dårlig med oksygen i bunnvannet i Grorudvannet. Laveste målte oksygenmetningen var 4% på det dypeste punktet i innsjøen (vedlegg 5). Også ved første feltrunde var det lav oksygenmetning på dypet (44%). Da det normalt er vårsirkulasjon, ville det vært naturlig med høyere oksygenmetning før en eventuell sommerstagnasjon inntraff. Dette kan tyde på at Grorudvannet kan være en meromiktisk innsjø. Meromiktisk vil si at hypolimnion sjeldent blandes med resten av vannmassen, altså at innsjøen ikke har fullsirkulasjon. Ofte vil det være høye konsentrasjoner av salter og jern (Fe) nær bunnen i en meromiktisk innsjø (Stewart et al., 2009). Ledningsevnen nær bunnen i Grorudvannet ble som høyest målt til 16 mS/m, mens det på overflaten var 3 mS/m (vedlegg 5). Om Grorudvannet skulle være en meromiktisk innsjø faller begrepene metalimnion og hypolimnion bort. I så fall er miksolimnion det øverste laget, der sirkulasjon foregår som normalt, og monimolimnion det nederste laget som har stagnert. Disse sjiktene er skilt av kjemoklinen (Hongve, 2021).

Fordelingen av oksygen i vannsøylen til Akersvannet følger temperaturfordelingen. Undersøkelsene fra de to første feltrundene viser en form for lagdeling i vannsøylen. I prøven

fra august ser det ut som innsjøen er midt i en sirkulasjon og ved siste feltrunde er det lik fordeling gjennom hele vannsøylen (figur 9, nederst).



Figur 8: Temperaturfordelingen (°C) i Revovannet (øverst), Grorudvannet (midten) og Akersvannet (nederst) i perioden juni-september 2023. X-aksens origo starter på ulike verdier for å gi best mulig visuell representasjon da figurene er noe små.



Figur 9: Oksygenmetning (%) i Revovannet (øverst), Grorudvannet (midten) og Akersvannet (nederst) perioden juni-september 2023. X-aksens origo starter på ulike verdier for å gi best mulig visuell representasjon da figurene er noe små.

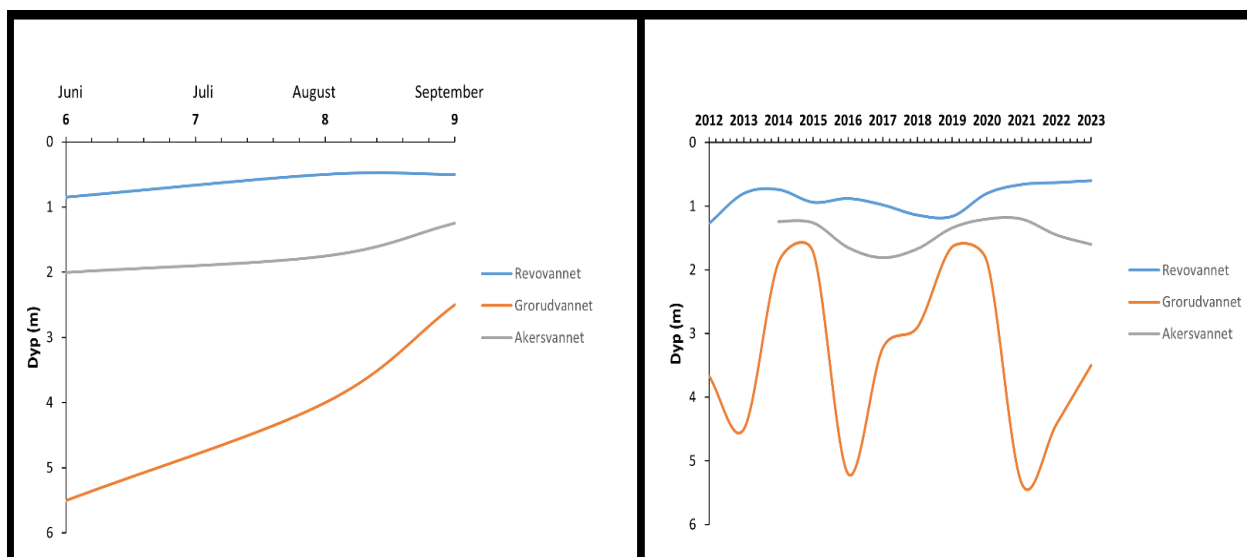
Siktedyp

Siktedypet blir brukt som en parameter i klassifiseringen av miljøtilstanden til en innsjø. Ved å undersøke siktedypet gis et frempek på hvor høyt eller lavt innholdet av partikler, humusstoffer og jern i en innsjø kan være (Cole & Weihe, 2016).

Målingene mellom juni-september 2023 ga Revovannet et gjennomsnittlig siktedyp på 0.6 meter, dette tilsvarer 30% av middeldypet som er 4 meter. Største siktedyp var 0.85 meter. Siktedypet i Grorudvannet ble målt til 3.5 meter, maksimum 5.5 meter. Akersvannet ble målt til 1.5 meter med maksimum på 2 meter. Grorudvannet viser en stor forverring i siktedyp gjennom prøvetakingsperioden i 2023 (figur 10, t.v.). Dette kan forklares med økende planteplanktonbiomasse i innsjøen.

Ved å legge siktedypet til grunn for å anslå humøsiteten til innsjøene vil Revovannet og Akersvannet være polyhumøs mens Grorudvannet blir mesohumøs (inndeling etter Økland & Økland, 2006).

Ser vi på utviklingen de siste 10 årene har siktedypet i Revovannet og Akersvannet vært forholdsvis stabilt. Grorudvannet har de største variasjonene, her kan det se ut som innsjøen opplever en sterk forverring i 2015 og 2019 (figur 10, t.h.). I 2015 var det flom på Østlandet, så dette kan være grunnen til forverringen i siktedypet i den perioden (Wang, 2016).



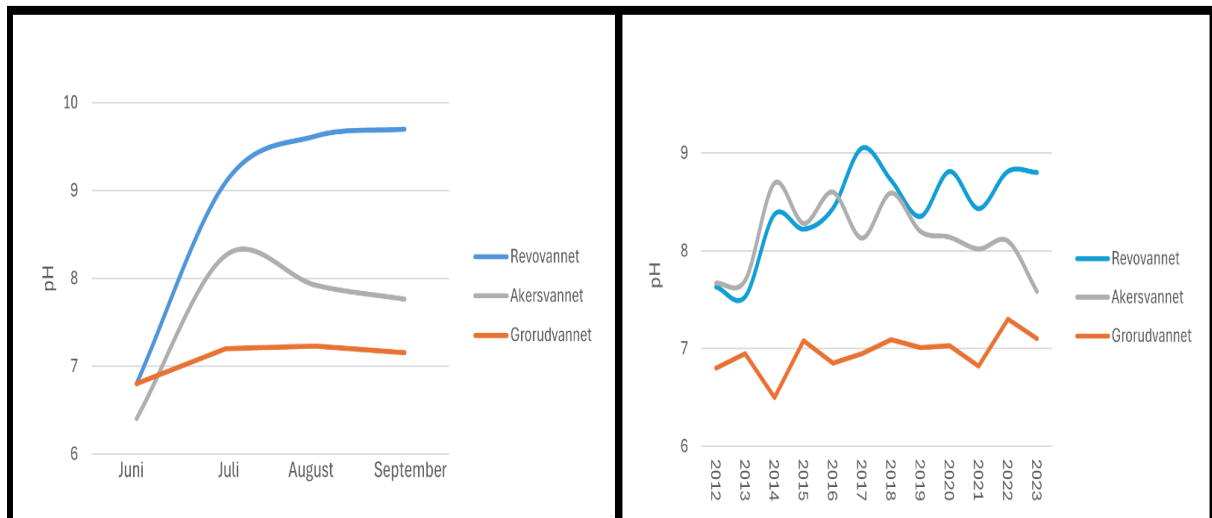
Figur 10: Siktedyp (m) i perioden juni-september 2023 (t.v.) og gjennomsnittlig siktedyp i perioden 2012-2023 (t.h.) i Revovannet (blå kurve), Grorudvannet (oransje kurve) og Akersvannet (grå kurve). Data fra perioden 2012-2022 er hentet fra Vannmiljø.

pH

Revovannet har høyest pH av de tre innsjøene. Første måling i juni så bra ut, da ble den målt til 6.8. De tre neste månedene økte pH for hver måned. Høyeste måling var i september der pH var like under 9.7. I denne innsjøen sees en kraftig økning av pH mellom 6. juni til 13. juli, samt at kurven viser en svak, kontinuerlig økning gjennom resten av prøvetakingsperioden (figur 11, blå kurve t.v.). Den kraftige økningen kan forklares med kraftig fotosyntese på grunn av eutrofiering. At en innsjø blir så alkalisk er ikke gunstig da dette vil være med på å fremme et levested som er passende for cyanobakterier og dermed presse ut algesamfunn som hører naturlig til (Kjensmo & Hongve, 2022). Grorudvannet (pH 7) er den eneste innsjøen der pH er nøytral (figur 11, oransje kurve t.v.). I Akersvannet varierte pH mellom 6.4 og 8.3 i prøvetakingsperioden (figur 11, grå kurve t.v.). Alle tre innsjøene ligger over gjennomsnittlig pH for innsjøer beliggende på Østlandet (Hindar et al., 2020)

I perioden 2012-2023 er det en jevn økning av pH i både Revovannet og Grorudvannet, mens den synker i Akersvannet (figur 11, t.h.). Det kan tenkes at økende avrenning fra jordbruket kan

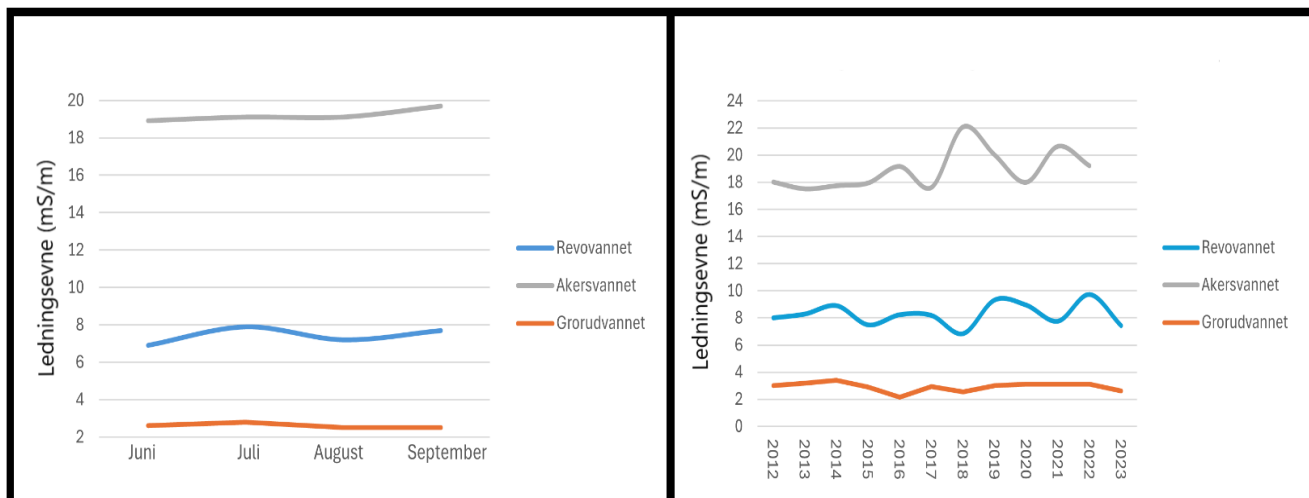
være en forklaring på hvorfor pH øker i Revovannet og Grorudvannet i perioden 2012-2023. Dette fører til mer alger og plankton som igjen leder til mer fotosyntese i vannet og høyere pH (Invers et al., 1997). At Akersvannet viser nedgang kan tyde på at de tiltakene for å redusere avrenningen som er satt i gang har effekt.



Figur 11: pH i perioden juni-september 2023 (t.v.) og gjennomsnittlig pH i perioden 2012-2023 (t.h.). i Revovannet (blå kurve), Grorudvannet (oransje kurve) og Akersvannet (grå kurve). Data fra perioden 2012-2022 er hentet fra Vannmiljø.

Ledningsevne

Ledningsevnen i innsjøene er ganske stabil gjennom perioden juni-september 2023 (figur 12, t.v.). Nasjonal Innsjøundersøkelse 2019 fastslår gjennomsnittlig ledningsevne til innsjøer på Østlandet til å være 1.6 mS/m (Hindar et al., 2020). Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet har alle en ledningsevne over gjennomsnittet. Revovannet har nesten fem ganger så høy ledningsevne (7 mS/m) som gjennomsnittet, Grorudvannet har nesten dobbelt så høy ledningsevne som gjennomsnittet med 3 mS/m og Akersvannet har 12 ganger så høy ledningsevne (19 mS/m) (tabell 4). Den høye ledningsevnen kan forklares med en kombinasjon av lettløselige bergarter da hele området som nevnt befinner seg under marin grense, og antropogen påvirkning som avrenning fra jordbruk. Ved å sammenligne 2023-sesongen med perioden 2012-2023 kan det se ut som dette er normalen for disse innsjøene de siste 10 årene (figur 12, t.h.).



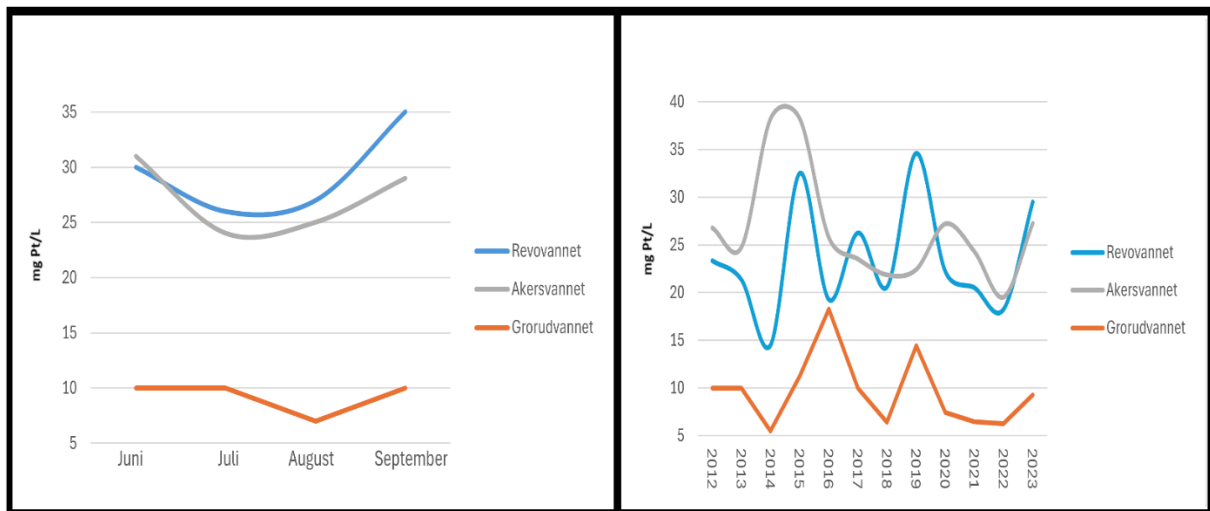
Figur 12: Ledningsevne (mS/m) i perioden juni-september 2023 (t.v.) og gjennomsnittlig ledningsevne i perioden 2012-2023 (t.h.) i Revovannet (blå kurve), Grorudvannet (oransje kurve) og Akersvannet (grå kurve). Data fra perioden 2012-2022 er hentet fra Vannmiljø.

Fargetall

Fargetallet uttrykker mengden løst organisk materiale i en innsjø. Revovannet hadde et fargetall på 30 mg Pt/L i 2023. Revovannet er da en mesohumøs innsjø. Grorudvannet hadde ett fargetall på 9 mg Pt/L, innsjøen er oligohumøs. Akersvannet fikk et fargetall på 27 mg Pt/L (tabell 4), denne er også mesohumøs (Økland & Økland, 2006). Ved å sammenligne fargetall og siktedyp i forhold til humøsiteten i innsjøene vil ikke disse samsvare. Alle innsjøene får dårligere plassering ved å bruke siktedyp som parameter.

Figur 13 viser en liten nedgang i fargetallet i alle tre innsjøene i perioden juli-august før det økte igjen. Over tid er det Revovannet som varierer mest i fargetall.

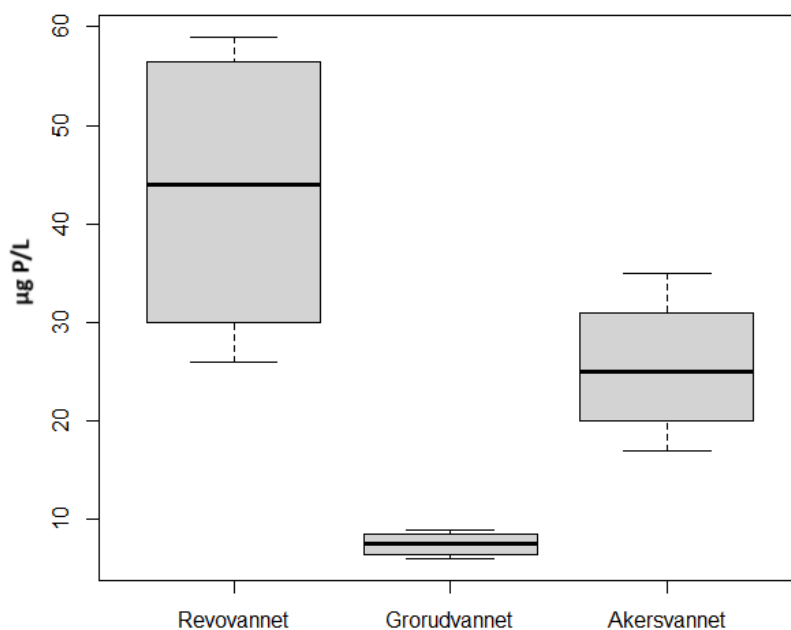
Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet er klare innsjøer i henhold til klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppen vanddirektivet, 2018).



Figur 13: Fargetall (mg Pt/L) i perioden juni-september 2023 (t.v.) og gjennomsnittlig fargetall i perioden 2012-2023 (t.h.) i Revovannet (blå kurve), Grorudvannet (oransje kurve) og Akersvannet (grå kurve). Data fra perioden 2012-2022 er hentet fra Vannmiljø.

Total-fosfor 2023

Gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon for innsjøer på Østlandsområdet er 4.7 µg/L (Hindar et al., 2020). Fosfor analysene for prøvetakingsperioden juni-september 2023 ga Revovannet et gjennomsnittlig innhold av total-fosfor på 43.3 µg/L med et maksimum innhold analysert til 59 µg/L (tabell 4). Jamfør tabell 6.8 i Veileder 2:2018 *Klassifisering av miljøtilstand i vann* tilsvarer dette «Svært dårlig» tilstand for denne type innsjø. Fosforinnholdet i Grorudvannet ga et gjennomsnitt på 8 µg P/L der maksimum var 9 µg/L. Dette gir innsjøen «God» tilstand for denne parameteren. For Akersvannet var fosforinnholdet 26 µg/L i gjennomsnitt der maksimum ble målt til 35 µg/L. Ved å følge tabell 6.8 i Veileder 2:2018 *Klassifisering av miljøtilstand i vann* vil Akersvannet havne i tilstandsklasse «Dårlig» for total-fosfor. Som figur 14 viser er det Revovannet som tydelig har det høyeste innholdet av total-fosfor av innsjøene. Revovannet har også størst variasjon i total-fosformålingene gjennom perioden juni-september.

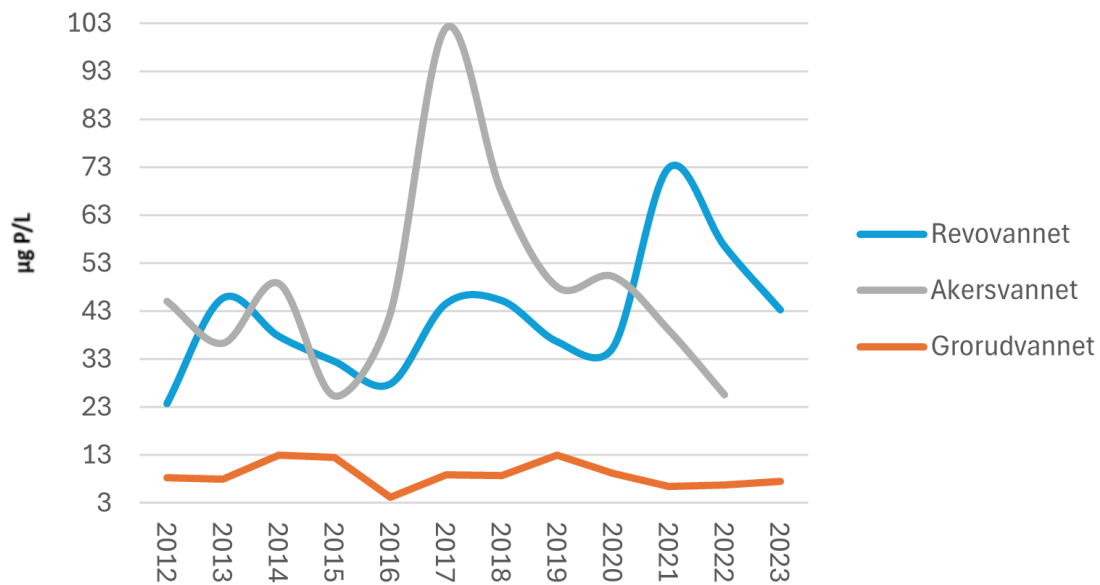


Figur 14: Median (tykk, svart strek), kvartiler, maksimum og minimum verdier av total-fosfor ($\mu\text{g/L}$) i Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet i perioden juni-september 2023.

Total-fosfor 2012-2023

I perioden 2012-2023 har det vært store svinginger i konsentrasjon av fosfor i Revovannet og Akersvannet, mens Grorudvannet har en forholdsvis stabil fosforkonsentrasjon (figur 15). Revovannet har en gjennomsnittlig fosfor-konsentrasjon på $42 \mu\text{g/L}$, der høyeste konsentrasjon ble analysert til $73 \mu\text{g P/L}$ i 2021. Dette gjør at fosforinnholdet i Revovannet vil vippe mellom «Dårlig» og «Svært dårlig» miljøtilstand i henhold til tabell 6.8 i Veileder 2:2018 *Klassifisering av miljøtilstand i vann*. Det kan også se ut som den totale fosforkonsentrasjonen øker noe i Revovannet de siste årene. Dette kan muligens forklares med økende perioder med styrtregn som vasker gjødsel fra jordene og ut i innsjøen. Grorudvannet har som forventet et lavt fosforinnhold der gjennomsnittet for perioden 2012-2023 er beregnet til $9 \mu\text{g/L}$, mens maksimum ble analysert til $13 \mu\text{g/L}$ både i 2014 og 2019. Da havnet Grorudvannet i «God» tilstand for fosforinnhold. Akersvannet er den innsjøen som har høyest gjennomsnittskonsentrasjon av fosfor gjennom denne tidsperioden, samt høyest målt konsentrasjon for et enkelt år. Gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon er beregnet til $49 \mu\text{g P/L}$ og

høyeste konsentrasjon ble målt til 102 $\mu\text{g/L}$ i 2018. Fosforkonsentrasjonen i Akersvannet tilsvarer «Svært dårlig» tilstand.

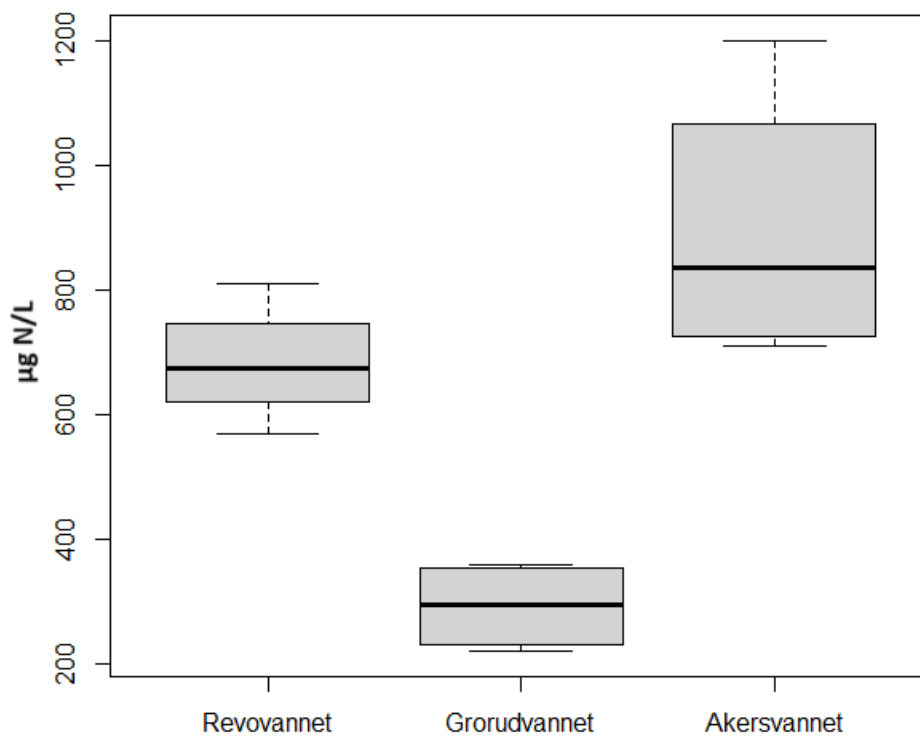


Figur 15: Total-fosfor ($\mu\text{g/L}$) i perioden 2012-2023 i Revovannet (blå kurve), Grorudvannet (oransje kurve) og Akersvannet (grå kurve). Data fra perioden 2012-2022 er hentet fra Vannmiljø.

Total-nitrogen 2023

Gjennomsnittlig nitrogenkonsentrasjon i innsjøer på Østlandsområdet er 215 $\mu\text{g N/L}$ (Hindar et al., 2020). Beregningene av nitrogen i perioden juni-september 2023 viste en gjennomsnittlig konsentrasjon i Revovannet på 682 $\mu\text{g N/L}$ der maks-konsentrasjonen var til 810 $\mu\text{g/L}$ (figur 16). Ut fra tabell 6.10 i Veileder 2:2018 *Klassifisering av miljøtilstand i vann* vil tilstandsklassen til Revovannet bli «Moderat». Grorudvannet hadde en nitrogen-konsentrasjon på 293 $\mu\text{g N/L}$, maks var 360 $\mu\text{g N/L}$. Dette tilsvarer tilstandsklasse «Svært god» etter Veileder 2:2018 *Klassifisering av miljøtilstand i vann* sin tabell 6.10. Akersvannet hadde de høyeste nitrogenkonsentrasjonene av de tre innsjøene. Her ble gjennomsnittlig total-nitrogen beregnet til 895 $\mu\text{g/L}$, der maksimal konsentrasjonen ble målt til 1200 $\mu\text{g/L}$. Tilstandsklassen til Akersvannet ville også blitt vurdert som «Moderat» ved å bruke total-nitrogen som parameter.

At Akersvannet ville ha de høyeste nitrogenkonsentrasjonene var forventet da denne innsjøen er omringet av jordbruksland. Størstedelen av nitrogen som slippes ut i innsjøer kommer av kunstgjødsel fra jordbruket som så vaskes ut ved nedbør (Finér et al, 2021).

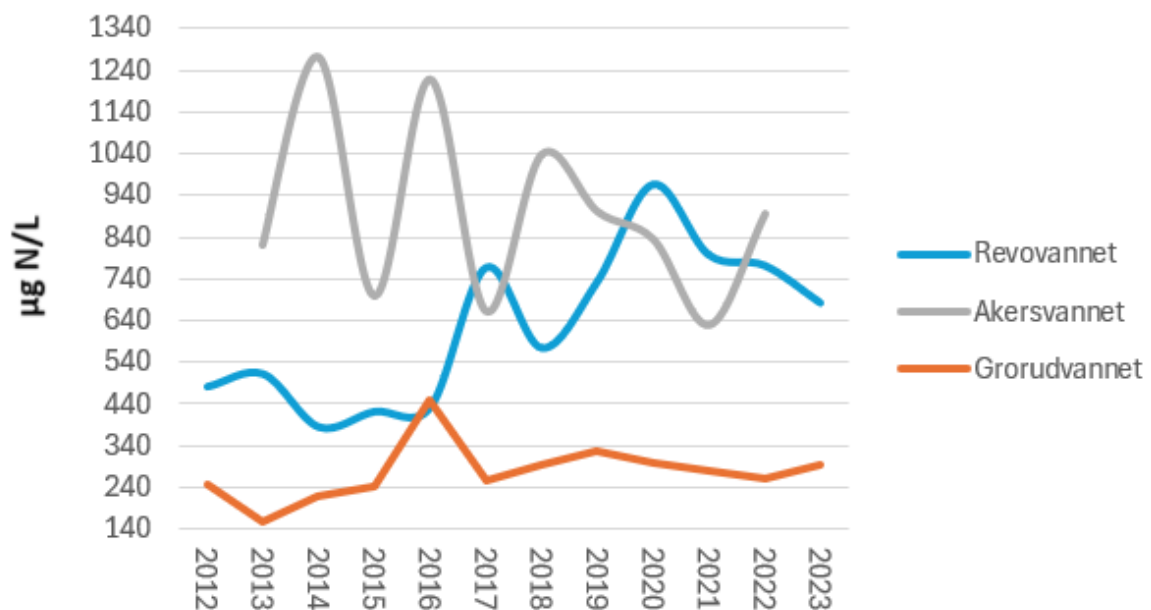


Figur 16: Median (tykk, svart strek), kvartiler, maksimum og minimum verdier av total-nitrogen i Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet i perioden juni-september 2023.

Total-nitrogen 2012-2023

Gjennomsnittlig nitrogenkonsentrasjon gjennom perioden 2012-2023 for Revovannet er 626 µg N/L. Høyest nitrogenkonsentrasjon ble målt i 2020 med 968 µg/L. Konsentrasjonen av total-nitrogen tilsvarer «God» tilstand jamfør tabell 6.10 i Veileder 2:2018 *Klassifisering av miljøtilstand i vann*. Som grafen viser sees en dobling av nitrogeninnholdet i innsjøen fra 2016 til 2020 (figur 17, blå kurve). Dette kan muligens forklares av oftere styrtregn som vasker ut gjødsel i innsjøen. Denne hypotesen styrkes av den økende fosforkonsentrasjonen som ser ut til å starte rundt samme tid. En av årsakene til at det er så stor økning i Revovannet i forhold til de andre innsjøene er blant annet andelen grasdekt kantsone. I 2020 var det under 1000 meter med grasdekte kantsoner i nedbørfeltet (Vannportalen, 2022).

For Grorudvannet er gjennomsnittlig nitrogenkonsentrasjon beregnet til 277 $\mu\text{g N/L}$ for perioden 2012-2023 der høyste målte nitrogenkonsentrasjon var i 2016 med 450 $\mu\text{g/L}$. Dette tilsvarer tilstandsklasse «Svært god». Nitrogen-konsentrasjonen i Akersvannet har et beregnet gjennomsnitt på 896 $\mu\text{g N/L}$ der høyeste observasjon er 1272 $\mu\text{g/L}$ tilbake i 2017. Dette plasserer Akersvannet i tilstandsklasse «Moderat» jmf tabell 6.10 i Veileder 2:2018 *Klassifisering av miljøtilstand i vann*. Innholdet av nitrogen i Akersvannet har variert en del de tidligste årene av datasettet. Nå kan det se ut som nitrogeninnholdet har avtatt noe de siste årene med unntak for 2022. Denne nedgangen kan muligens forklares med innføring av ulike tiltak som opprettelese av grasdekte kantsoner, overintring i stubb og et mer bevisst forhold til gjødsling av jordbruksland (Vestfold og Telemark fylkeskommune, 2022 b).



Figur 17: Total-nitrogen ($\mu\text{g/L}$) i perioden 2012-2023 i Revovannet (blå kurve), Grorudvannet (oransje kurve) og Akersvannet (grå kurve). Data fra perioden 2012-2022 er hentet fra *Vannmiljø*.

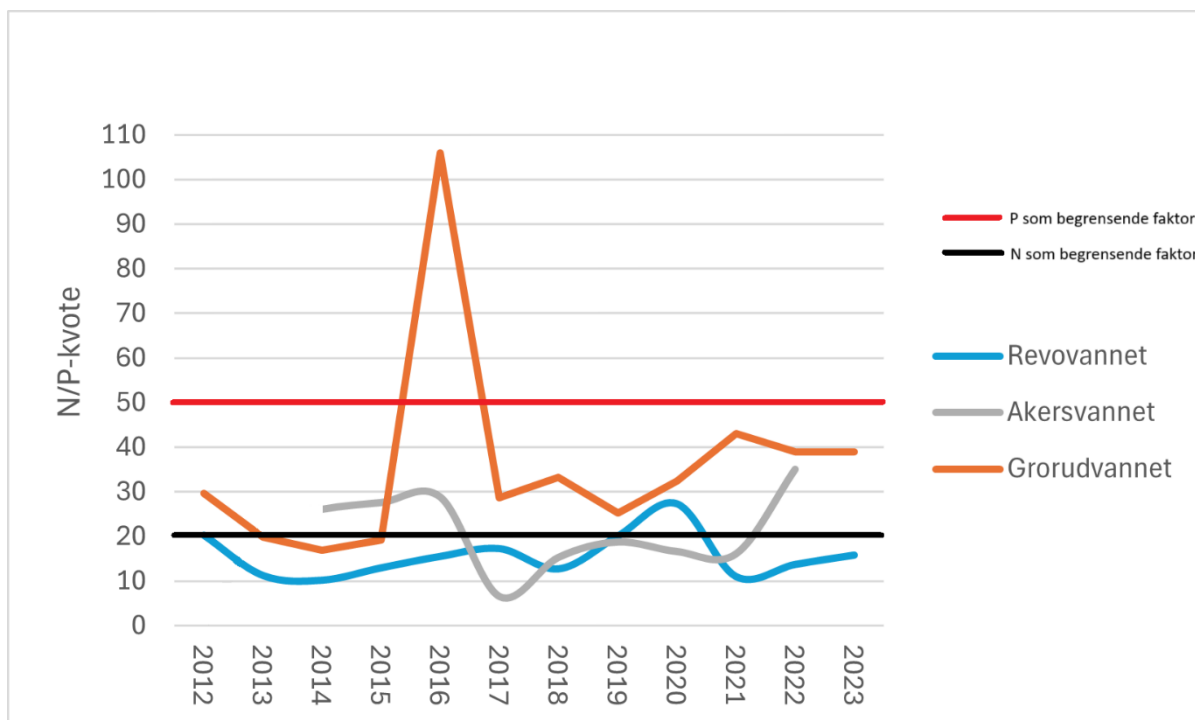
N/P-kvote

Forholdet mellom nitrogen og fosfor er viktig parameter for å vite hvilke av disse som er den begrensende faktoren for plantevekst. Dette forholdstallet får man ved å dividere konsentrasjonen av total-nitrogen på konsentrasjonen av total-fosfor. Grensene for hva som er det begrensende næringsstoffet er noe omdiskutert. Her er grenseverdiene som er oppgitt i Veileder 2:2018 *Klassifisering av miljøtilstand i vann* lagt til grunn. Det vil si at om fosfor er det begrensende, skal forholdstallet være rundt 50, for nitrogen som begrensende må forholdstallet være under 20 (Direktoratsgruppen vanddirektivet, 2018). Som oftest er det fosfor som er det begrensende næringsstoffet for planter i innsjøer (Cole & Weihe, 2016).

For Revovannet ble forholdstallet mellom nitrogen og fosfor i 2023 beregnet til 17 (tabell 4). Det vil da si at i Revovannet er det tilgangen på nitrogen som er med på å bestemme hvor mye plantevekst det kan være. Ved å sammenligne med beregnet N/P-kvote over tid (figur 18, blå kurve), bekrefter dette at nitrogen er den begrensende faktoren i Revovannet. Bortsett fra en topp i N/P-kvote i 2020 er alle verdiene under 20 for Revovannet.

Beregninger av forholdet mellom nitrogen og fosfor i Grorudvannet for 2023 resulterte i et forholdstall på 39 noe som tyder på en mer fosforbegrenset innsjø (tabell 4). Grafen som viser utviklingen over tid viser at N/P-kvoten svinget litt for Grorudvannet (figur 18, oransje kurve). I 2014 var forholdstallet så lavt at nitrogen var begrensende. To år senere indikerer N/P-kvoten klart at fosfor er det begrensende næringsstoffet. N/P-kvoten har vært relativt stabil på rundt 40 de siste tre årene.

For Akersvannet ble forholdstallet mellom nitrogen og fosfor i 2023 beregnet til 40 (tabell 4). Også her blir fosfor det begrensende næringsstoffet. I perioden 2017-2021 ser det ut som det var nitrogenbegrensing i Akersvannet, mens det nå ser ut som det er fosforbegrensing igjen (figur 18, grå kurve). Dette kan tyde på at tiltakene rundt innsjøen og i nedbørfeltet som er satt i gang har effekt. Disse tiltakene omfatter blant annet grasdekt kantvegetasjon for å hindre erosjon (2 km i 2020 og økende) og ingen høstpløying. Disse tiltakene er estimert til å hindre i underkant av 50% av fosforutslippene til nedbørfeltet for Akersvannet (NIBIO, 2023).



Figur 18: Forholdstallet (N/P) mellom total-nitrogen og total-fosfor konsentrasjonene målt i perioden 2012-2023. Blå kurve: Revovannet, Oransje kurve: Grorudvannet, Grå kurve: Akersvannet. Rød linje: Fosfor som begrensende næringsstoff, Svart linje: Nitrogen som begrensende næringsstoff. Data fra perioden 2012-2022 er hentet fra Vannmiljø.

Klorofyll-a 2023

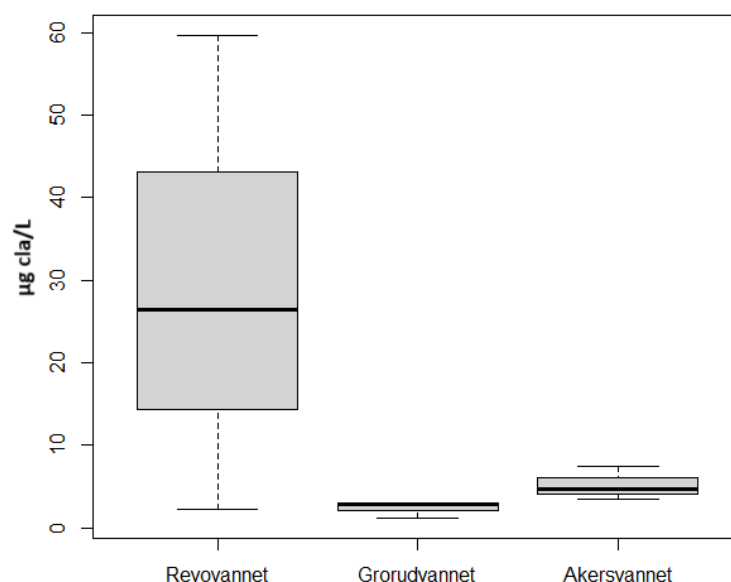
Grunnet sykdom lot det seg ikke gjøre å få samlet inn prøver i juli måned, så klorofyll-a er en av de parameteren som kun ble innhentet tre ganger under feltarbeid sommeren 2023. På bakgrunn av dette kan det antas at alle tre snittkonsentrasjonene ville vært noe høyere enn det som blir oppgitt her. Etter analysen av klorofyll-a er det Revovannet som ser ut til å ha høyest konsentrasjonen (figur 19).

Beregningene av klorofyll-a konsentrasjonen i Revovannet gav et gjennomsnitt på 30 µg/L der den høyeste konsentrasjonen av klorofyll-a ble målt til 60 µg/L (tabell 4). Dette tilsvarer «Dårlig» tilstandsklasse.

For Grorudvannet ble gjennomsnittlig klorofyll-a mengde målt til 2 $\mu\text{g/L}$, observert maksimum var 3 $\mu\text{g/L}$ (tabell 4). Dette gir tilstandsklasse «Svært god». I Akersvannet ble det noe uventet målt relativt lave konsentrasjoner av klorofyll-a, med et gjennomsnitt på 5 $\mu\text{g/L}$ og maksimum 7 $\mu\text{g/L}$ (tabell 4).

Akersvannet er, som Revovannet, ganske næringsrikt og har en høy biomasse av planteplankton så det ville vært naturlig med høyere konsentrasjoner av klorofyll-a i denne innsjøen.

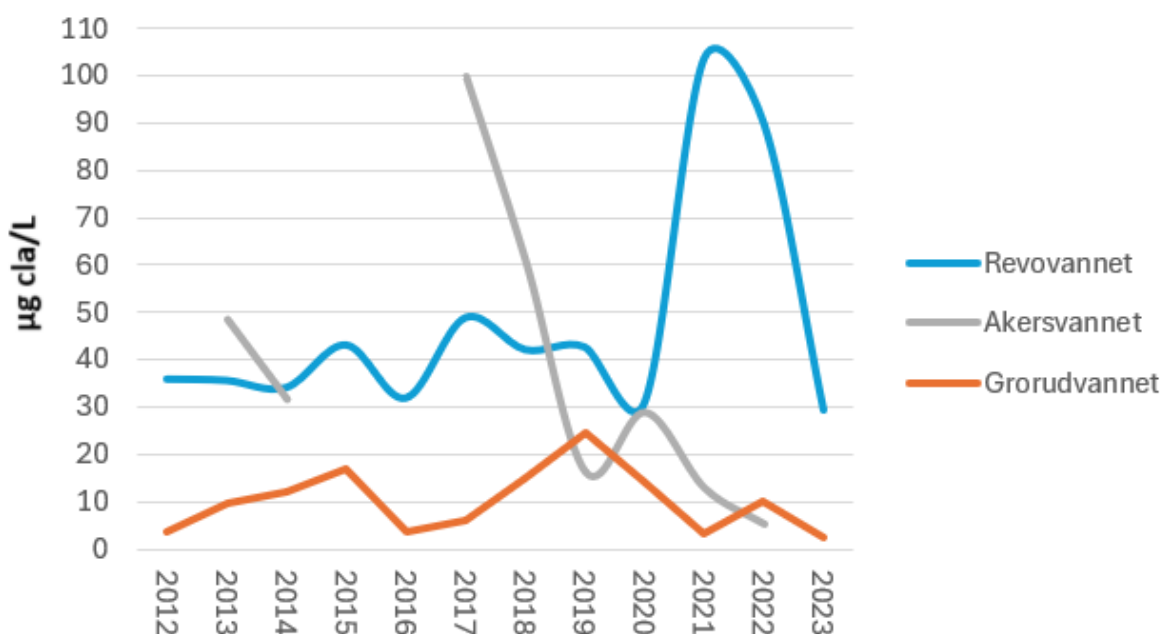
Analysene av klorofyll-a ser ikke ut til å stemme med virkeligheten, egne analyser ser ut til å være mye lavere enn hva det egentlig burde vært. Hva som har gjort at resultatene har så store uoverensstemmelser er vanskelig å fastslå helt, tror ikke mangel av en feltrunde gjør så store utslag. Det kan ha blitt gjort noe feil under selve analysen, spesielt knyttet til filterbehandling og ekstraksjonssteget ved at det muligens ble brukt for gammelt aceton. Det kan også være en mulighet at filtrene er blitt lagret noe lenge i fryst tilstand som har ført til nedbryting av klorofyllet. I tillegg kan tekniske feil spille inn, som feilkalibrering av spektrofotometeret. Vannmiljø oppgir Revovannet og Akersvannet til å ha tilstandsklasse «Svært dårlig», mens Grorudvannet havner i tilstandsklasse «Dårlig» for innholdet av klorofyll-a. Da prøvesvarene til Statsforvalteren ikke er utgitt da oppgaven skrives brukes fortsatt egne analyser for 2023.



Figur 19: Median (tykk, svart strek), kvartiler, maksimum og minimum verdier av klorofyll-a (chl-a) ($\mu\text{g/L}$) i Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet i perioden juni-september 2023.

Klorofyll-a 2012-2023

Beregnet gjennomsnittskonsentrasjon av klorofyll-a i Revovannet gir et gjennomsnitt på 47 $\mu\text{g/L}$ der høyeste observasjon var i 2021 med 104 $\mu\text{g/L}$ (figur 20, blå kurve). Grorudvannet har som forventet lavest konsentrasjoner av klorofyll-a, gjennomsnittet er beregnet til 10 $\mu\text{g/L}$ for perioden 2012-2023 (figur 20, oransje kurve). Igjen, så er det Akersvannet som overrasker med en synkende konsentrasjoner de siste årene. Konsentrasjonene av klorofyll-a i Akersvannet er fortsatt høye, med et beregnet gjennomsnitt på 38 $\mu\text{g/L}$, der høyeste observasjon var i 2018 og målt til 100 $\mu\text{g/L}$ (figur 20, grå kurve). Revovannet og Akersvannet havner i tilstandsklasse «Svært dårlig», mens Grorudvannet blir klassifisert til «Dårlig» tilstand i følge Vann-Nett.



Figur 20: Klorofyll-a (chl a) ($\mu\text{g/L}$) i perioden 2012-2023 i Revovannet (blå kurve), Grorudvannet (oransje kurve) og Akersvannet (grå kurve). Data fra perioden 2012-2022 er hentet fra Vannmiljø.

Korrelasjonstest

Korrelasjon er et statistisk mål på den lineære samvariasjonen mellom to målbare parametere. Før korrelasjonstesten gjennomføres lages det to hypoteser, nullhypotese (H_0) og alternativ hypotese (H_1). H_0 er som regel at det ikke er noen signifikant relevans mellom de to variablene mens H_1 da er det motsatte, at det er signifikant relevans mellom variablene. For å bestemme om vi skal beholde eller forkaste H_0 må p-verdien beregnes. P-verdi er et mål for hvor signifikant korrelasjonstesten er, altså om H_0 skal forkastes eller ei (Frøslie, 2022; Dahlum & Grønmo, 2023). Signifikansnivået for korrelasjonen i denne oppgaven er satt til 0.05. Det vil si at det er 95% sannsynlig at sammenhengen mellom de to variablene ikke er tilfeldig. Tabell 5 viser p-verdien for alle testene.

Korrelasjoner 2023

Tabell 5: Beregnet p-verdi og korrelasjonskoeffisient fra tester utført på total-fosfor, total-nitrogen, klorofyll-a og N/P-kvoten mot henholdsvis total planteplanktonbiomasse og Cyanophyta biomasse i undersøkte vannprøver fra Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet i perioden juni-september 2023. Tabellen viser også hvilken korrelasjonstest som ble utført i forhold til om datasettene var normalfordelt (Pearson) eller ikke-normalfordelt (Spearman). De testene som viste signifikant korrelasjon, er markert i grønt.

Revovannet 2023				
Parameter	Biomasse	Cor-test	p-verdi	Korrelasjonskoeffisient
Tot-P	Planteplankton	Spearman	0.8	0.4
Tot-P	<i>Cyanophyta</i>	Pearson	0.06	0.9
Tot-N	Planteplankton	Spearman	0.8	0.4
Tot-N	<i>Cyanophyta</i>	Pearson	0.6	0.4
Klor-a	Planteplankton	Spearman	1	0.5
Klor-a	<i>Cyanophyta</i>	Spearman	0.3	1
N/P	Planteplankton	Spearman	0.8	-0.4
N/P	<i>Cyanophyta</i>	Spearman	0.08	-1
Tot-P, Tot-N, Klor-a og N/P: n= 4				
Planteplanktonbiomasse: n= 50			<i>Cyanophyta</i> biomasse: n= 36	
Grorudvannet 2023				
Parameter	Biomasse	Cor-test	p-verdi	Korrelasjonskoeffisient

Tot-P	Planteplankton	Pearson	0.5	0.7
Tot-P	<i>Cyanophyta</i>	Spearman	0.3	1
Tot-N	Planteplankton	Spearman	0.6	-0.2
Tot-N	<i>Cyanophyta</i>	Pearson	0.6	0.6
Klor-a	Planteplankton	Pearson	0.001	0.8
Klor-a	<i>Cyanophyta</i>	Pearson	0.6	0.7
N/P	Planteplankton	Spearman	1	-0.5
N/P	<i>Cyanophyta</i>	Spearman	1	0.5
Tot-P, Tot-N, Klor-a og N/P: n= 4 Planteplanktonbiomasse: n= 30 <i>Cyanophyta</i> biomasse: n= 5				
Akersvannet 2023				
Tot-P	Planteplankton	Pearson	0.9	-0.06
Tot-P	<i>Cyanophyta</i>	Pearson	0.2	1
Tot-N	Planteplankton	Spearman	0.9	-0.2
Tot-N	<i>Cyanophyta</i>	Spearman	0.9	-0.2
Klor-a	Planteplankton	Pearson	0.8	-0.3
Klor-a	<i>Cyanophyta</i>	Spearman	0.8	-0.3
N/P	Planteplankton	Spearman	0.9	-0.2
N/P	<i>Cyanophyta</i>	Spearman	0.9	-0.2
Tot-P, Tot-N, Klor-a og N/P: n= 4 Planteplanktonbiomasse: n= 32 <i>Cyanophyta</i> biomasse: n= 16				

Fosfor

Ved å teste korrelasjon mellom total-fosfor ($\mu\text{g/L}$) og total planteplanktonbiomasse (mg/L) i prøvene tatt i Revovannet i perioden juni-september 2023 (tabell 5) vises det ingen signifikant relasjon mellom disse parameterne (p-verdi 0.8). Korrelasjonen mellom total-fosfor og *Cyanophyta* biomasse er nær en signifikant korrelasjon med en p-verdi 0.06 der korrelasjonskoeffisient er 0.9. Dette tyder på at andelen cyanobakterier vil øke i takt med økt tilførsel av fosfor i denne innsjøen.

Både Grorudvannet og Akersvannet viser ingen signifikant korrelasjon for disse parameterne. Grorudvannet fikk p-verdi på 0.5 og 0.3 for henholdsvis total-fosfor og total

planteplanktonbiomasse og total fosfor og Cyanophyta biomasse, mens Akersvannet fikk en p-verdier 0.9 og 0.2 for de samme korrelasjonene (tabell 5).

Nitrogen

Korrelasjonstestene av mellom total-nitrogen og total planteplanktonbiomasse og total-nitrogen og *Cyanophyta* biomasse fra perioden juni-september 2023 viste ingen signifikant korrelasjon mellom noen av parameterne (tabell 5)

Klorofyll-a

Klorofyll-a blir brukt som et mål for biomassen til planteplankton i en innsjø og blir brukt som et mål på hvor stor mengde planteplankton som finnes i en innsjø. Derfor er det forventet sterke korrelasjoner mellom klorofyll-a og total planteplanktonbiomasse og *Cyanophyta* biomasse. Korrelasjonstesten som ble utført viser derimot at det kun er klorofyll-a og total planteplanktonbiomasse i Grorudvannet som har signifikant korrelasjon med en p-verdi 0.001 og en korrelasjonskoeffisient på 0.8. Det betyr at konsentrasjonen av klorofyll-a vil øke når mengden biomassen av planteplankton øker, noe som er forventet. Revovannet og Akersvannet har ingen signifikant korrelasjon mellom klorofyll-a og total planteplanktonbiomasse. For klorofyll-a og *Cyanophyta* biomasse er det heller ingen signifikant korrelasjon for noen av innsjøene (tabell 5). Selv om klorofyll-a blir brukt som et mål for planteplanktonbiomasse er det ikke nødvendigvis alltid korrelasjon mellom klorofyll-a og biomassen. En av grunnene til at det ikke nødvendigvis er korrelasjon er størrelsen på cellene. Er planteplanktonene som blir undersøkt store vil planteplanktonbiomassen fort beregnes som større enn konsentrasjonen av klorofyll-a. En annen grunn er sollysets innvirkning på klorofyll-a. Sterkt sollys er med på å bryte ned klorofyllet slik at konsentrasjonene blir lavere enn biomassen skulle tilsi (Petrović et al., 2017).

N/P-kvote

Kun Grorudvannet har signifikant korrelasjon mellom N/P-kvoten og planteplanktonbiomasse, p-verdi 0.01 og korrelasjonskoeffisient på -0.7. At korrelasjonskoeffisient er negativ kan tyde

på at når N/P-kvoten øker synker biomassen av planteplankton. Revovannet og Akersvannet har ingen signifikant korrelasjon (tabell 5).

Korrelasjoner 2012-2023

Tabell 6: Beregnet p-verdi og korrelasjonskoeffisient fra tester gjort på total-fosfor, total-nitrogen, klorofyll-a og N/P-kvoten mot henholdsvis total planteplanktonbiomasse og Cyanophyta biomasse i undersøkte vannprøver fra Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet i perioden 2012-2023. Tabellen viser også hvilken korrelasjonstest som ble utført i forhold til om datasettene var normalfordelt (Pearson) eller ikke-normalfordelt (Spearman). De testene som viste signifikant korrelasjon, er markert i grønt. Data fra perioden 2012-2022 er hentet fra Vannmiljø.

Revovannet 2012 – 2023				
Parameter	Biomasse	Cor-test	p-verdi	Korrelasjonskoeffisient
Tot-P	Planteplankton	Spearman	0.9	0.04
Tot-P	<i>Cyanophyta</i>	Spearman	0.9	0.04
Tot-N	Planteplankton	Spearman	0.3	0.3
Tot-N	<i>Cyanophyta</i>	Spearman	0.3	0.3
Klor-a	Planteplankton	Spearman	0.9	-0.06
Klor-a	<i>Cyanophyta</i>	Spearman	0.9	-0.06
N/P	Planteplankton	Spearman	0.6	0.2
N/P	<i>Cyanophyta</i>	Spearman	0.6	0.2
Tot-P, Tot-N: n= 55, Klor-a: n= 45 og N/P: n=11 Planteplanktonbiomasse: n= 3160 <i>Cyanophyta</i> biomasse: n= 2106				
Grorudvannet 2012 – 2023				
Parameter	Biomasse	Cor-test	p-verdi	Korrelasjonskoeffisient
Tot-P	Planteplankton	Pearson	0.003	0.9
Tot-P	<i>Cyanophyta</i>	Spearman	0.002	0.8
Tot-N	Planteplankton	Pearson	0.5	-0.2
Tot-N	<i>Cyanophyta</i>	Spearman	0.002	0.8
Klor-a	Planteplankton	Pearson	0.001	0.8
Klor-a	<i>Cyanophyta</i>	Spearman	0.7	-0.1
N/P	Planteplankton	Spearman	0.01	-0.7

N/P	<i>Cyanophyta</i>	Spearman	0.6	0.2
Tot-P, Tot-N: n= 55, Klor-a: n= 45 og N/P: n=11 Planteplanktonbiomasse: n= 3160 <i>Cyanophyta</i> biomasse: n= 2106				
Akersvannet 2012 – 2023				
Parameter	Biomasse	Cor-test	p-verdi	Korrelasjonskoeffisient
Tot-P	Planteplankton	Spearman	0.8	0.09
Tot-P	<i>Cyanophyta</i>	Spearman	0.1	-0.6
Tot-N	Planteplankton	Spearman	0.9	0.03
Tot-N	<i>Cyanophyta</i>	Spearman	0.9	0.05
Klor-a	Planteplankton	Spearman	0.3	0.4
Klor-a	<i>Cyanophyta</i>	Spearman	0.4	-0.4
N/P	Planteplankton	Spearman	0.9	-0.02
N/P	<i>Cyanophyta</i>	Spearman	0.02	0.8
Tot-P, Tot-N: n= 57, Klor-a: n= 51 og N/P: n=11 Planteplanktonbiomasse: n= 1733 <i>Cyanophyta</i> biomasse: n= 866				

Fosfor

Korrelasjon mellom henholdsvis total-fosfor og total planteplanktonbiomasse og total-fosfor og *Cyanophyta* biomasse i perioden 2012-2023 viser en signifikant korrelasjon for begge testene i Grorudvannet. Begge disse testene gav en p-verdi på 0.002 og en korrelasjonskoeffisient på 0.8. Det vil si at biomassen for både planteplankton og cyanobakterier i denne innsjøen øker når konsentrasjonen av fosfor øker. For Revovannet og Akersvannet er det ingen signifikant korrelasjon mellom disse parameterne (tabell 6).

Nitrogen

Korrelasjonstesting av parameterne total-nitrogen, total planteplanktonbiomasse og total-nitrogen og *Cyanophyta* biomasse i perioden 2012-2023 viser kun signifikant positiv korrelasjon mellom total-nitrogen og *Cyanophyta* biomasse i Grorudvannet (p-verdi: 0.002, korrelasjonskoeffisient: 0.8). Revovannet og Akersvannet viste ingen signifikant korrelasjon mellom noen av parameterne (tabell 6).

Klorofyll-a

Korrelasjonen mellom klorofyll-a og total biomasse og *Cyanophyta* biomasse viser at det kun er klorofyll-a og total biomasse i Grorudvannet som har en signifikant korrelasjon, p-verdi: 0.002 og korrelasjonskoeffisient på 0.8. For Revovannet og Akersvannet er det ingen signifikant korrelasjon mellom henholdsvis klorofyll-a eller total biomasse og *Cyanophyta* biomasse (tabell 6).

N/P-kvote

Grorudvannet viser signifikant negativ korrelasjon mellom N/P-kvote og planteplanktonbiomasse (p-verdi 0.02, korrelasjonskoeffisient -0.7). Dette kan tyde på at andelen biomasse synker når N/P-kvoten øker. Akersvannet har positiv korrelasjon mellom N/P-kvoten og *Cyanophyta* biomasse (p-verdi 0.02, korrelasjonskoeffisient 0.8), her tyder det på at det blir mer *Cyanophyta* når fosforkonsentrasjonen avtar eller nitrogenmengden øker. For Revovannet er det ingen signifikant korrelasjon (tabell 6).

Planteplankton

Kvalitativ undersøkelse

Alle arter/slekter som ble funnet og identifisert i den kvalitative undersøkelsen er sortert etter taksa, og kan sees i vedlegg 6.

I den kvalitative undersøkelsen for Revovannet ble det identifisert 28 arter planteplankton og 19 ulike arter tilhørende *Cyanophyta* i prøvetakingsperioden juni-september. I Revovannet var det *Anathece clathrata* som var den dominerende arten i juni og september, men i august så var det *Microcystis viridis* som dominerte. Begge artene tilhører *Cyanophyta*. Indikatorarter er, som navnet tilsier, arter som kan brukes for å indikere en tilstand eller spesielle forhold (Hjermann, 2020). Av artene som går under denne definisjonen ble *Micractinium pusillum* og *Stauridium tetras* observert. Begge disse er grønnalger som kan brukes som indikatorarter for

eutrofi. Revovannet er en sterkt næringsrik innsjø, så det var forventet å finne indikatorarter for det i innsjøen. *Dolichospermum viguieri* ble også observert i den kvalitative prøven for Revovannet. Dette er en nitrogenfikserende cyanobakterie, noe som kan tyde på at det er lite nitrogen tilgjengelig i innsjøen. Funn av nitrogenfikserende bakterier er med på å bekrefte N/P-kvoten i Revovannet som viser at det er nitrogenbegrensing i innsjøen (figur 18, blå kurve). I tillegg ble det observert en jernbakterie, *Planctomyces bekefii*. Dette er bakterier som lever av oksidasjon av to-verdig jern (Fe^{2+}) (Andrews et al., 2013).

I Grorudvannet ble det identifisert 21 arter planteplankton og tre arter tilhørende *Cyanophyta* i prøvetakingsperioden juni-september. *Botryococcus braunii*, som er en grønnalge, var den dominerende arten. Av cyanobakterier ble det observert små andeler av *Anabaena inaequalis*, *Coelosphaerium kuetzingianum* og *Pseudoanabaena limnetica*. Av indikatorarter ble det funnet *B. braunii*, *Chlamydocapsa planctonica* og *Staurodesmus incus* som alle er grønnalger og med på å bekrefte at innsjøen er oligotrof. I prøven fra august ser det ut som det har vært en massiv oppblomstring av *Uroglena* men disse har gått helt i oppløsning og spredd i hele prøven.

I Akersvannet ble det identifisert 29 planteplanktonarter og 15 ulike arter tilhørende *Cyanophyta* i den kvalitative undersøkelsen. Innsjøen har i 2023 hatt en stor oppblomstring av *Aphanizomenon flos-aquae*. Fra land og et godt stykke ut i innsjøen så det ut som ertesuppe. Av arter som er en indikasjon på eutrofiering i innsjøen ble cyanobakteriene *Limnococcus limneticus*, *Planktolyngbya limnetica* og *Woronichinia* sp. observert i tillegg til *Coelastrum microporum*, *Desmodesmus maximus* og *Pediastrum boryanum* som alle er grønnalger.

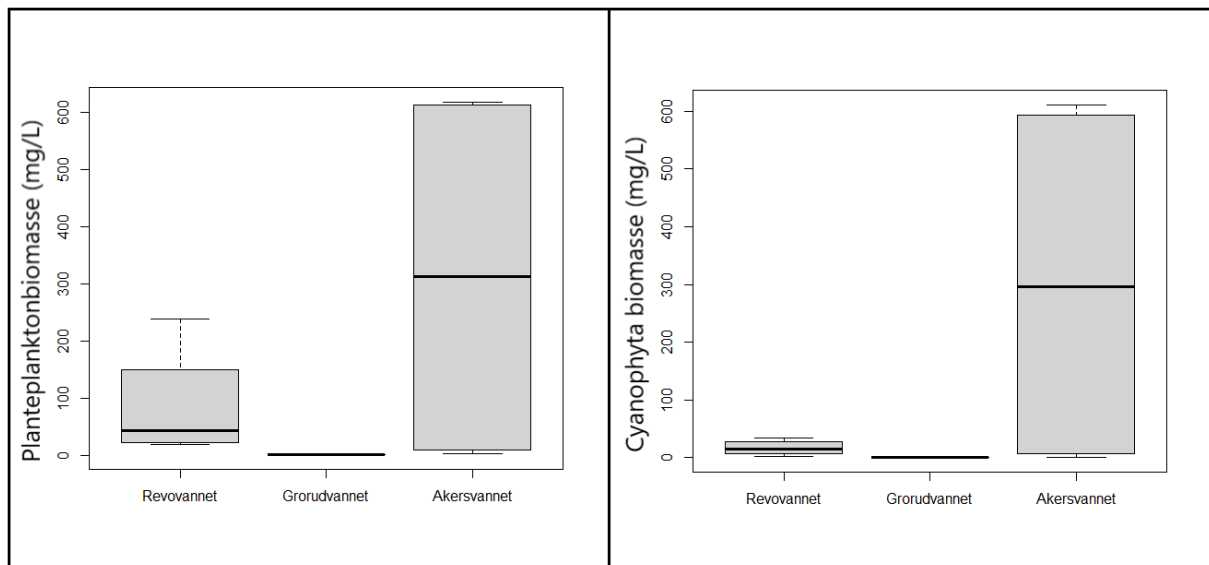
Kvantitativ undersøkelse

Ved å undersøke dominerende klasser, slekter og arter av planteplankton kan planktonsamfunnene i ulike innsjøer karakteriseres. Identifisering av artene kan også brukes til å gi viktig informasjon om den økologiske tilstanden i en innsjø da den totale biomasse og artssammensetning er direkte koblet til vannkvaliteten. For å kunne bedømme dette riktig må en kvantitativ undersøkelse gjennomføres slik at total biomasse kan fastslås samt andel av de ulike klassene av planteplankton fastslås. Komplette artsliste for kvantitativ undersøkelse finnes i vedlegg 7.

Gjennom en sesong kan artssammensetningen i en innsjø variere mye. Denne variasjonen skjer hovedsakelig grunnet ytre påvirkninger som temperatur, nedbør og vind (Lepistö et al, 2004; Willèn 2007). Grunnet denne variasjonen er det viktig å ta prøver gjennom hele vekstsesongen slik at et bilde av hele planteplanktonsamfunnet i en innsjø kan dannes.

Det ble observert store andeler «kuler» i alle planteplanktonprøvene. Dette er uidentifiserbare blågrønne bakterier, gull- og grønnalger som har blitt kategorisert som små ($< 5 \mu\text{m}$), middels ($5\text{-}10 \mu\text{m}$) og store ($> 10 \mu\text{m}$). Ved utregning av andelen de ulike klassene utgjør er biomassen til disse kulene sammenslått.

Som forventet er det store forskjeller mellom planteplanktonbiomasse og *Cyanophyta* biomasse mellom Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet i perioden juni-september 2023. Av innsjøene er det tydelig at Akersvannet er den innsjøen med mest *Cyanophyta* (figur 21).

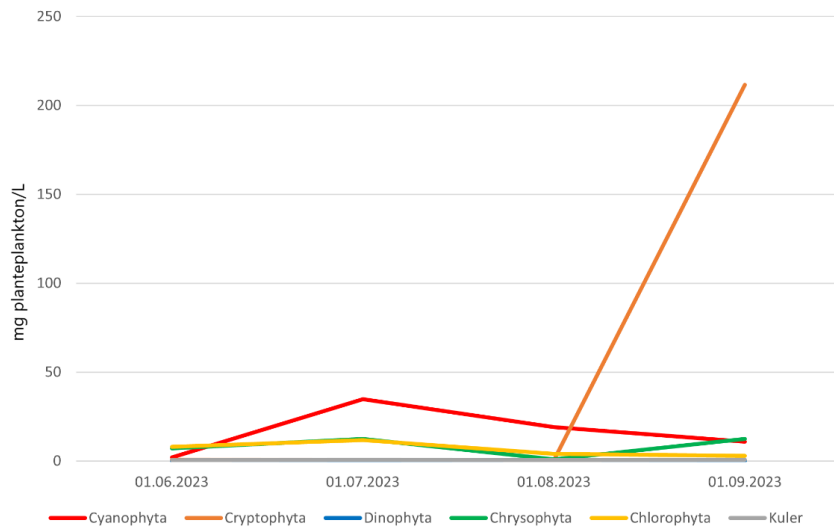


Figur 21: Median (tykk, svart strek), kvartiler, maksimum og minimum verdier for total planteplanktonbiomasse (t.v.) og *Cyanophyta* biomasse (t.h.) i Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet i perioden juni-september 2023.

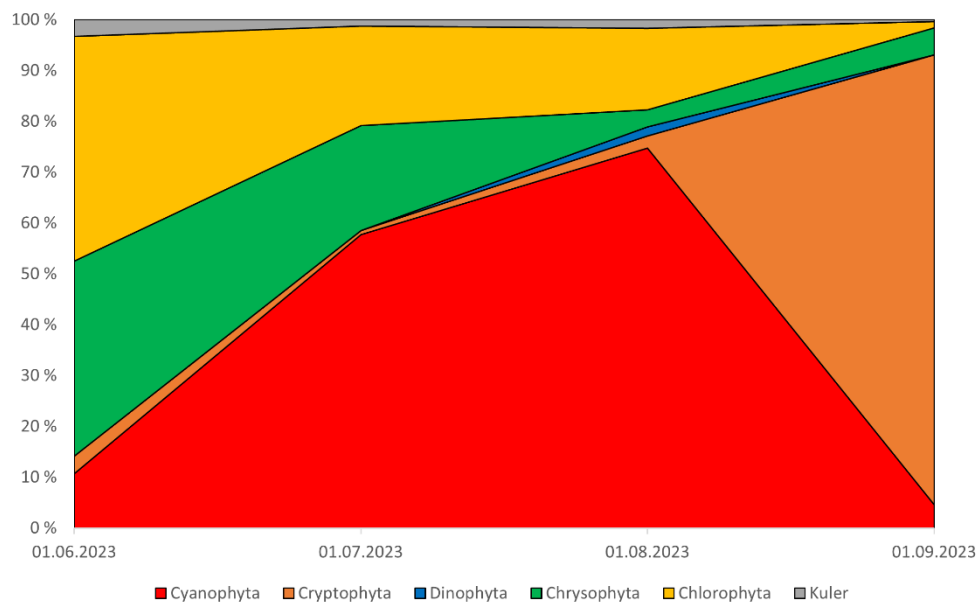
I Revovannet ble det identifisert og telt 35 ulike arter av planteplankton der 17 av disse var tilhørende *Cyanophyta*. Ved første prøvetaking er det *Chrysophyta* og *Chlorophyta* som dominerer i Revovannet (figur 22). Gjennom størstedelen av prøvetakingsperioden er det *Cyanophyta* som er den dominerende planteplankton-klassen. Andelen *Cyanophyta* er størst i august (figur 23). I perioden august-september har det skjedd en forandring i Revovannet. Mengden av *Cyanophyta* synker, mens *Chrysophyta* og *Cryptophyta* begynner å øke. Til å være nesten helt fraværende i begynnelsen av prøvetakingsperioden øker andelen *Cryptophyta* betraktelig. Andelen uidentifiserbare kuler er lav og stabil gjennom hele prøvetakingsperioden.

For Grorudvannet ble det identifisert og telt 15 arter av planteplankton inkludert to arter av *Cyanophyta*. Her er det *Chrysophyta* og uidentifiserbare kuler som dominerer fra starten av prøvetakingsperioden. Figur 24 viser en drastisk økning for biomasse for kuler i august. *Uroglena* tilhører *Chrysophyta*. Så om det var en oppløsning av *Uroglena sp.* så samsvarer denne med minskningen av *Chrysophyta* (figur 25). Dette kan være med på å forklare hvorfor siktedypet blir så mye dårligere (figur 10, oransje kurve t.h.). Selv om det bare ble identifisert to arter av *Cyanophyta* sees det en jevn økning gjennom prøvetakingsperioden. I september er denne andelen rundt 20% av total biomasse i Grorudvannet (figur 25)

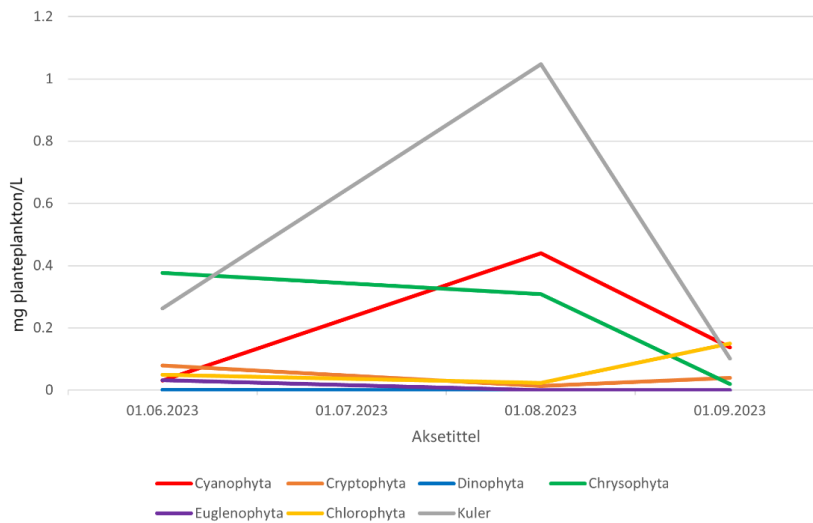
I Akersvannet ble det identifisert og telt 24 arter planteplankton av disse sju ulike arter tilhørende *Cyanophyta*. Ved første prøvetaking var det en dominans av uidentifiserbare kuler, mens gjennom de neste tre månedene var det en eksplosjon av *Cyanophyta* (figur 26). Akersvannet hadde som nevnt en oppblomstring av *Aphanizomenon flos-aquae*, og denne arten dominerte resten av prøvetakingsperioden. Bortsett fra en liten økning i august for *Chlorophyta* er andelen av andre planteplanktongrupper lav og stabil gjennom hele perioden juni-september. Andelen uidentifiserbare kuler ser ut til å forsvinne helt etter oppblomstringen av *Cyanophyta* (figur 27).



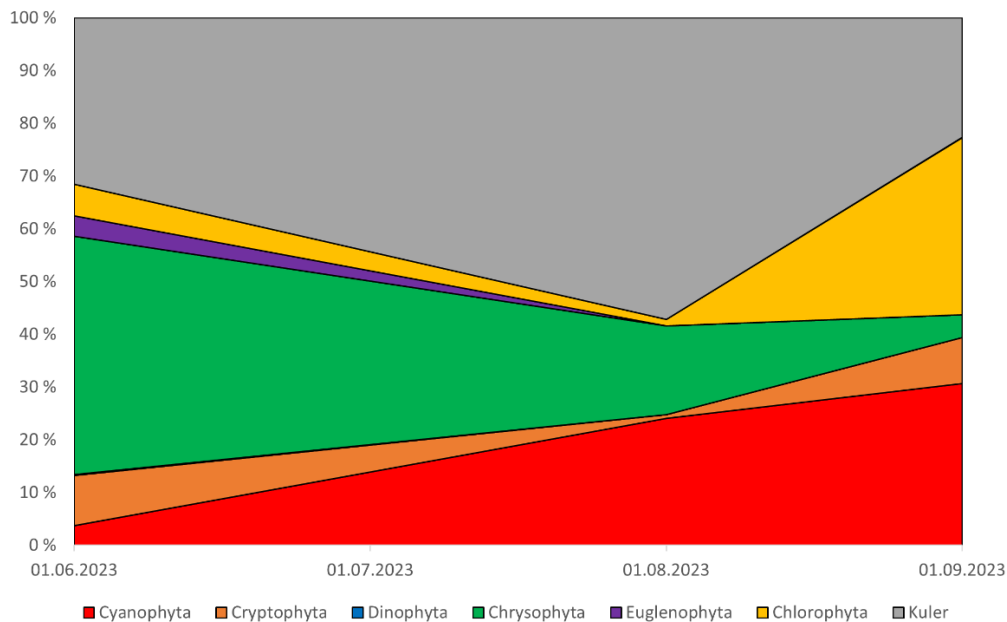
Figur 22: Biomassen til planteplankton og cyanobakterier i Revovannet perioden juni-september 2023. Cyanophyta (rød), Cryptophyta (oransje), Dinophyta (blå), Chrysophyta (grønn), Chlorophyta (gul) og uidentifiserbare kuler (grå).



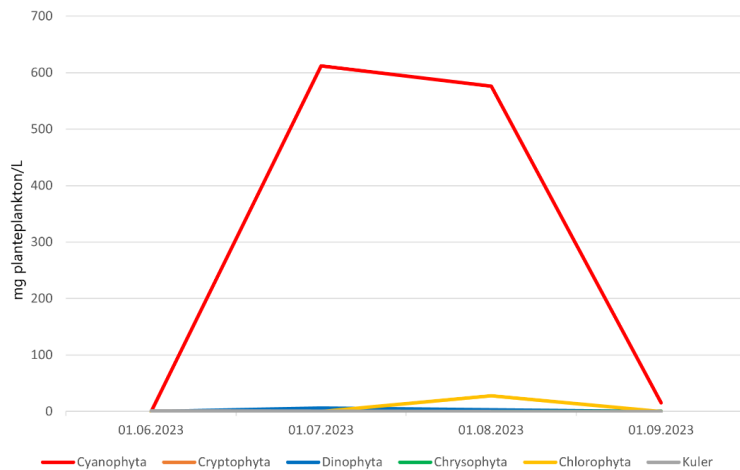
Figur 23: Prosentvis fordeling av de ulike planktongruppene i Revovannet i perioden juni-september 2023. Cyanophyta (rød), Cryptophyta (oransje), Dinophyta (blå), Chrysophyta (grønn), Chlorophyta (gul) og uidentifiserbare kuler (grå).



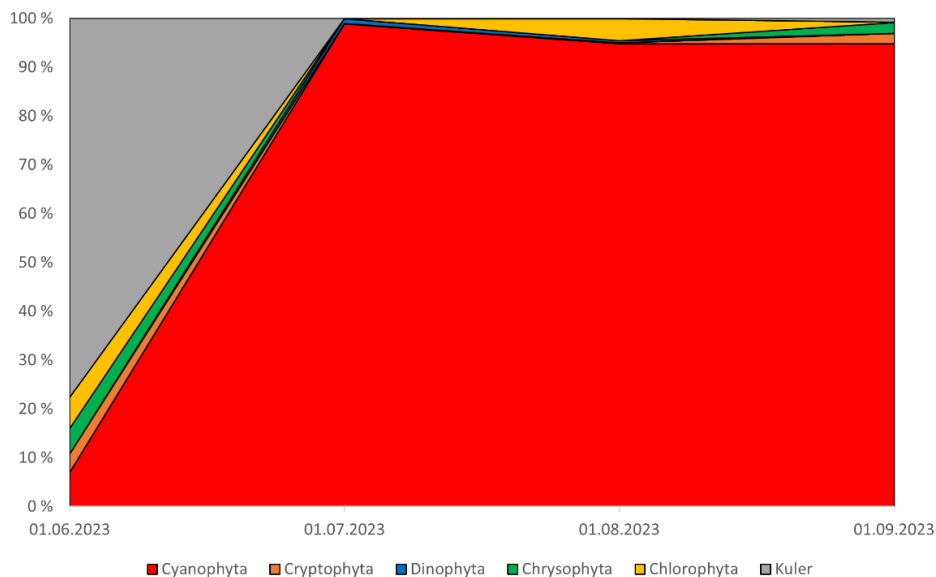
Figur 24: Biomassen til planteplankton og cyanobakterier i Grorudvannet perioden juni-september 2023. Cyanophyta (rød), Cryptophyta (oransje), Dinophyta (blå), Chrysophyta (grønn), Euglenophyta (lilla), Chlorophyta (gul) og uidentifiserbare kuler (grå).



Figur 25: Prosentvis fordeling av de ulike planktongruppene i Grorudvannet i perioden juni-september 2023. Cyanophyta (rød), Cryptophyta (oransje), Dinophyta (blå), Chrysophyta (grønn), Euglenophyta (lilla), Chlorophyta (gul) og uidentifiserbare kuler (grå).



Figur 26: Biomassen til planteplankton og cyanobakterier i Akersvannet perioden juni-september 2023. Cyanophyta (rød), Cryptophyta (oransje), Dinophyta (blå), Chrysophyta (grønn), Chlorophyta (gul) og uidentifiserbare kuler (grå).



Figur 27: Prosentvis fordeling av de ulike planktongruppene i Akersvannet i perioden juni-september 2023. Cyanophyta (rød), Cryptophyta (oransje), Dinophyta (blå), Chrysophyta (grønn), Chlorophyta (gul) og uidentifiserbare kuler (grå).

Cyanophyta toksiner

Bading i de tre innsjøene har ikke vært anbefalt fra kommunene fra tid til annen grunnet oppblomstringer av blågrønne bakterier. Grorudvannet ble «friskmeldt» i 2022 da det mest sannsynlig er oppblomstringer av grønnalger som utgjør størstedelen av biomassen i denne innsjøen (Tønsberg kommune, 2022). At det ikke er så mye cyanobakterier som ligger til grunn for algeoppblomstring i denne innsjøen støttes også av egne undersøkelser. Revovannet og Akersvannet har derimot en kjent problematikk med oppblomstringer av cyanobakterier og fra kommunenes side frarådes det stadig bading i begge innsjøene (Tønsberg kommune, 2022; Tønsberg kommune, 2021). I 2021 døde to hunder i løpet av en uke etter å ha drukket vann fra Akersvannet. Begge hadde store leverskader og det ble mistenkt at dette stammer fra microcystin (Nærum et al., 2021; Veterinærinstituttet, 2021). Det var derfor forventet å få positivt utslag på toksinanalysene fra disse innsjøene. Verdiene fra toksinanalysene i perioden juni-september 2023 er vist i tabell 7.

Tabell 7: Toksinanalyser ($\mu\text{g/L}$) av vannprøver fra Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet i perioden juni, august og september 2023. Øverst: Microcystin, Nederst: Saksitoksin.

Microcystin ($\mu\text{g/L}$)	Juni	August	September
Revovannet, overflate	2.2	4.2	3.2
Revovannet, blandprøve	2.5	4	3.1
Grorudvannet, overflate	<0.15	<0.15	<0.15
Grorudvannet, blandprøve	<0.15	<0.15	<0.15
Akersvannet, overflate	0.6	0.9	0.9
Akersvannet, blandprøve	0.2	0.3	<0.15
Saksitoksin ($\mu\text{g/L}$)	Juni	August	September
Revovannet, overflate	<0.02	<0.02	<0.02
Revovannet, blandprøve	<0.02	<0.02	<0.02
Grorudvannet, overflate	<0.02	<0.02	<0.02
Grorudvannet, blandprøve	<0.02	<0.02	<0.02
Akersvannet, overflate	<0.02	<0.02	<0.02
Akersvannet, blandprøve	<0.02	<0.02	<0.02

Standard 1 i analysene er satt som grensen for om prøven inneholder signifikant andel toksiner. For microcystin skal alle prøver under standard 1 rapporteres som $<0.15 \mu\text{g/L}$. Som vist i tabell 7 var konsentrasjonen av microcystin i Revovannet langt høyere enn standard 1 gjennom de tre månedene det ble tatt prøver. Høyeste analyserte prøve var fra august og resulterte i en microcystin-konsentrasjon på $4.2 \mu\text{g/L}$ på overflaten og $4 \mu\text{g/L}$ fra blandprøven. At konsentrasjonen er forholdsvis lik i hele vannsøylen kan tyde på fullsirkulasjon. Akersvannet viser også en økning i konsentrasjonen av microcystin gjennom prøvetakingsperioden i overflaten, mens blandprøvene er mer stabilt lave. Den høyeste analyserte konsentrasjonen av microcystin i Akersvannet var vannprøvene som ble samlet inn i august og september, disse ble analysert til $0.9 \mu\text{g/L}$. Den ene «friskmeldte» analysen, blandprøven i september, er like under grensen for standard 1. I Grorudvannet ble det ikke påvist microcystin.

Analyserte prøver for saksitoksin som er under standard 1 skal rapporteres som $<0.02 \mu\text{g/L}$. Som vist i tabell 7 er alle analyserte prøver fra Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet under grensen for påvist saksitoksin.

WHO sin anbefaling når det kommer til øvre grenseverdi i drikkevann er at det ikke skal overskride $1 \mu\text{g microcystin/l}$ (WHO, 2022). En kinesisk undersøkelse som så på microcystin knyttet opp mot leverkreft kom med en anbefaling om å ikke overskride $0.01 \mu\text{g microcystin/l}$ ved eksponering over tid (Ueno et al, 1996). For bading er det ikke noen nasjonale krav, WHO har satt $24 \mu\text{g microcystin/l}$ som øvre grenseverdi (NIVA, u.å.). Når det gjelder rekreasjonsbruk som bading var alle microcystin analysene under WHO sin anbefalte grenseverdi.

Resultatene av toksinanalysen (tabell 7) viser at Revovannet er over grenseverdien for drikkevann. I august er det opptil fire ganger så mye microcystin ($4.2 \mu\text{g/L}$) som grenseverdien anbefaler. Det vil si at langs Revovannet kan dyr og mennesker bli syke og verste fall dø om de drikker for mye av vannet. Akersvannet lå i 2023 like under grenseverdien gjennom hele prøvetakingsperioden.

For saksitoksin er grenseverdien i drikkevann satt til $3 \mu\text{g/L}$ (WHO, 2022).

5 Konklusjon

Revovannet er allerede en cyanobakterie-dominert innsjø med høye konsentrasjoner av næringsstoffer og høy oksygenmetning og pH som favoriserer vekst av cyanobakterier. I Revovannet er det hyppige oppblomstringer av cyanobakterier, noe som utgjør en betydelig trussel mot vannkvaliteten og helsen til mennesker og dyr. Med en N/P-kvotepå under 20 indikerer dette at tilgangen på nitrogen er begrensende for planteveksten i Revovannet. Dette er noe som burde tenkes på når nye tiltak skal gjennomføres.

Den lave oksygenmetningen i hypolimnion i Grorudvannet kan tyde på meromiktisk lagdeling eller annen begrensnings i sirkulasjonsmønsteret i innsjøen. Denne lagdelingen og oksygenfordelingen indikerer komplekse forhold som påvirker innsjøens økosystem. Tilstedeværelsen av lagdeling, stagnasjon og økende næringsstofftilførsel kan bidra til vekst av planteplankton, mens pH-økningen og ledningsevnen kan være med på å skape forutsetninger som favoriserer cyanobakterier. Disse forholdene, kombinert med mesohumøstatus, kan i fremtiden gi cyanobakterier en konkurransefordel over andre planteplankton. Utviklingen over tid viser at N/P-kvoten har vært relativt stabil rundt 40, som tyder på at det er fosforbegrensning i innsjøen. Grorudvannet ser ikke ut til å ha et betydelig problem med cyanobakterier. Analysene viste ingen påvisning av microcystin eller saksitoksin i denne innsjøen.

Klassifiseringen av Akersvannet som en polyhumøsinnsjø gir cyanobakterier en fordel, samtidig som synkende pH og lavere konsentrasjoner av næringsstoffer kan antyde på positive effekter av tiltak i landbruket. Variasjonen i pH-nivåer og den høye ledningsevnen peker på komplekse påvirkninger fra både naturlige og menneskeskaptefaktorer på økosystemet. Med et N/P-forholdstall på 40 i 2023 og en historie med variasjoner i N/P-kvoten, er det igjen tydelig at fosfor er den begrensende faktoren for planteveksten i Akersvannet. Analysene viste økende konsentrasjoner av microcystin gjennom sommeren, om enn ikke like høye som i Revovannet. Likevel var nivåene like under grenseverdien for drikkevann. Selv om konsentrasjonen av microcystin i Akersvannet ligger under WHO sin grenseverdi for drikkevann, er det fortsatt en bekymring for vannkvaliteten og potensielle helseproblemer.

Korrelasjonsanalysene understreker den komplekse naturen av samspillet mellom næringsstoffer og veksten av planteplankton i de ulike vannmiljøene. Resultatene av

korrelasjonsanalysene indikerer at cyanobakterier kan få en konkurransefordel over andre planteplanktonarter i Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet ved økte næringsstoffnivåer. Resultatene indikerer også at N/P-kvoten har en sterkere innvirkning på vekst i planteplankton- og cyanobakteriebiomassen i Grorudvannet sammenlignet med de to andre innsjøene. Manglende korrelasjoner mellom ulike parametere kan skyldes komplekse økologiske forhold og begrensninger i datagrunnlaget. Basert på disse funnene kan vi forvente at Revovannet og Akersvannet vil fortsette å ha utfordringer med oppblomstringer av cyanobakterier og andre planteplanktonarter i tiden fremover, gitt at de er sterkt næringsrike innsjøer. Grorudvannet ser ut til å være mindre påvirket, men en økning i cyanobakterier kan være et tegn på at innsjøen er i ferd med å eutrofieres. For innsjøenes problemer med toksinproduserende cyanobakterier kan det forventes at det vil fortsatt være et problem i Revovannet og Akersvannet i tiden fremover. For Grorudvannet kan det se ut som at det ikke er noen umiddelbar fare for at toksiner skal bli et problem.

Det er viktig å overvåke utviklingen i alle tre innsjøer for å forstå og håndtere potensielle endringer i vannkvaliteten og økosystemets helse i disse innsjøene og for å kunne sette inn riktige tiltak for å bedre vannkvaliteten. Økt fokus på å redusere næringsstofftilførselen og kontinuerlig overvåking av vannkvaliteten kan bidra til å styre og forhindre ytterligere eutrofiering og negative miljøkonsekvenser i disse innsjøene. Årlig overvåking av planteplanktonsammensetning og toksiner kan være anbefalt for å vurdere risikoen ved bading og drikkevann og for å få et bedre kunnskapsgrunnlag. Det er viktig å fortsette å undersøke og overvåke disse faktorene for å bedre forstå og håndtere økosystemene i innsjøene. Implementering av tiltak for å redusere utslippene av næringsstoff, som grasdekte kantsoner, kan være avgjørende for å opprettholde en balansert og sunn tilstand i økosystemet til disse innsjøene. De tiltakene som har startet, som blant annet å hindre avrenning fra jordbruk med opprettelse av grasdekte kantsoner og fangdammer, ingen høstpløying og erosjonssikring, har tydelig gitt positive resultater. Omfanget av disse tiltakene må økes for hvert år. Et annet fremtidig fokusområde burde være å undersøke effekten interngjødslingen har i disse innsjøene. Om det er så stor akkumulasjon av næringsstoff i sedimentene i innsjøene at dette opprettholder de dårlige miljøtilstandene vil mange av tiltakene som gjøres på land være «bortkastet». Alle tiltak som blir igangsatt er svært kostbare. Kostbare i den forstand at bønder får mindre områder for jordbruk, i tillegg til det rent økonomiske perspektivet ved utbedringene som skal bygges. For at ikke penger skal «sløses unødvendig» på tiltak som i det lange løp muligens ikke har så

mye å si, burde alle mulige former hvor tilførsel av næringsstoff kommer fra undersøkes og overvåkes.

Litteraturliste

Andrews, S., Norton, I., Salunkhe, A. S., Goodluck, H., Aly, W. S. M., Mourad-Agha, H. & Cornelis, P. (2013). *Control of Iron Metabolism in Bacteria*. *Met. Ions Life Sci.* 12. 203–239.

Berge, D. (1988). *Morfometri, hydrogeologi, vannkvalitet og beregning av akseptabel fosforbelastning i 15 Vestfoldinnsjøer*. (Rapport 0-87062, ISBN: 82-577-1451-8). Norsk Institutt for vannforskning.

Blomqvist, P. & Herlitz, E. (1998). *Methods for Quantitative Assessment of Phytoplankton in Freshwaters, part 2*. (Rapport 4860, ISBN: 91-620-4861-9). Naturvårdsverket.

Blomqvist, P. & Olsén, P. (1981). *Växtplanktonkompendium*. Universitetet i Uppsala.

Brierley, B., Carvalho, L., Davies, S. & Krokowski, J. (2007). *Guidance on the quantitative analysis of phytoplankton in Freshwater Samples*. UK Centre for Ecology and Hydrology.

Bryhni, I. (2020, 29. januar). *Dypbergarter*. Store norske leksikon på snl.no. Hentet 5. februar 2024 fra <https://snl.no/dypbergarter>

Cole, T. & Weihe, P. E. (2016). *Textbook of Limnology* (5. utg.). Waveland Press, Inc.

Cronberg, G. & Annadotter, H. (2006). *Manual on aquatic cyanobacteria – A photo guide and synopsis of their toxicology*. Kertenminde Tryk A/S.

Dahlum, S. & Grønmo, S. (23. oktober 2023): *Hypotesetesting*. Store norske leksikon på snl.no. Hentet 2. mai 2024 fra <https://snl.no/hypotesetesting>

Dawson, R. M. (1998). The toxicology of microcystins. *Toxicon*. Volume 36. Issue 7. Pages 953-962. ISSN 0041-0101. [https://doi.org/10.1016/S0041-0101\(97\)00102-5](https://doi.org/10.1016/S0041-0101(97)00102-5)

Directorate-General for Environment. (2014). *The EU Water Framework Directive*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/75229>

Direktoratgruppen vanddirektivet (a). (2018). *Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand*

Direktoratgruppen vanddirektivet (b). (2018). *Veileder 1:2018 Karakterisering*.

Eurofins Abraxis. (2021, 10. desember). *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay for the Determination of Saxitoxin (PSP) in Water and Contaminated Samples*. https://abraxis.eurofins-technologies.com/media/12219/ug-21-081-rev-02-saxitoxin-elisa_52255b.pdf

Eurofins Abraxis. (2022, 27. september). *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay for the Determination of Microcystins and Nodularins in Water Samples*. https://abraxis.eurofins-technologies.com/media/15517/ug-21-060-rev-02-microcystins-dm-elisa_522015.pdf

Faugli, P. E. (2012). *Vann- og energiforvaltning – glimt fra NVEs historie*. NVE-rapport 26-2012. ISBN 978-82-410-0813-9. Norges vassdrags- og energidirektorat.

FHI. (01.12.2015). *Algeoppblomstring i vann*. Folkehelseinstituttet. Hentet 06.05.2024. <https://www.fhi.no/sm/badevann/algeoppblomstring-i-vann/#normergrenseverdierstandarder-algeoppblomstring-i-vann>

Frøslie, K. F. (27. januar 2022). *Korrelasjon*. Store norske leksikon på snl.no. Hentet 2. mai 2024 fra <https://snl.no/korrelasjon>

Frøslie, K. F. (27. januar 2022). *p-verdi*. Store norske leksikon på snl.no. Hentet 2. mai 2024 fra <https://snl.no/p-verdi>

Gad, S.E. (2014). Saxitoxin. *Encyclopedia of Toxicology* (3. utg.). Academic Press. Pages 218-220. ISBN 9780123864550. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.00925-8>

Havforskningsinstituttet. (1. juni 2022). *Planteplankton*. Hentet 11.05.2024 fra <https://www.hi.no/hi/temasider/arter/planteplankton>

Hindar, A., Garmo, Ø., Austnes, K. & Sample, J. E. (2020, 4. september). *Nasjonal innsjøundersøkelse 2019*. (Rapport M-1876) Miljødirektoratet.

Hjermann, D. Ø. *Indikatorart*. Store norske leksikon på snl.no. Hentet 6. mai 2024 fra <https://snl.no/indikatorart>

Hongve, Dag. (14. mai 2021). *Meromiktisk innsjø*. Store norske leksikon på snl.no. Hentet 2. mai 2024 fra https://snl.no/meromiktisk_innsj%C3%B8

Invers, O., Romero, J. & Pérez, M. (1997). *Effects of pH on seagrass photosynthesis: a laboratory and field assessment*. Aquatic Botany. Volume 59. Issues 3–4. Pages 185-194. ISSN 0304-3770. [https://doi.org/10.1016/S0304-3770\(97\)00072-7](https://doi.org/10.1016/S0304-3770(97)00072-7)

Jeppesen E., Kronvang B., Olesen J. E., Audet J., Sondergaard M., Hoffmann C. C., Andersen H. E., Lauridsen T. L., Liboriussen L., Larsen S. E., Beklioglu M., Meerhoff M., Ozen A. & Ozkan K. (2011). *Climate change effects on nitrogen loading from cultivated catchments in Europe: implications for nitrogen retention, ecological state of lakes and adaptation*. Hydrobiologia 663:1–21. DOI: 10.1007/s10750-010-0547-6

Kjensmo, J. & Hongve, D. (24. mai, 2022). *Eutrofiering*. Hentet 11. april 2024 fra <https://snl.no/eutrofiering>

Kodama, M., Ogata, T. & Sato, S. (1988). *Bacterial Production of Saxitoxin*. Agricultural and Biological Chemistry. 52:4. 1075-1077. <https://doi.org/10.1080/00021369.1988.10868793>

Krzeminska, D., Kværnø, S., Turtumøygaard, S. & Bechmann, M. (14.02.2023). *Eutrofiering i vassdrag i Vestfold – Kartlegging av årsaksforhold og kilder til fosfor i ti nedbørfelt*. (Rapport 9/16/2023, ISBN: 978-82-17-03227-4). Norsk Institutt for Bioøkonomi.

Landsberg, J. H. (2002). *The Effects of Harmful Algal Blooms on Aquatic Organisms*. Fisheries Science. volume 10. Pages: 113-390. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1080/20026491051695>

Massey, I. Y., Yang, F., Ding, Z., Yang, S., Guo, J., Tezi, C., Al-Osman, M., Kamegni, R. B. & Zeng, W. (10. juli 2018). *Exposure routes and health effects of microcystins on animals and humans: A mini-review*. Toxicon Volume 151. Pages 156-162. ISSN 0041-0101. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2018.07.010>.

NIVA. (u.å.) *Informasjon om cyanobakterier (blågrønnalger)*. Norsk Institutt for Vannforskning. Hentet 06.05.2024. <https://www.niva.no/tema/cyanobakterier/informasjon-om-cyanobakterier-blagronnalger>

Nærum, S. R., Tornes Espeseth, D. S. & Rønnings, H. (10. september 2021). På under en uke døde to hunder etter å ha badet i dette vannet. NRK. <https://www.nrk.no/vestfoldogtelemark/pa-under-en-uke-dode-to-hunder-etter-a-ha-badet-i-akersvannet-1.15638474>

Olrik, K., Blomqvist, P., Brettum, P., Cronberg, G. & Eloranta, P. (1998). *Methods for Quantitative Assessment of Phytoplankton in Freshwaters, part 1*. Rapport 4860. ISBN: 91-620-4860-0. Naturvårdsverket.

Petrović, S., Zvezdanović, J. & Marković, D. (2017). *Chlorophyll degradation in aqueous mediums induced by light and UV-B irradiation*. Radiation Physics and Chemistry. Volume 141. Pages 8-16. ISSN 0969-806X. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2017.05.024>

Prepas, E. E. (1983). *Total Dissolved Solids as Predictor of Lake Biomass and Productivity*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 40: 92-95

Raade, G. (a) (2020, 2. juli). *Latitt*. Store norske leksikon på snl.no. Hentet 5. februar 2024 fra <https://snl.no/latitt>

Raade, G. (b) (2020, 8. juni). *Rhyolitt*. Store norske leksikon på snl.no. Hentet 5. februar 2024 fra <https://snl.no/rhyolitt>

Raade, G. (c) (2020, 3. mars). *Syenitt*. Store norske leksikon på snl.no. Hentet 5. februar 2024 fra <https://snl.no/syenitt>

Raade, G. (d) (2020, 2. juli). *Monzonitt*. Store norske leksikon på snl.no. Hentet 5. februar 2024 fra <https://snl.no/monzonitt>

Sanz-Luque E., Bhaya D. & Grossman A. R. (2020). *Polyphosphate: a multifunctional metabolite in cyanobacteria and algae*. *Frontiers. Plant Science* 11:21. DOI: 10.3389/fpls.2020.00938

Selbekk, R. S. (2020, 29. januar). *Dagbergarter*. Store norske leksikon på snl.no. Hentet 5. februar 2024 fra <https://snl.no/dagbergarter>

Sirevåg, R. (29. juni 2023). *Blågrønnbakterier*. Store norske leksikon på snl.no. Hentet 11. mai 2024 fra <https://snl.no/bl%C3%A5gr%C3%B8nnbakterier>

Smith, D. W. & Piedrahita, R. H. (1988). *The relation between phytoplankton and dissolved oxygen in fish ponds*. *Aquaculture*. Volume 68. Issue 3. Pages 249-265. ISSN 0044-8486. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(88\)90357-2](https://doi.org/10.1016/0044-8486(88)90357-2).

Statsforvalteren i Vestfold og Telemark. (2023, 13. mars). *Akersvannet naturreservat*. <https://www.statsforvalteren.no/vestfold-og-telemark/miljo-og-klima/verneomrader/vestfolds-verneomrader/akersvannet-naturreservat/>

Stewart, K.M., Walker, K.F. & Likens, G.E. (2009). Meromictic Lakes. *Encyclopedia of Inland Waters*. Academic Press. Pages 589-602. ISBN 9780123706263. <https://doi.org/10.1016/B978-012370626-3.00027-2>

Thronsen, J. (2021, 15. juni). *Eufotisk*. Store norske leksikon på snl.no. Hentet 14. desember 2023 fra <https://snl.no/eufotisk>

Tikkanen, T. & Willén, T. (1992). *Växtplanktonflora*. Tuna-Tryck AB.

Tønsberg kommune. (2021). Oppblomstring av cyanobakterier (blågrønnealger) i Akersvannet. Hentet 29. april 2024 fra <https://www.tonsberg.kommune.no/aktuelt/oppblomstring-av-cyanobakterier-blagrønnealger-i-akersvannet.21335.aspx>

Tønsberg kommune. (2022). Unngå bading i Revovannet – Grorudvannet «friskmeldt». Hentet 29. april 2024 fra <https://www.tonsberg.kommune.no/aktuelt/unnga-bading-i-revovannet-grorudvannet-friskmeldt.26093.aspx>

Ueno, Y., Nagata, S., Tsutsumi, T., Hasegawa, A., Watanabe, M. F., Park, H. D., Chen, G. C., Chen, G. & Yu, S. Z. (17. juni 1996). *Detection of microcystins, a blue-green algal hepatotoxin, in drinking water sampled in Haimen and Fusui, endemic areas of primary liver cancer in China, by highly sensitive immunoassay. Carcinogenesis.* Jun;17(6):1317-21. doi: 10.1093/carcin/17.6.1317. PMID: 8681449.

Vannforskriften (2021). *Forskrift om rammer for vannforvaltning.* (FOR-2024-02-14-277). Lovdata. https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446/KAPITTEL_1

Vannportalen. (22. mars 2024). *Vannforskriften.* Hentet 14.05.2024 fra <https://www.vannportalen.no/regelverk-og-foringer/lover-og-forskrifter-av-betydning-for-forvaltningen-av-vann/vannforskriften/>

Vestfold og Telemark fylkeskommune (a). (31. oktober 2022). *Regional vannforvaltningsplan 2022-2027.* <https://www.vannportalen.no/globalassets/vannportalen/vannregioner/vestfold-telemark/dokumenter/plandokumenter/vtfk-oppdaterert-regional-vannforvaltningsplan-vestfold-og-telemark-vannregion-2022-2027.pdf>

Vestfold og Telemark fylkeskommune (b). (2022). *Tiltaksprogram – Regional vannforvaltningsplan 2022-2027.* https://www.vannportalen.no/globalassets/vannportalen/vannregioner/vestfold-telemark/dokumenter/plandokumenter/vestfold-og-telemark_tiltaksprogram-2022-2027.pdf

Veterinærinstituttet (2021). Hund død av mistenkt cyanobakterieforgiftning etter å ha badet. Hentet 29. april 2024 fra <https://www.vetinst.no/nyheter/hund-dod-av-mistenkt-cyanobakterieforgiftning-etter-a-ha-badet>

Visser, P. M., Ibelings, B. W., Bormans, M. & Huisman, J. (2016). *Artificial mixing to control cyanobacterial blooms: a review*. *Aquat Ecol* 50. 423–441. <https://doi.org/10.1007/s10452-015-9537-0>

Wang, T. C. (2016). *Flommen på Sør- og Østlandet september 2015*. Rapport 44-2016. ISSN: 1501-2832. Norges vassdrags- og energidirektorat.

WHO. (2022). *Guidelines for drinking-water quality*. (4. utg.) World Health Organization. Geneva. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/352532/9789240045064-eng.pdf?sequence=1>

Willén, E., Pejler, Y. & Tirén, M. (1985). *Räkningsförfarande av växtplankton vid laboratoriet for miljökontroll, Uppsala*. Universitetet i Uppsala.

[Xylem. \(2024\). YSI ProDSS – Digital Sampling System. https://www.xylem-analytics.no/media/pdfs/ysi-prodss-user-manual-en.pdf](https://www.xylem-analytics.no/media/pdfs/ysi-prodss-user-manual-en.pdf)

[YSI \(2024\). ProDSS Multiparameter Digital Water Quality Meter Specifications. https://www.ysi.com/prodss](https://www.ysi.com/prodss)

Vedlegg

Vedlegg 1: Analysert vannkjemi fra innsamlede prøver i prøveperioden juni-september 2023 som ble analysert hos Vestfold Lab.

Data som er relevant for denne oppgaven er markert i gult.



Resultatene gjelder kun de undersøkte prøvene, og rapporten må ikke gjengis annet enn i sin helhet uten tillatelse fra laboratoriet.
Analyseusikkerhet kan anvises på forespørsel.

Vannområde Horten-Larvik Y1280
Postboks 2076
3102 TØNSBERG

Ordre: Y1280
Dato: 07/07/23
Lab.nr: 23/6154
Arkiv: 212909
Prøver mottatt: 06/06/23

ANALYSERESULTATER

Analyseperiode: 06/06/23 - 06/07/23, Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve Prøvetaker: Tatt ut av leverandør

Analyse	Metode	Ref	Resultat	Benevnig	Usikkerhet
pH, surhetsgrad	NS-EN ISO 10523	N)	6.4		±0.2e
Konduktivitet w/25°C	NS-ISO 7888	L)	18.9	mS/m	±10%
Turbiditet	NS-ISO 7027-1		5.3	FNU	±15%
SS, suspendert stoff	NS-EN 872		10	mg/l	±35%
Fargetall filtrert	NS-EN ISO 7887		31	mg Pt/l	±15%
Kalsium, AES	NS-EN ISO 7980		15.2	mg Ca/l	±10%
Totalt organisk karbon	NS 1484		6.1	mg C/l	±20%
Ammonium-nitrogen	Intern ISO 11732		0.008	mg N/l	±25
Nitrat, IC	ISO 10304-1		0.97	mg N/l	±15%
Ortofosfat	Intern ISO 15681-2		<0.002	mg/l	20
Totalfosfor	Intern ISO 15681-2		0.017	mg P/l	±30%
Totalnitrogen	Intern ISO 29441:2010		1.2	mg N/l	±20%
E.coli ¹⁾	ISO 9308-1:2014		<10	/100ml	

¹⁾ markerer "Ikke akkreditert analyse".

L) Målt og korrigert ved romtemperatur

Suvada Biscevic

Suvada Biscevic
Avd.leder kjemi

Heidi Nesengen Kamfjord
Avd.leder

Kopi til:
Lill Natalie Allum (kopi).

Side 1 av 1

Adresse:
Åstveien 21
3170 SEM

post@vestfoldlab.no
www.vestfoldlab.no

Tlf: 33 37 90 60
Faks 33 37 0 61

ANALYSERAPPORT

Vannområde Horten Larvik
Tønsberg Kommune
Postboks 2410
3104 Tønsberg

Dato 2023-08-18
Prøve nr **P230939**
Revisjon 1
Analyseperiode 2023-07-13 - 2023-08-18
Side 1 av 2

P230939-01

Prøvetype
Vannforekomster, overvåkning

Prøvemottak
2023-07-13

Prøveuttak
2023-07-13

Prøvested
Akersvannet

Merking

Kommentar

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Måleusikkerhet
E.coli	ISO 9308-1:2014	* < 10	/100 ml	
pH, surhetsgrad	NS-EN ISO 10523:2012	8,26		±0,2
Konduktivitet / 25°C	NS-ISO 7888, 1993	19,1	mS/m	±10%
Turbiditet	NS-ISO 7027-1:2016	7,7	FNU	±15%
SS, suspendert stoff	NS-EN 872, 2005	4	mg/l	±35%
Fargetall filtrert	NS-EN ISO 7887	24	mg Pt/l	±15%
Kalsium, AES	NS-EN ISO 7980 (2000)	14,8	mg Ca/l	±20%
Totalt organisk karbon	NS 1484, 1997	6,5	mg C/l	±20%
Ammonium-nitrogen	Intercc ISO 11732:2005	0,043	mg/l	±25%
Nitrat, IC	NS-EN ISO 10304-1:2009	0,48	mg N/l	±30%
Ortofosfat Quatro	Basert på ISO 15681-2:2018	< 0,002	mg P/l	
Totalfosfor	Int/NS-EN ISO 15681-2:18	0,023	mg P/l	±10%
Totalnitrogen	Intern/ISO 29441:2010	0,93	mg N/l	±20%

* = Ikke akkreditert resultat
CFU = Kolonidannende enhet | > = Større enn | < = Mindre enn

VestfoldLAB AS
Åslyseien 21
3170 SEM

985850151 MVA
Tlf: 33 37 90 60

post@vestfoldlab.no
www.vestfoldlab.no

ANALYSERAPPORT

Vannområdet Auli

Dato 2023-08-18
 Prøvenr **P230896**
 Revisjon 1
 Analyseperiode 2023-07-12 - 2023-08-17
 Side 1 av 2

P230896-01

Prøvetype Vannforekomster, overvåkning Prøvemottak 2023-07-12 Prøveuttak 2023-07-12

Prøvested **Gjennestadvannet** Merking

Kommentar

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Målesikkerhet
E.coli	ISO 9308-1:2014	* < 10	/100 ml	
pH, surhetsgrad	NS-EN ISO 10523:2012	7,67		±0,2
Konduktivitet / 25°C	NS-ISO 7888, 1993	9,02	mS/m	±10%
Turbiditet	NS-ISO 7027-1:2016	0,85	FNU	±30%
SS, suspendert stoff	NS-EN 872, 2005	2	mg/l	±35%
Farge tall filtrert	NS-EN ISO 7887	42	mg Pt/l	±15%
Kalstum, AES	NS-EN ISO 7980 (2000)	7,91	mg Ca/l	±20%
Totalt organisk karbon	NS 1484, 1997	9,0	mg C/l	±20%
Ammonium-nitrogen	Intern/ISO 11732:2005	0,050	mg/l	±25%
Nitrat, IC	NS-EN ISO 10304-1:2009	0,03	mg N/l	±30%
Ortofosfat Quatro	Basert på ISO 15681-2:2018	0,003	mg P/l	±20%
Totalfosfor	Int/NS-EN-ISO 15681-2:18	0,023	mg P/l	±10%
Totalnitrogen	Intern/ISO 29441:2010	0,64	mg N/l	±20%

P230896-02

Prøvetype Vannforekomster, overvåkning Prøvemottak 2023-07-12 Prøveuttak 2023-07-12

Prøvested **Grorudvannet** Merking

Kommentar

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Målesikkerhet
E.coli	ISO 9308-1:2014	* 40	/100 ml	
pH, surhetsgrad	NS-EN ISO 10523:2012	7,20		±0,2

Tabellen fortsetter på neste side...

* = Ikke akkreditert resultat
 CFU = Kolonidannende enhet | > = Større enn | < = Mindre enn

VestfoldLAB AS
 Åslyveien 21
 3170 SEM

985850151 MVA
 Tlf: 33 37 90 60

post@vestfoldlab.no
 www.vestfoldlab.no

Fortsettelse av tabell fra forrige side.

Parameter	Metode	Resultat	Enhet	Målesikkerhet
Konduktivitet v/25°C	NS-ISO 7888, 1999	2,8	mS/m	±10%
Turbiditet	NS-ISO 7027-1:2016	1,4	FNU	±30%
SS_suspendert stoff	NS-EN 872, 2005	2	mg/l	±35%
Fargevall filtert	NS-EN ISO 7887	10	mg Pt/l	±15%
Kalsium, AES	NS-EN ISO 7980 (2000)	1,63	mg Ca/l	±20%
Totalt organisk karbon	NS 1484, 1997	4,8	mg C/l	±20%
Ammonium-nitrogen	Intern ISO 11732:2005	< 0,002	mg/l	
Nitrat, IC	NS-EN ISO 10304-1:2009	< 0,01	mg N/l	
Ortofosfat Quatro	Basert på ISO 15681-2:2018	< 0,002	mg P/l	
Totalfosfor	Int/NS-EN-ISO 15681-2:18	0,006	mg P/l	±30%
Totalnitrogen	Intern/ ISO 29441:2010	0,22	mg N/l	±20%

Med vennlig hilsen

Svetlana Mitrokhina



Fagansvarlig - Kjemi

Kopi til

miguel.angel.segarra.valls@tonstberg.kommune.no

Resultatene gjelder kun de undersøkte prøvene slik de er mottatt på lab, og rapporten må ikke gjengis annet enn i sin helhet uten tillatelse fra laboratoriet. Kommentarer og vurderinger er ikke omfattet av akkrediteringen.

* = Ikke akkreditert resultat

CFU = Kolonidannende enhet | > = Større enn | < = Mindre enn

VestfoldLAB AS
Åsløyveien 21

985850151 MVA
Tlf: 33 37 90 60

post@vestfoldlab.no
www.vestfoldlab.no

Resultatene gjelder kun de undersøkte prøvene, og rapporten må ikke gjengis annet enn i sin helhet uten tillatelse fra laboratoriet.
 Analyseusikkerhet kan angis på forespørsel.

Vannområde Aulivassdraget
 Y1281
 Postboks 2076
 3103 TØNSBERG

Ordre: Y1281
 Dato: 05/07/23
 Lab.nr: 23/Ø155
 Arkiv: 212908
 Prøver mottatt: 06/06/23

ANALYSERESULTATER

Analyseperiode: 06/06/23 - 05/07/23, Uttaksprosedyre: Enkel stikkprøve

Prøvetaker: Tatt ut av leverandør

Analyse	Metode	Ref	Resultat	Benevnig	Usikkerhet
pH, surhetsgrad	NS-EN ISO 10523	N)	6.8		±0.2e
Konduktivitet v/25°C	NS-ISO 7888	L)	6.9	mS/m	±10%
Turbiditet	NS-ISO 7027-1		13.2	FNU	±15%
SS, suspendert stoff	NS-EN 872		13	mg/l	±25
Fargetall filtrert	NS-EN ISO 7887		30	mg Pt/l	±15%
Kalsium, AES	NS-EN ISO 7980		7.83	mg Ca/l	±10%
Totalt organisk karbon	NS 1484		6.7	mg C/l	±20%
Ammonium-nitrogen	Intern/ISO 11732		0,011	mg N/l	±25
Nitrat, IC	ISO 10304-1		<0.01	mg N/l	±30%
Ortofosfat	Intern/ISO 15681-2		<0.002	mg/l	20
Totalfosfor	Int/EN-ISO 15681-2		0.026	mg P/l	±15%
Totalnitrogen	Int/ISO 29441:2010		0.57	mg N/l	±20%
Intestinale enterokokker	ISO 7899		<10	/100 ml	(0 - 15)
E.coli ⁷⁾	ISO 9308-1:2014		<10	/100ml	

Side 1 av 2

Adresse:
 Åstveien 21
 3170 SEM

post@vestfoldlab.no
 www.vestfoldlab.no

TF: 33 37 90 60
 Faks 33 37 0 61

23/6155-2		Vannforekomster, overvåkning		Tatt ut: 06/06/23	
		Grudvannet 0-10 m		014-56532	
Analyse	Metode	Ref	Resultat	Benevning	Usikkerhet
pH, surhetsgrad	NS-EN ISO 10523	N)	6,8		±0,2e
Konduktivitet v/25°C	NS-ISO 7888	L)	2,6	mS/m	±10%
Turbiditet	NS-ISO 7027-1		0,98	FNU	±30%
SS, suspendert stoff	NS-EN 872		<2	mg/l	±35%
Fargetall filtrert	NS-EN ISO 7887		10	mg Pt/l	±15%
Kalsium, AES	NS-EN ISO 7980		1,62	mg Ca/l	±10%
Totalt organisk karbon	NS 1484		4,5	mg C/l	±20%
Ammonium-nitrogen	IntenISO 11732		0,020	mg N/l	±25
Nitrat, IC	ISO 10304-1		0,05	mg N/l	±30%
Ortofosfat	IntenISO 15681-2		<0,002	mg/l	20
Totalfosfor	IntEN-ISO 15681-2		0,007	mg P/l	±30%
Totalnitrogen	IntISO 29441:2010		0,24	mg N/l	±20%
Intestinale enterokokker	ISO 7899		10	/100 ml	(6 - 15)
E. coli ⁷	ISO 9308-1:2014		<10	/100ml	

*) markerer "Ikke akkreditert analyse".

N) Prøvene er målt ved 24±1 °C. pH >2 og <12 er akkreditert.
L) Målt og korrigert ved romtemperatur

Heidi N Kamfjord

Heidi Nesengen Kamfjord
Avd.leder

Suvada Biscevic
Avd.leder kjemi

Kopi til:
Lill Natalie Allum (kopi).

Side 2 av 2

Adresse:
Åstveien 21
3170 SEM

post@vestfoldlab.no
www.vestfoldlab.no

Tlf: 33 37 90 60
Faks: 33 37 90 61

Vedlegg 2: Brukerveiledning for ELISA analyse for saksitoksin og microcystin.

Saxitoxin (PSP) ELISA, Microtiter Plate Assay Procedure

- 1) Add 50 μL of the standards, control, samples (preserved freshwater), or sample extracts (shellfish) into the wells of the test strips according to the working scheme given. Analysis in duplicate or triplicate is recommended.
- 2) Add 50 μL of enzyme conjugate solution to the individual wells successively using a multi-channel, stepping, or electronic repeating pipette.
- 3) Add 50 μL of antibody solution to the individual wells successively using a multi-channel, stepping, or electronic repeating pipette. Cover the wells with parafilm or tape and mix the contents by moving the strip holder in a circular motion on the benchtop for 30 to 60 seconds. Be careful not to spill the contents.
- 4) Incubate the strips for 30 minutes at room temperature.
- 5) Decant the contents of the wells into a sink. Wash the strips four times using the diluted wash buffer. Please use a volume of at least 250 μL of 1X wash buffer for each well and each washing step. Remaining buffer in the wells should be removed by patting the inverted plate dry on a stack of paper towels.
- 6) Add 100 μL of substrate (color) solution to the wells successively using a multi-channel, stepping, or electronic repeating pipette. Cover the wells with parafilm or tape and mix the contents by moving the strip holder in a circular motion on the benchtop for 30 to 60 seconds. Be careful not to spill the contents. Incubate the strips for 30 minutes at room temperature, protected from direct sunlight.
- 7) Add 100 μL of stop solution to the wells in the same sequence as for the substrate (color) solution using a multi-channel, stepping, or electronic repeating pipette.
- 8) Read the absorbance at 450 nm using a microplate ELISA photometer within 15 minutes after the addition of the stopping solution.

https://abraxis.eurofins-technologies.com/media/12219/ug-21-081-rev-02-saxitoxin-elisa_52255b.pdf

Microcystin (ADDA)-DM ELISA, Microtiter Plate Assay Procedure

- 1) Add 100 μL of the standard solutions, control, or samples into the wells of the test strips according to the working scheme given. Analysis in duplicate or triplicate is recommended.
- 2) Add 50 μL of the enzyme conjugate solution to the individual wells successively using a multi-channel pipette or a stepping pipette.
- 3) Add 50 μL of the antibody solution to the individual wells successively using a multi-channel pipette or a stepping pipette. Cover the wells with parafilm or tape and mix the contents by moving the strip holder in a circular motion on the benchtop for 30 seconds. Be careful not to spill the contents. Incubate the strips for 90 minutes at room temperature.
- 4) Remove the covering, decant the contents of the wells into a sink, and blot the inverted plate on a stack of paper towels. Wash the strips three times using the diluted wash buffer. Please use at least a volume of 250 μL of 1X wash buffer for each well and each washing step. Blot the inverted plate after each wash step on a stack of paper towels. After the last wash/blot, check the wells for any remaining buffer in the wells, and if necessary, remove by additional blotting.
- 5) Add 150 μL of substrate (color) solution to the individual wells successively using a multi-channel pipette or a stepping pipette. Cover the wells with parafilm or tape and mix the contents by moving the strip holder in a circular motion on the benchtop for 30 seconds. Be careful not to spill the contents. Incubate the strips for 20-30 minutes at room temperature. Protect the strips from sunlight.
- 6) Add 100 μL of stop solution to the wells in the same sequence as for the substrate (color) solution using a multi-channel pipette or a stepping pipette
- 7) Read the absorbance at 450 nm using a microplate ELISA photometer within 15 minutes after the addition of the stopping solution.

https://abraxis.euofins-technologies.com/media/15517/ug-21-060-rev-02-microcystins-dm-elisa_522015.pdf

Vedlegg 3: Skjermdump av Excel-fil som INHM har utarbeidet for beregning av toksinkonsentrasjoner

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1																			
2	1	0.3	0.272	0.407	0.623	0.837	1.131	1.264	1.263		1	23.74357	21.5275	32.21211	49.30748	66.24456	89.51326	1.264	1.263
3	2	1.255	1.415	1.45	1.354	1.548	1.196	1.488	1.4		2	99.32727	111.9905	114.7606	107.1626	122.5168	94.6577	117.7681	110.8033
4	3	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	1.428	1.356	1.471	1.317		3	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	113.0194	107.3209	116.4226	104.2343
5	4	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001		4	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915
6	5	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001		5	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915
7	6	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001		6	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915
8	7	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001		7	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915
9	8	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001		8	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915
10	9	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001		9	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915
11	10	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001		10	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915
12	11	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001		11	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915
13	12	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001		12	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915	-0.07915
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
32																			
33																			
34																			
35																			
36																			
37																			

	H	G	F	E	D	C	B	A
1	0.342763	0.37823	0.235227	0.110001	0.051808	0.018412	1.264	1.263
2	0.011901	0.006778	0.005992	0.008401	0.004245	0.014647	0.005242	0.007145
3	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.006475	0.008342	0.005566
4	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509
5	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509
6	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509
7	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509
8	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509
9	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509
10	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509
11	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509
12	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509	0.988509

	H1	G1	F1	E1	D1	C1	B1	A1
1	0.4	0.4	0.2	0.1	0.05	0.02	0	0
2	S5	S5	S4	S3	S2	S1	BO	BO

ppb

Om dette reknearket:

Reknearket forutsetter at strips 1 brukes til standard og blank som vist i celle B32:132 (lysegrønt felt)

Reknearket er beskyttet. Alle celler er låste utenom de på farget bakgrunn.

Reknearket er utviklet for Microcystins ELISA, Abraxis no. 520011

Vedlegg 4: Primærdata for Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet fra analyserte prøver i prøvetakingsperioden juni-september 2023

Prøvelokasjon	Dato	Prøvedybde m	Siktedyp m	Temp °C	O ₂ mg L ⁻¹	O ₂ -metning %	pH	Ledningsevne mS/m
Revovannet	06.06.2023	0-2	0.85	19	12.1	131	6.8	6.9
Revovannet	13.07.2023	0-1	0.5	21	10.1	113	9.1	7.9
Revovannet	15.08.2023	0-1	0.5	18	10.3	110	9.6	7.2
Revovannet	20.09.2023	0-1	0.5	15	11.5	114	9.7	7.7
Grorudvannet	06.06.2023	0-10	5.5	9	8.5	76	6.8	2.6
Grorudvannet	12.07.2023	0-8	4	11	7.8	72	7.2	2.8
Grorudvannet	15.08.2023	0-5	2.5	11	7.1	68	7.2	2.5
Grorudvannet	20.09.2023	0-4	2	10	6.5	61	7.2	2.5
Akersvannet	06.06.2023	0-4	2	17	8.4	99	6.4	18.9
Akersvannet	13.07.2023	0-3.5	1.75	19	7.4	80	8.3	19.1
Akersvannet	15.08.2023	0-2.5	1.25	19	7.7	83	7.9	19.1
Akersvannet	20.09.2023	0-2.5	1.25	16	7.7	78	7.8	19.7
Prøvelokasjon	Dato	Turbiditet FNU	Fargetall mg Pt/L	Ca ²⁺ mg L ⁻¹	TOC mg L ⁻¹	NO ₃ ⁻ -N µg L ⁻¹	Ortofosfat mg L ⁻¹	Tot-P µg L ⁻¹
Revovannet	06.06.2023	13	30	7.8	6.7	<10	<2	26
Revovannet	13.07.2023	35	26	8.6	7.5	<10	<2	59
Revovannet	15.08.2023	22	27	9.1	7.5	<10	<2	54
Revovannet	20.09.2023	22	35	9.4	12.1	<10	<2	34
Grorudvannet	06.06.2023	1	10	1.6	4.5	50	<2	7
Grorudvannet	12.07.2023	1	10	1.6	4.8	<10	<2	6
Grorudvannet	15.08.2023	2	7	1.6	4.7	<10	<2	9
Grorudvannet	20.09.2023	2	10	1.6	6.8	<10	<2	8
Akersvannet	06.06.2023	5	31	15.2	6.1	970	<2	17
Akersvannet	13.07.2023	8	24	14.8	6.5	480	<2	23
Akersvannet	15.08.2023	13	25	15.4	6	230	<2	27
Akersvannet	20.09.2023	10	29	15.9	6.3	250	<2	35
Prøvelokasjon	Dato	ToT-N µg L ⁻¹	N/P-kvotient	Total biomasse mg L ⁻¹	Biomasse Cyano mg L ⁻¹	Klorofyll-a µg L ⁻¹	Microcystin µg L ⁻¹	Saxitoxin µg L ⁻¹
Revovannet	06.06.2023	570	22	18	2	2	2.4	0.007
Revovannet	13.07.2023	670	11	60	35			
Revovannet	15.08.2023	810	15	26	19	60	4.1	0.009
Revovannet	20.09.2023	680	20	238	11	26	3.3	0.009
Grorudvannet	06.06.2023	240	34	1	0	1	0.12	0.008
Grorudvannet	12.07.2023	220	37					
Grorudvannet	15.08.2023	350	39	2	0	3	0.08	0.009
Grorudvannet	20.09.2023	360	45	0	0	3	0.09	0.009
Akersvannet	06.06.2023	1200	71	2	0	7	0.4	0.008
Akersvannet	13.07.2023	930	40	618	612			
Akersvannet	15.08.2023	740	27	608	576	5	0.6	0.011
Akersvannet	20.09.2023	710	20	16	15	4	0.5	0.009

Vedlegg 5: Data målt med ProDSS fra Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet i perioden juni-september 2023

Revovannet

Tid	Dato	Innsjø	Ledningsevne µS/CM	Dybde m	O-metning %	Oksygen mg/L	pH	TEMP °C
01:02:14.000 PM	20.09.2023	Revovannet	83.6	2.1	104	10.5	9.1	15
01:01:50.000 PM	20.09.2023	Revovannet	83.8	1.7	108	10.8	9.2	15
01:00:27.000 PM	20.09.2023	Revovannet	84.9	1.0	117	11.8	9.3	15
12:59:55.000 PM	20.09.2023	Revovannet	85	0.5	120	12.1	9.3	15
12:58:55.000 PM	20.09.2023	Revovannet	84.4	0	121	12.1	9.3	15
01:42:34.000 PM	15.08.2023	Revovannet	82.1	2.1	82	7.7	8.2	18
01:42:19.000 PM	15.08.2023	Revovannet	81.2	1.4	100	9.4	8.8	18
01:41:54.000 PM	15.08.2023	Revovannet	82	1.1	116	10.9	9.2	18
01:41:37.000 PM	15.08.2023	Revovannet	82.3	0.5	121	11.3	9.2	18
01:41:10.000 PM	15.08.2023	Revovannet	85	0.0	133	12.4	9.4	19
01:26:22.000 PM	13.07.2023	Revovannet	83.5	1.6	112	10.0	9.0	21
01:26:04.000 PM	13.07.2023	Revovannet	83.5	1.0	113	10.1	9.0	21
01:25:39.000 PM	13.07.2023	Revovannet	83.6	0.5	113	10.1	9.0	21
01:25:14.000 PM	13.07.2023	Revovannet	83.6	0	113	10.1	9.0	21
12:23:20.000 PM	06.06.2023	Revovannet	79.4	2.0	128	12.0	9.4	18
12:22:20.000 PM	06.06.2023	Revovannet	80.2	1.5	132	12.3	9.4	19
12:21:03.000 PM	06.06.2023	Revovannet	80.3	1.1	132	12.3	9.4	19
12:20:10.000 PM	06.06.2023	Revovannet	80.2	0.6	132	12.2	9.4	19
12:18:51.000 PM	06.06.2023	Revovannet	80.1	0	130	12.0	9.4	19

Grorudvannet

Tid	Dato	Innsjø	Ledningsevne µS/CM	Dybde m	O-metning %	Oksygen mg/L	pH	TEMP °C	Tid	Dato	Innsjø	Ledningsevne µS/CM	Dybde m	O-metning %	Oksygen mg/L	pH	TEMP °C
09:45:40.000 AM	20.09.2023	Grorudvannet	101.1	15	6	0.8	5.8	5	10:19:53.000 AM	12.07.2023	Grorudvannet	159.7	15	7	0.9	5.8	4.7
09:45:25.000 AM	20.09.2023	Grorudvannet	52.3	14	8	1.0	5.7	5	10:19:29.000 AM	12.07.2023	Grorudvannet	40.8	14	11	1.4	5.5	4.7
09:45:08.000 AM	20.09.2023	Grorudvannet	42.8	13	12	1.5	5.6	5	10:18:51.000 AM	12.07.2023	Grorudvannet	36.4	13	32	4.1	5.5	4.7
09:44:46.000 AM	20.09.2023	Grorudvannet	34.5	12	21	2.7	5.7	5	10:18:23.000 AM	12.07.2023	Grorudvannet	34.1	12	43	5.5	5.6	4.8
09:44:27.000 AM	20.09.2023	Grorudvannet	34.4	11	32	4.1	5.7	5	10:17:58.000 AM	12.07.2023	Grorudvannet	33.9	11	46	5.9	5.6	5.0
09:44:08.000 AM	20.09.2023	Grorudvannet	34.0	10	36	4.5	5.8	6	10:17:34.000 AM	12.07.2023	Grorudvannet	33.7	10	51	6.5	5.7	5.2
09:43:39.000 AM	20.09.2023	Grorudvannet	33.3	9	41	5.1	5.8	6	10:17:11.000 AM	12.07.2023	Grorudvannet	33.0	9	56	7.0	5.7	5.5
09:42:57.000 AM	20.09.2023	Grorudvannet	32.9	8	53	6.3	5.9	8	10:16:16.000 AM	12.07.2023	Grorudvannet	32.5	8	74	9.2	5.9	6.1
09:42:26.000 AM	20.09.2023	Grorudvannet	32.4	7	64	7.3	6.1	10	10:15:42.000 AM	12.07.2023	Grorudvannet	31.8	7	87	10.4	6.1	7.5
09:41:34.000 AM	20.09.2023	Grorudvannet	32.0	6	96	10.0	6.5	14	10:15:10.000 AM	12.07.2023	Grorudvannet	32.0	6	100	11.7	6.4	8.7
09:40:51.000 AM	20.09.2023	Grorudvannet	31.3	5	102	10.1	6.9	16	10:14:29.000 AM	12.07.2023	Grorudvannet	32.0	5	119	12.7	6.6	12.3
09:40:11.000 AM	20.09.2023	Grorudvannet	31.2	4	102	10.1	6.9	16	10:13:49.000 AM	12.07.2023	Grorudvannet	32.4	4	124	11.7	6.6	18.0
09:39:46.000 AM	20.09.2023	Grorudvannet	31.2	3	102	10.2	6.9	16	10:13:02.000 AM	12.07.2023	Grorudvannet	32.4	3	101	9.1	6.7	20.7
09:39:22.000 AM	20.09.2023	Grorudvannet	31.3	2	102	10.2	6.9	16	10:12:43.000 AM	12.07.2023	Grorudvannet	32.4	2	101	9.0	6.6	20.8
09:39:04.000 AM	20.09.2023	Grorudvannet	31.2	1	102	10.2	6.9	16	10:12:17.000 AM	12.07.2023	Grorudvannet	32.4	1	101	9.0	6.6	20.8
09:38:39.000 AM	20.09.2023	Grorudvannet	31.2	0	102	10.1	6.9	16	10:11:45.000 AM	12.07.2023	Grorudvannet	32.4	0	100	9.0	6.5	20.7
10:21:51.000 AM	15.08.2023	Grorudvannet	156.0	15	4	0.5	6.0	5	10:11:38.000 AM	12.07.2023	Grorudvannet	32.4	0	100	8.9	6.5	20.7
10:21:20.000 AM	15.08.2023	Grorudvannet	49.4	14	6	0.8	5.7	5	10:09:36.000 AM	06.06.2023	Grorudvannet	41.4	14	15	1.9	5.5	4.6
10:20:47.000 AM	15.08.2023	Grorudvannet	37.4	13	13	1.6	5.7	5	10:08:43.000 AM	06.06.2023	Grorudvannet	34.6	13	44	5.7	5.5	4.7
10:20:10.000 AM	15.08.2023	Grorudvannet	35.3	12	31	3.9	5.7	5	10:08:11.000 AM	06.06.2023	Grorudvannet	33.8	12	48	6.2	5.5	4.7
10:19:43.000 AM	15.08.2023	Grorudvannet	34.3	11	39	5.0	5.8	5	10:07:29.000 AM	06.06.2023	Grorudvannet	33.6	11	51	6.6	5.6	4.9
10:19:21.000 AM	15.08.2023	Grorudvannet	33.7	10	44	5.5	5.8	6	10:06:50.000 AM	06.06.2023	Grorudvannet	33.1	10	56	7.1	5.6	5.1
10:18:46.000 AM	15.08.2023	Grorudvannet	33.3	9	54	6.7	5.9	6	10:06:13.000 AM	06.06.2023	Grorudvannet	32.8	9	62	7.8	5.7	5.2
10:18:11.000 AM	15.08.2023	Grorudvannet	32.8	8	66	8.0	6.1	7	10:05:44.000 AM	06.06.2023	Grorudvannet	32.5	8	65	8.2	5.8	5.6
10:17:42.000 AM	15.08.2023	Grorudvannet	32.3	7	83	9.8	6.3	8	10:04:52.000 AM	06.06.2023	Grorudvannet	32.2	7	80	9.9	6.0	6.1
10:17:16.000 AM	15.08.2023	Grorudvannet	32.2	6	101	11.1	6.6	11	10:04:07.000 AM	06.06.2023	Grorudvannet	32.0	6	90	10.8	6.2	7.3
10:16:35.000 AM	15.08.2023	Grorudvannet	32.1	5	116	11.5	7.3	16	10:03:20.000 AM	06.06.2023	Grorudvannet	31.9	5	100	11.6	6.4	9.1
10:15:58.000 AM	15.08.2023	Grorudvannet	31.9	4	106	10.0	7.5	18	10:02:48.000 AM	06.06.2023	Grorudvannet	32.1	4	107	11.6	6.6	11.8
10:15:26.000 AM	15.08.2023	Grorudvannet	31.9	3	106	9.8	7.6	19	10:02:10.000 AM	06.06.2023	Grorudvannet	32.3	3	106	10.5	6.8	15.9
10:15:06.000 AM	15.08.2023	Grorudvannet	31.9	2	107	9.9	7.7	19	10:01:37.000 AM	06.06.2023	Grorudvannet	32.5	2	105	10.0	6.8	17.7
10:14:28.000 AM	15.08.2023	Grorudvannet	32.0	1	106	9.8	7.8	19	10:00:55.000 AM	06.06.2023	Grorudvannet	32.5	1	105	10.0	6.8	17.8
10:13:54.000 AM	15.08.2023	Grorudvannet	32.0	0	104	9.6	7.8	19	10:00:22.000 AM	06.06.2023	Grorudvannet	32.5	0	105	10.0	6.8	17.8

Akersvannet

Tid	Dato	Innsjø	Ledningsevne µS/CM	Dybde m	O-metning %	Oksygen mg/L	pH	TEMP °C
11:08:25.000 AM	20.09.2023	Akersvannet	210	7	66	6.5	7.1	16
11:08:08.000 AM	20.09.2023	Akersvannet	208	6.2	78	7.6	7.1	16
11:07:47.000 AM	20.09.2023	Akersvannet	208	5.1	79	7.7	7.1	16
11:07:26.000 AM	20.09.2023	Akersvannet	207.8	4.1	79	7.7	7.1	16
11:07:15.000 AM	20.09.2023	Akersvannet	207.8	4.1	79	7.7	7.1	16
11:06:53.000 AM	20.09.2023	Akersvannet	207.7	3.2	79	7.8	7.0	16
11:06:31.000 AM	20.09.2023	Akersvannet	207.5	2.1	80	7.8	7.0	16
11:06:09.000 AM	20.09.2023	Akersvannet	207.5	1.1	81	8.0	7.0	16
11:05:31.000 AM	20.09.2023	Akersvannet	207.1	0	83	8.2	6.9	16
12:04:02.000 PM	15.08.2023	Akersvannet	204.8	7.1	66	6.3	7.1	18
12:03:42.000 PM	15.08.2023	Akersvannet	203.1	6.1	77	7.2	7.2	18
12:03:09.000 PM	15.08.2023	Akersvannet	202.6	5.0	82	7.7	7.2	19
12:02:47.000 PM	15.08.2023	Akersvannet	202.4	4.0	85	7.9	7.3	19
12:02:23.000 PM	15.08.2023	Akersvannet	202.4	3.1	86	8.0	7.3	19
12:01:55.000 PM	15.08.2023	Akersvannet	202.3	2.3	87	8.1	7.3	19
12:01:01.000 PM	15.08.2023	Akersvannet	202.3	1.1	89	8.3	7.4	19
12:00:33.000 PM	15.08.2023	Akersvannet	202.2	0	91	8.5	7.4	19
11:55:55.000 AM	13.07.2023	Akersvannet	204.5	6.2	20	2.0	6.7	16
11:55:26.000 AM	13.07.2023	Akersvannet	202.8	5.1	56	5.2	6.9	18
11:54:51.000 AM	13.07.2023	Akersvannet	202.6	4.1	72	6.7	7.2	19
11:54:24.000 AM	13.07.2023	Akersvannet	201.1	3	95	8.8	7.8	20
11:54:03.000 AM	13.07.2023	Akersvannet	200.8	2.1	99	9.1	8.0	20
11:53:33.000 AM	13.07.2023	Akersvannet	200.7	1	100	9.1	8.0	20
11:53:13.000 AM	13.07.2023	Akersvannet	200.7	0	100	9.2	8.0	20
11:52:40.000 AM	13.07.2023	Akersvannet	200.7	0	100	9.1	8.0	20
02:05:33.000 PM	06.06.2023	Akersvannet	197.8	6.1	72	7.5	7.1	13
02:05:06.000 PM	06.06.2023	Akersvannet	198.3	5	102	9.7	7.5	17
02:04:38.000 PM	06.06.2023	Akersvannet	198.4	4	103	9.8	7.5	18
02:04:10.000 PM	06.06.2023	Akersvannet	198.3	3.1	103	9.8	7.5	18
02:03:46.000 PM	06.06.2023	Akersvannet	198.3	2.1	103	9.8	7.5	18
02:03:20.000 PM	06.06.2023	Akersvannet	198.4	1	103	9.8	7.5	18
02:02:37.000 PM	06.06.2023	Akersvannet	198.4	0	103	9.8	7.5	18

Vedlegg 6: Artsliste fra innsamlede kvalitative planktonprøver fra Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet i perioden juni-september 2023

Revovannet	
Cyanophyta	<i>Anathece clathrata</i> <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> <i>Aphanocapsa reinboldii</i> <i>Chroococcus</i> sp. <i>Chroococcus turgidus</i> <i>Dolichospermum flos-aquae</i> <i>Dolichospermum planctonicum</i> <i>Dolichospermum sigmoideum</i> <i>Dolichospermum solitarium</i> <i>Dolichospermum viguieri</i> <i>Limnococcus limneticus</i> <i>Microcystis aeruginosa</i> <i>Microcystis wesenbergii</i> <i>Planktolyngbya contorta</i> <i>Planktolyngbya limnetica</i> <i>Planktothrix agardhii</i> <i>Snowella lacustris</i> <i>Snowella lacustris</i> <i>Snowella septentrionalis</i>
Cryptophyta	<i>Chryptomonas</i> sp. Chrysophyta <i>Dinobryon bavaricum</i> <i>Dinobryon divergens</i> <i>Mallomonas</i> sp.
Chlorophyta	<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> <i>Desmodesmus armatus</i> <i>Desmodesmus</i> sp <i>Desmodesmus subspicatus</i> <i>Kirchneriella lunaris</i> <i>Kirchneriella obesa</i> <i>Micractinium pusillum</i> <i>Pediastrum duplex</i> <i>Pseudopediastrum boryanum</i> <i>Scenedesmus ecornis</i> <i>Scenedesmus quadricauda</i>

	<i>Selenastrum sp.</i> <i>Staurastrum anatinum</i> <i>Staurastrum chaetoceras</i> <i>Stauridium tetras</i> <i>Tetraspora lemmermannii</i>
Bacillariophyta	<i>Aulacoseira granulata</i> <i>Aulacoseira islandica</i> <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Fragilaria sp.</i> <i>Fragilaria ulna</i> <i>Stephanodiscus sp.</i> <i>Tabellaria flocculosa</i>
Planctomycetota	<i>Planctomyces bekefii</i>
Grorudvannet	
Cyanophyta	<i>Anabaena inaequalis</i> <i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> <i>Pseudanabaena limnetica</i>
Cryptophyta	<i>Cryptomonas sp.</i> <i>Rhodomonas lacustris</i>
Chrysophyta	<i>Dinobryon sp.</i> <i>Mallomonas sp.</i> <i>Synura sp.</i> <i>Uroglena sp.</i>
Chlorophyta	<i>Botryococcus braunii</i> <i>Chlamydocapsa planctonica</i> <i>Coelastrum microporum</i> <i>Eudorina unicocca</i> <i>Gonium pectorale</i> <i>Mucidosphaerium pulchellum</i> <i>Pediastrum duplex</i> <i>Scenedesmus quadricauda</i> <i>Staurastrum sp.</i> <i>Staurodesmus incus</i> <i>Staurodesmus sp.</i>
Bacillariophyta	<i>Asterionella formosa</i> <i>Fragilaria sp.</i> <i>Surirella sp.</i> <i>Tabellaria flocculosa</i>
Akersvannet	
	<i>Anabaena sp.</i> <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> <i>Aphanocapsa reinboldii</i>

Cyanophyta	<i>Dolichospermum crassum</i> <i>Dolichospermum spiroides</i> <i>Gomphosphaeria aponina</i> <i>Limnococcus limneticus</i> <i>Microcystis aeruginosa</i> <i>Microcystis botrys</i> <i>Microcystis flos-aquae</i> <i>Microcystis wesenbergii</i> <i>Planktolyngbya limnetica</i> <i>Pseudanabaena voronichinii</i> <i>Woronichinia naegeliana</i> <i>Woronichinia sp.</i>
Cryptophyta	<i>Cryptomonas sp.</i> <i>Plagioselmis lacustris</i> <i>Rhodomonas lacustris</i>
Dinophyta	<i>Ceratium brachyceros</i> <i>Ceratium hirundinella</i>
Chrysophyta	<i>Dinobryon bavaricum</i> <i>Dinobryon divergens</i>
Chlorophyta	<i>Chlamydocapsa planctonica</i> <i>Closterium acutum var.</i> <i>Coelastrum microporum</i> <i>Coenochloris pyrenoidosa</i> <i>Desmodesmus maximus</i> <i>Elakatothrix genevensis</i> <i>Mucidosphaerium pulchellum</i> <i>Oocystis borgei</i> <i>Oocystis sp.</i> <i>Pediastrum boryanum</i> <i>Pediastrum duplex</i> <i>Pseudopediastrum boryanum</i> <i>Scenedesmus sp.</i> <i>Sphaerocystis schroeteri</i> <i>Staurastrum luetkemulleri</i> <i>Staurastrum sp.</i>
Bacillariophyta	<i>Asterionella formosa</i> <i>Aulacoseira granulata</i> <i>Cyclotella sp.</i> <i>Flagilaria sp.</i> <i>Stephanodiscus sp.</i> <i>Tabellaria flocculosa</i>

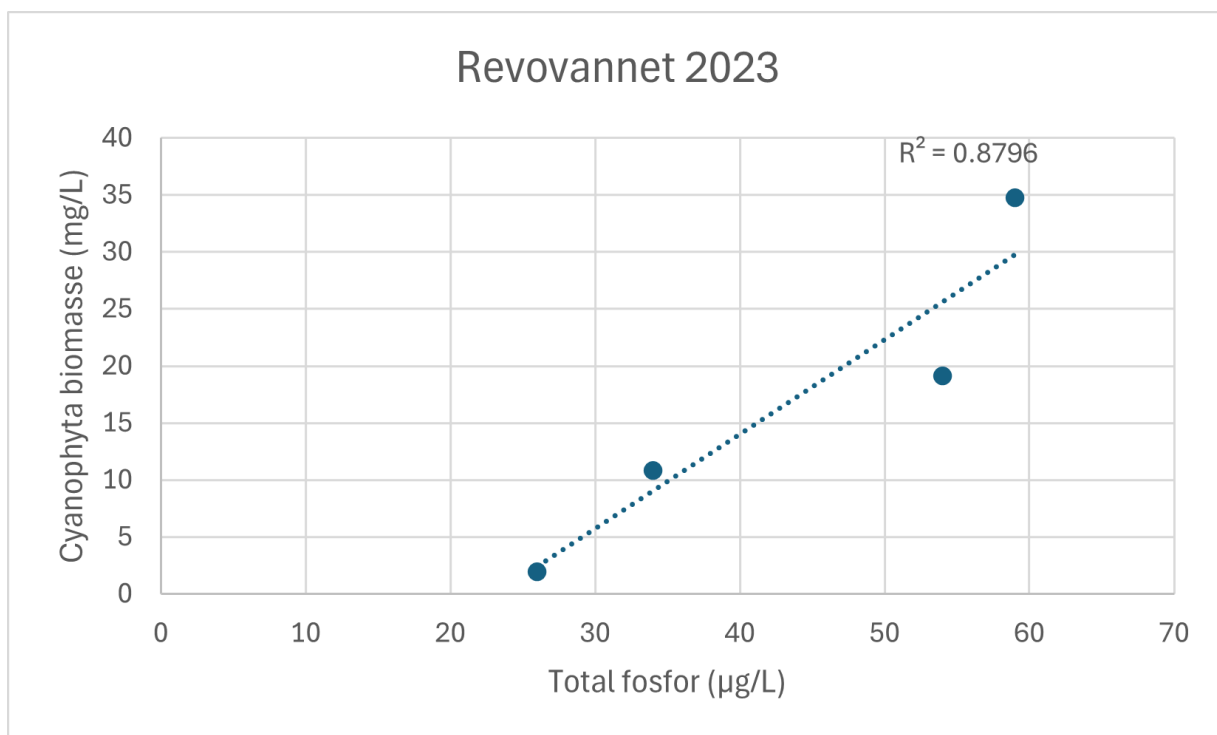
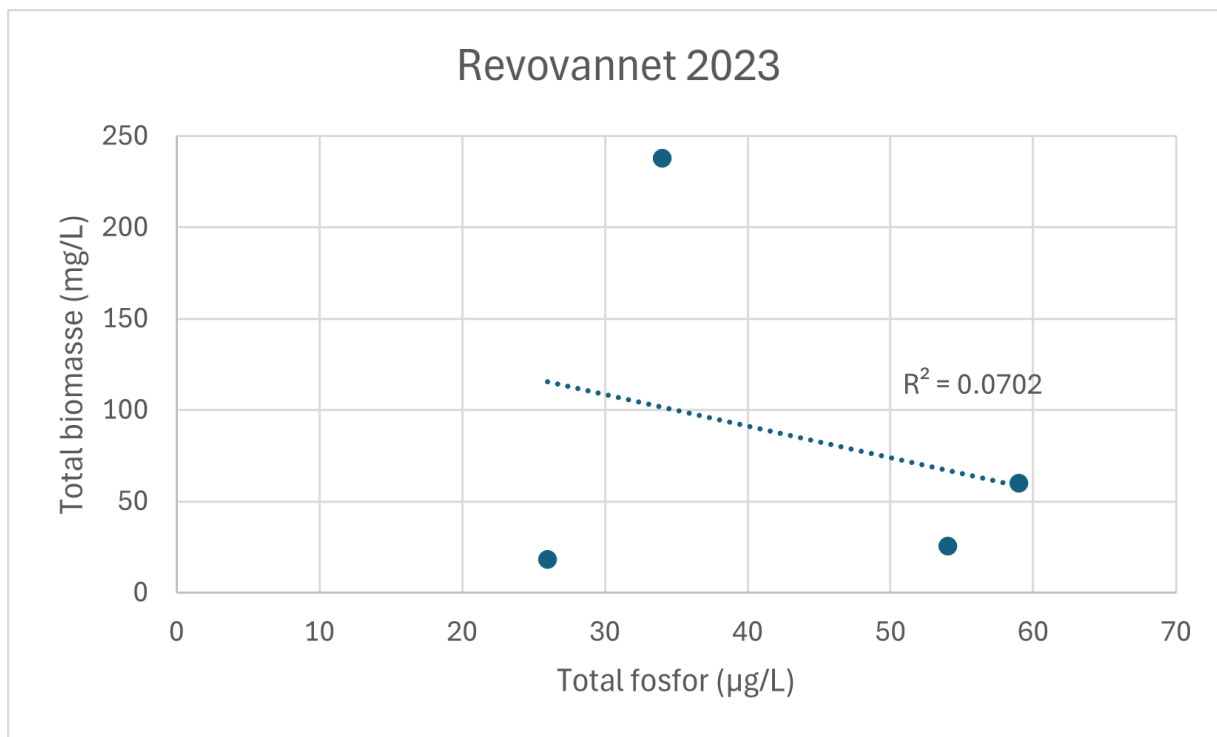
Vedlegg 7: Artsliste fra innsamlede kvantitative planktonprøver fra Revovannet, Grorudvannet og Akersvannet i perioden juni-september 2023

Revovannet	
Cyanophyta	<i>Anabaena inequalis</i> <i>Anabaena sp.</i> <i>Anathece clathrata</i> <i>Aphanizomenon sp.</i> <i>Aphanocapsa reinboldii</i> <i>Chroococcus sp.</i> <i>Dolichospermum lemmermannii</i> <i>Dolichospermum planctonicum</i> <i>Limnococcus limneticus</i> <i>Microcystis aeruginosa</i> <i>Microcystis flos-aquae</i> <i>Microcystis viridis</i> <i>Microcystis wesenbergii</i> <i>Planktolyngbya contorta</i> <i>Planktolyngbya limnetica</i> <i>Snowella atomus</i> <i>Snowella lacustris</i>
Cryptophyta	<i>Cryptomonas sp.</i> <i>Rhodomonas sp.</i>
Dinophyta	<i>Peridium sp.</i>
Chrysophyta	<i>Aulacoseira islandica</i> <i>Aulacoseira sp.</i> <i>Bacillaria ulna</i> <i>Fragilaria crotonensis</i> <i>Stephanodiscus sp.</i>
Chlorophyta	<i>Desmodesmus armatus</i> <i>Crucigenia tetrapedia</i> <i>Koliella spirotaenia</i> <i>Messastrum gracile</i> <i>Monactinus simplex</i> <i>Pseudopediastrum boryanum</i> <i>Scenedesmus ecornis</i> <i>Scenedesmus quadricauda</i> <i>Staurastrum anatinum</i> <i>Staurastrum sp.</i>

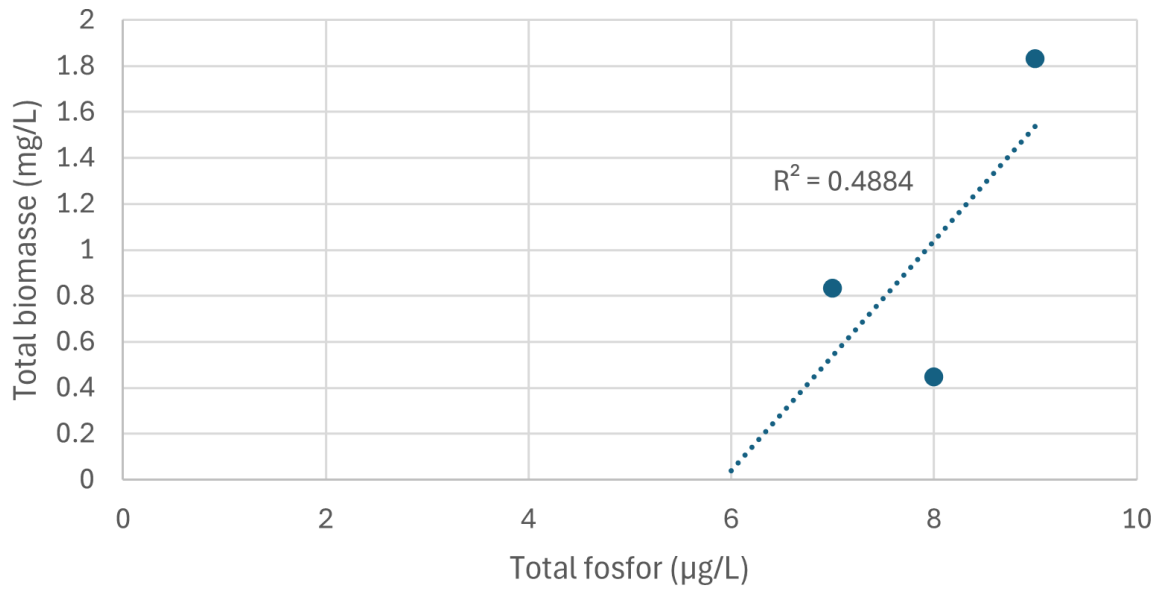
	<i>Tetradesmus dimorphus</i>
Grorudvannet	
Cyanophyta	<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> <i>Snowella septentrionalis</i>
Cryptophyta	<i>Cryptomonas sp.</i> <i>Rhodomonas sp.</i>
Dinophyta	<i>Dinobryon sp.</i> <i>Chrysidiastrum catenatum</i> <i>Crysophyta sp.</i> <i>Flagilaria sp.</i> <i>Mallomonas sp.</i> <i>Tabellaria flocculosa</i>
Euglenophyta	<i>Trachelomonas sp.</i>
Chlorophyta	<i>Pandorina morum</i> <i>Scenedesmus quadricauda</i> <i>Spirotaenia condensata</i> <i>Staurodesmus incus</i> <i>Uroglena sp.</i>
Akersvannet	
Cyanophyta	<i>Aphanizomenom flos-aquae</i> <i>Aphanocapsa reinboldii</i> <i>Dolicospermum spiroides</i> <i>Limnococcus limneticus</i> <i>Microcystis aeruginosa</i> <i>Snowella lacustris</i> <i>Woronichinia naegeliana</i>
Cryptophyta	<i>Cryptomonas sp.</i> <i>Rhodomonas lacustris</i> <i>Rhodomonas sp.</i>
Dinophyta	<i>Ceratium brachyceros</i>
Chrysophyta	<i>Asterionella formosa</i> <i>Flagilaria sp.</i> <i>Nitzschia sp.</i> <i>Stephanodiscus sp.</i>
Chlorophyta	<i>Elakatothrix genevensis</i> <i>Chlamydocapsa sp.</i> <i>Closterium sp.</i> <i>Oocystis sp.</i> <i>Pediastrum duplex</i>

Vedlegg 8: Plot for korrelasjonstester 2023

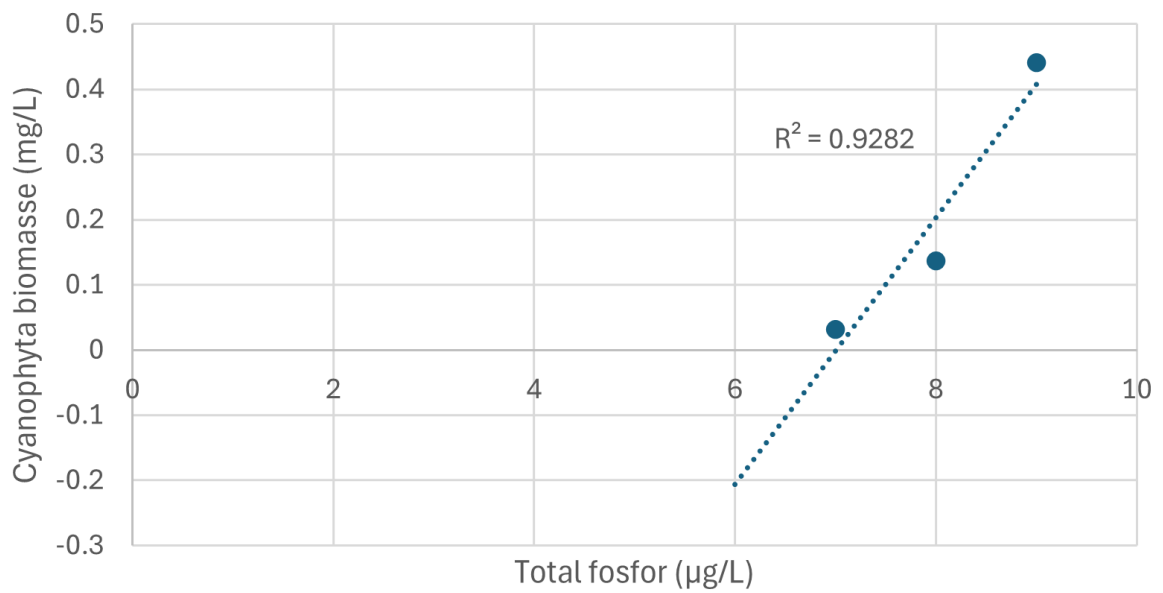
Fosfor

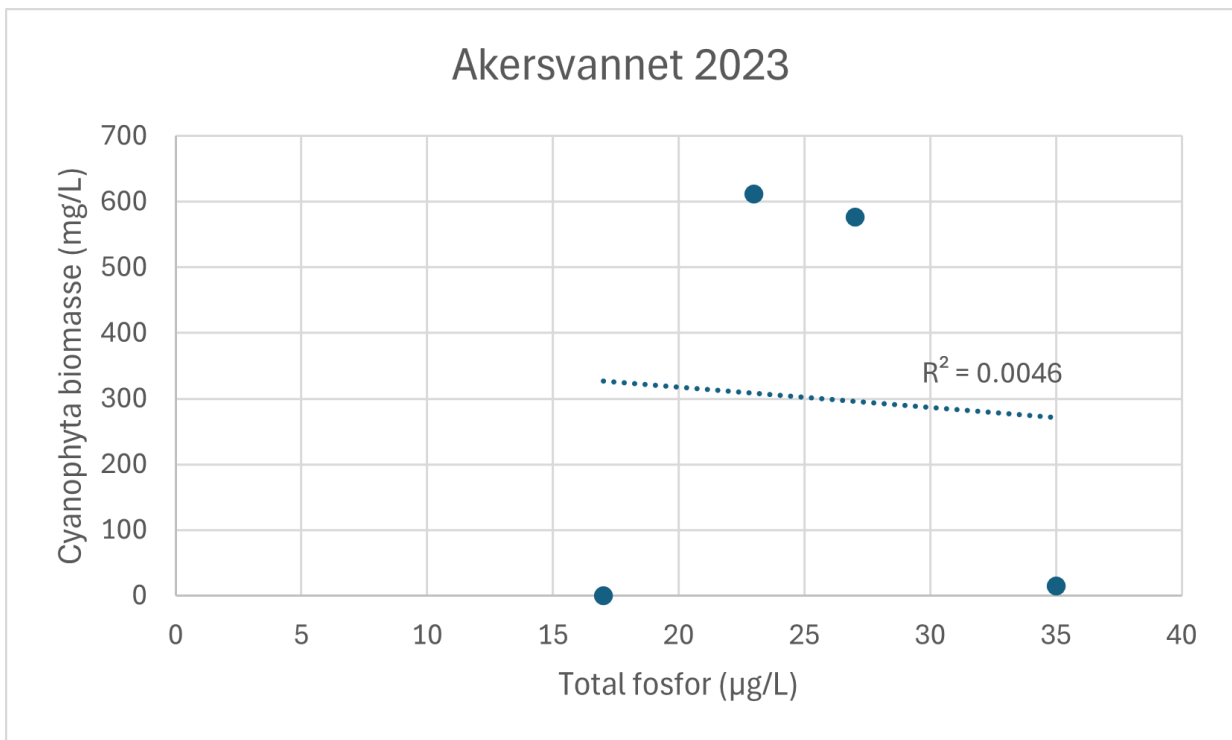
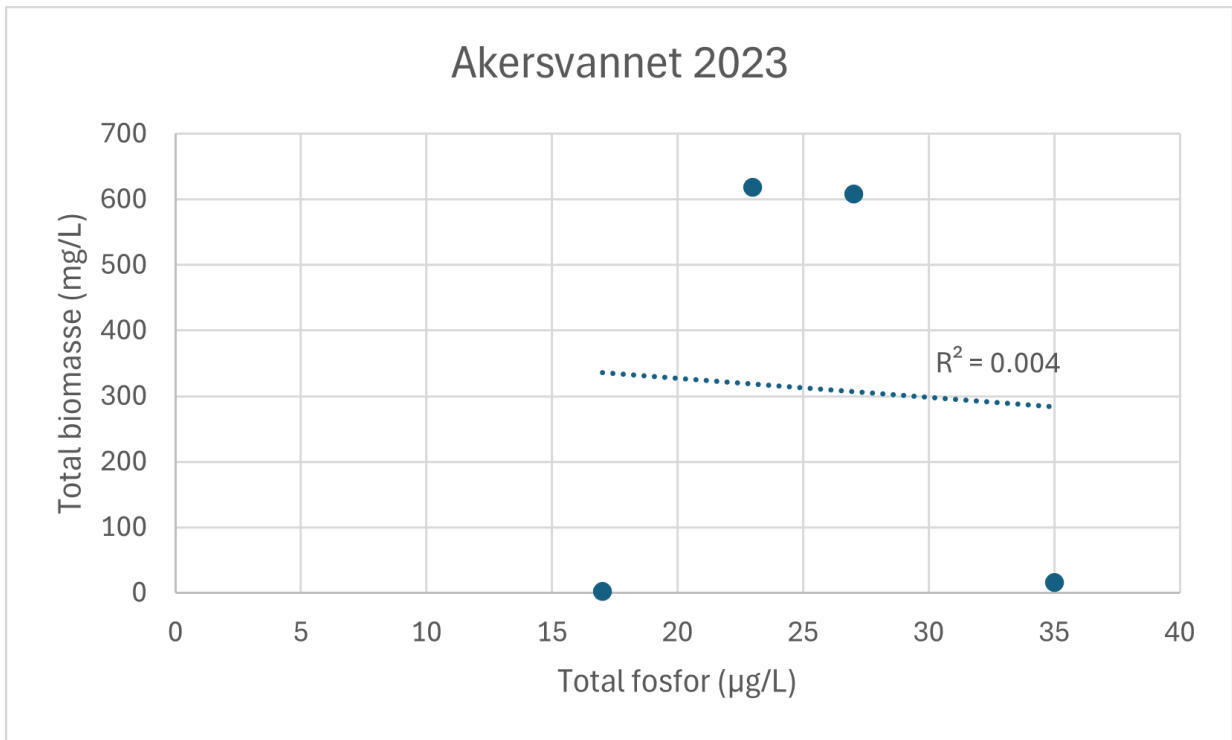


Grorudvannet 2023

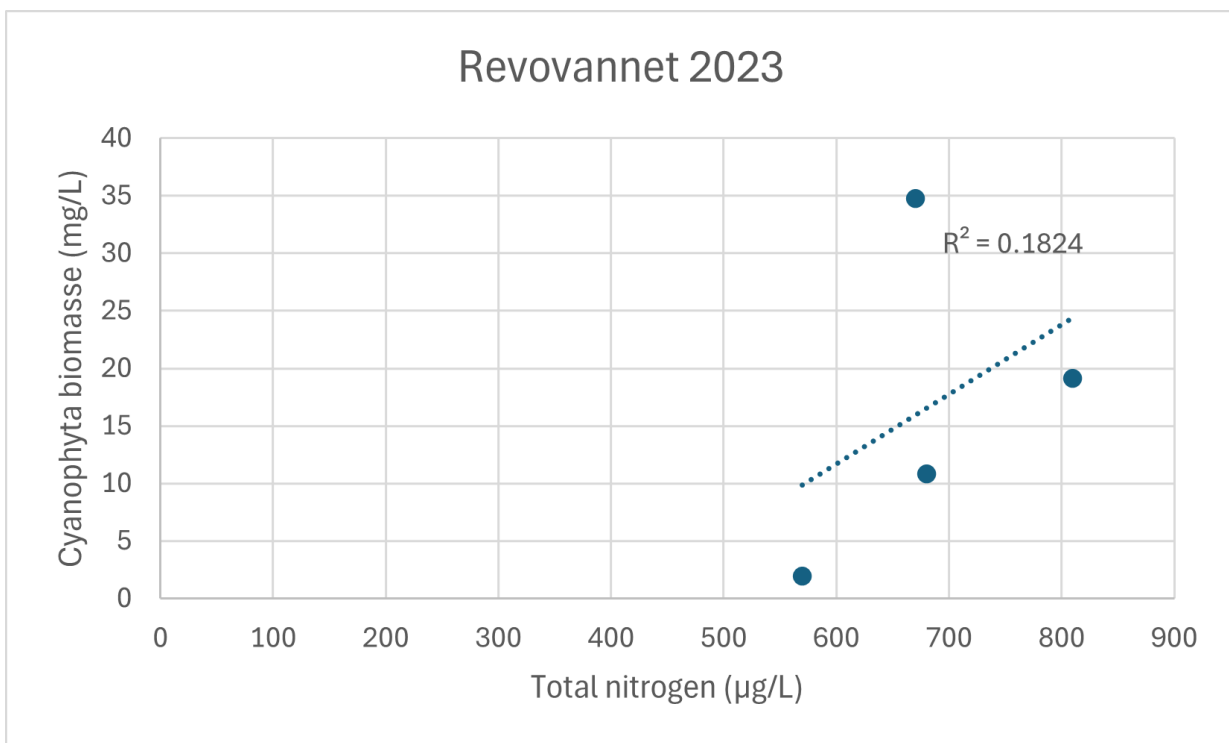
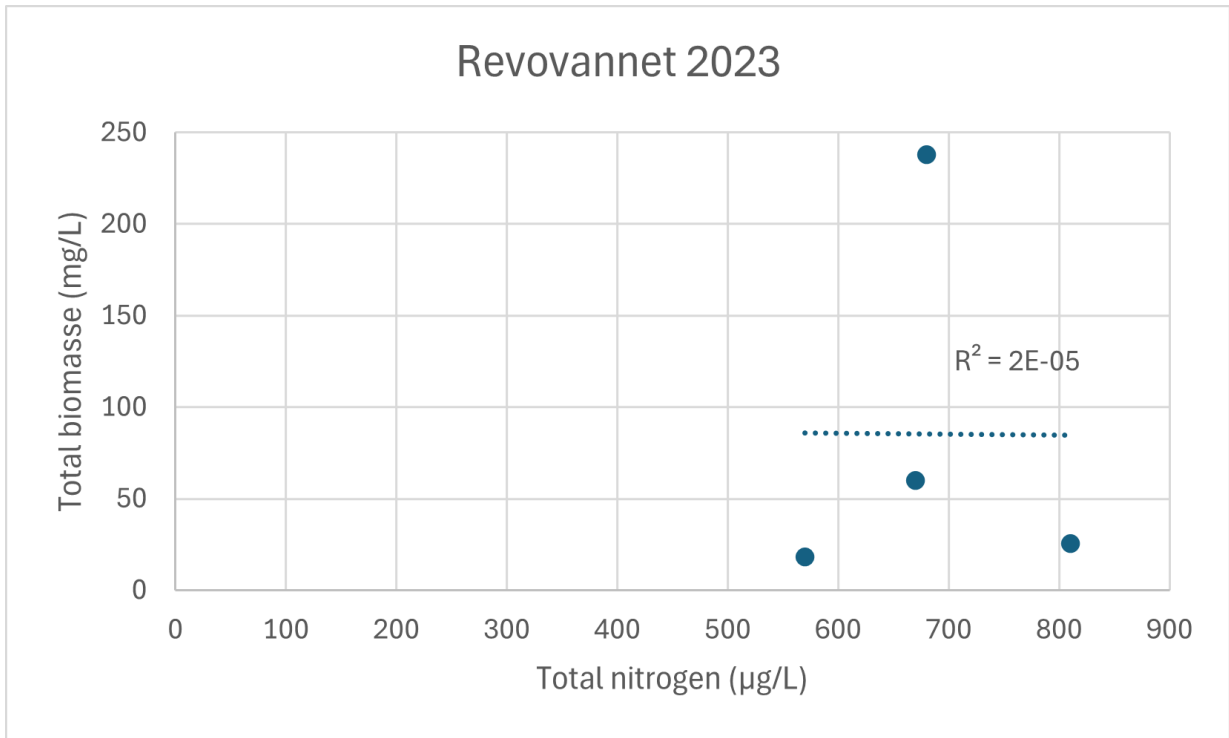


Grorudvannet 2023

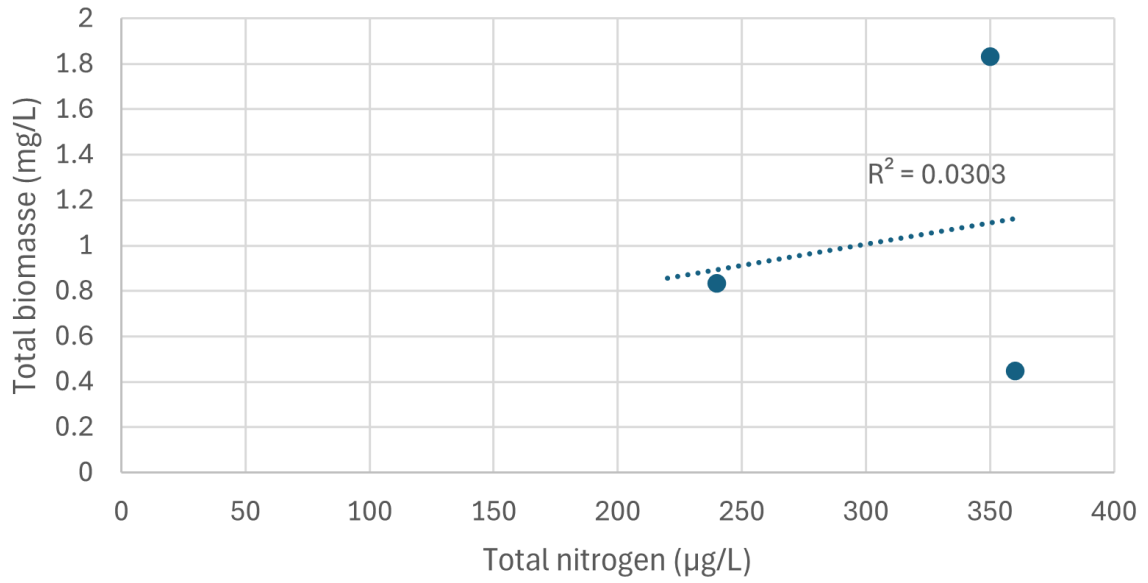




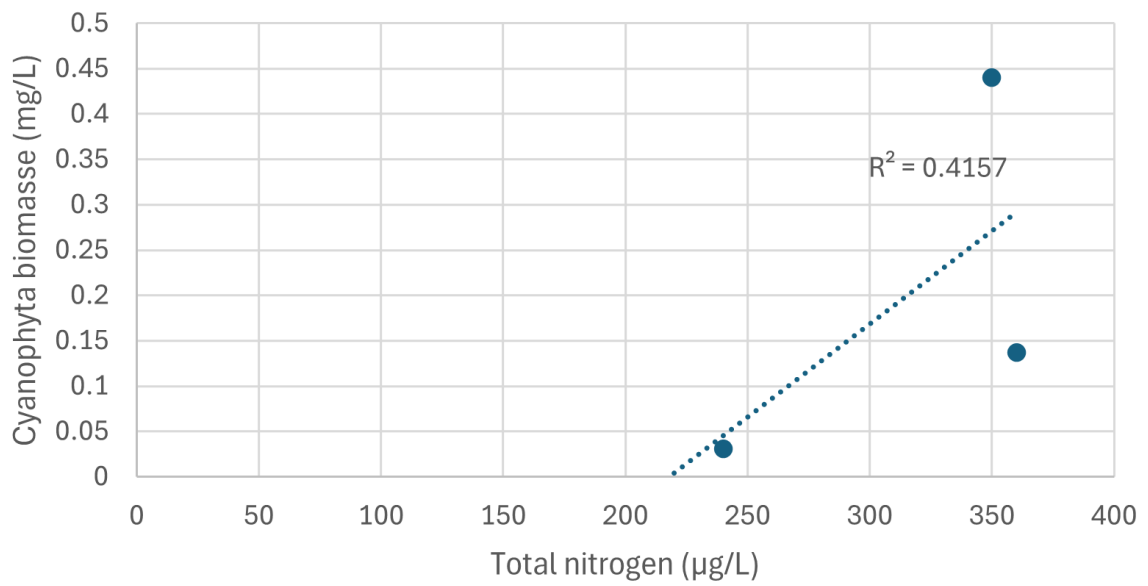
Nitrogen

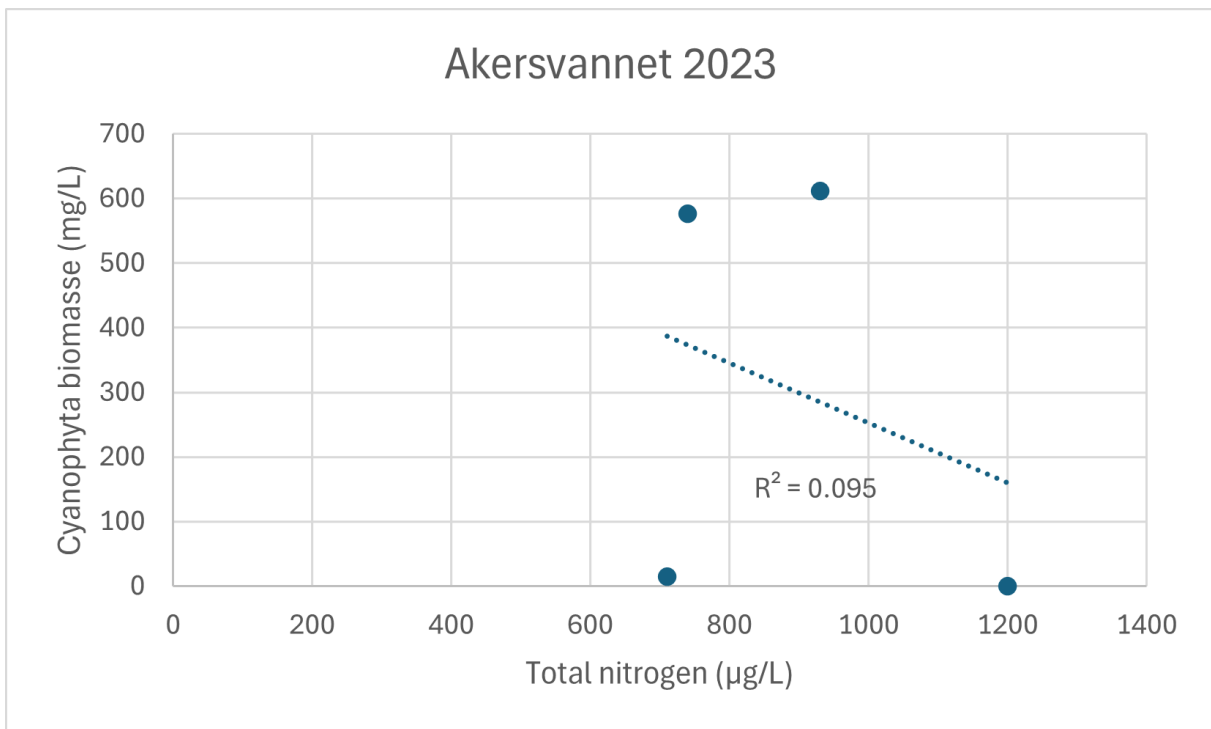
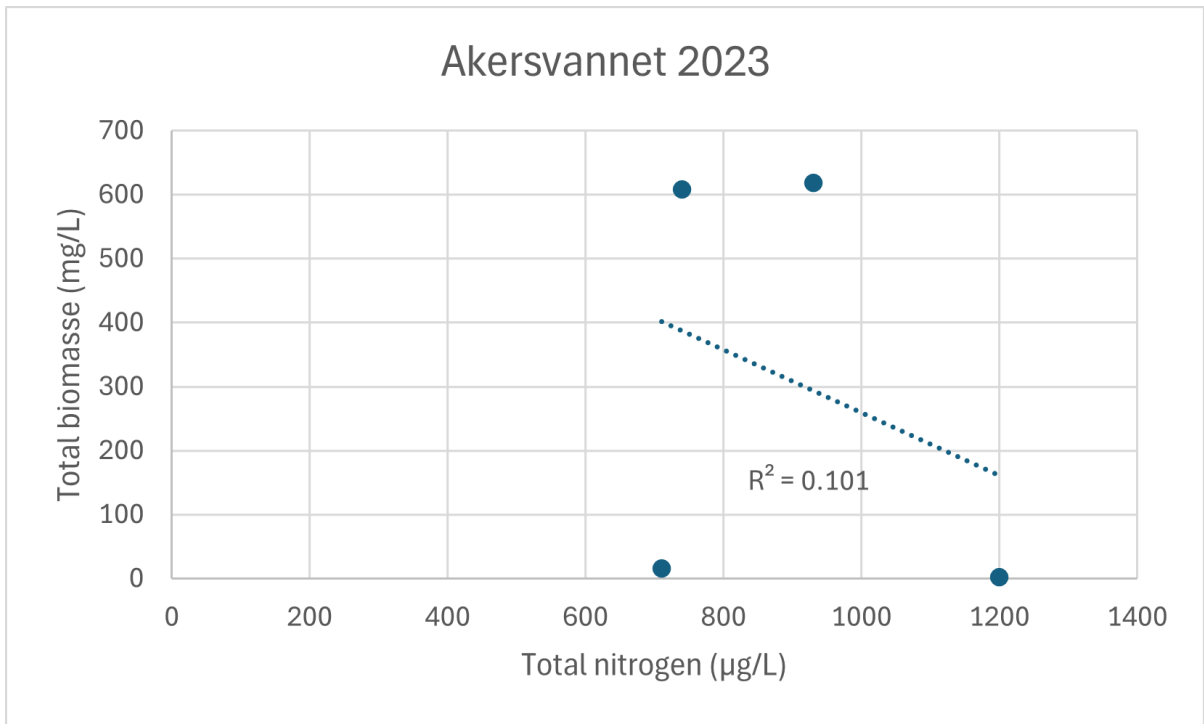


Grorudvannet 2023

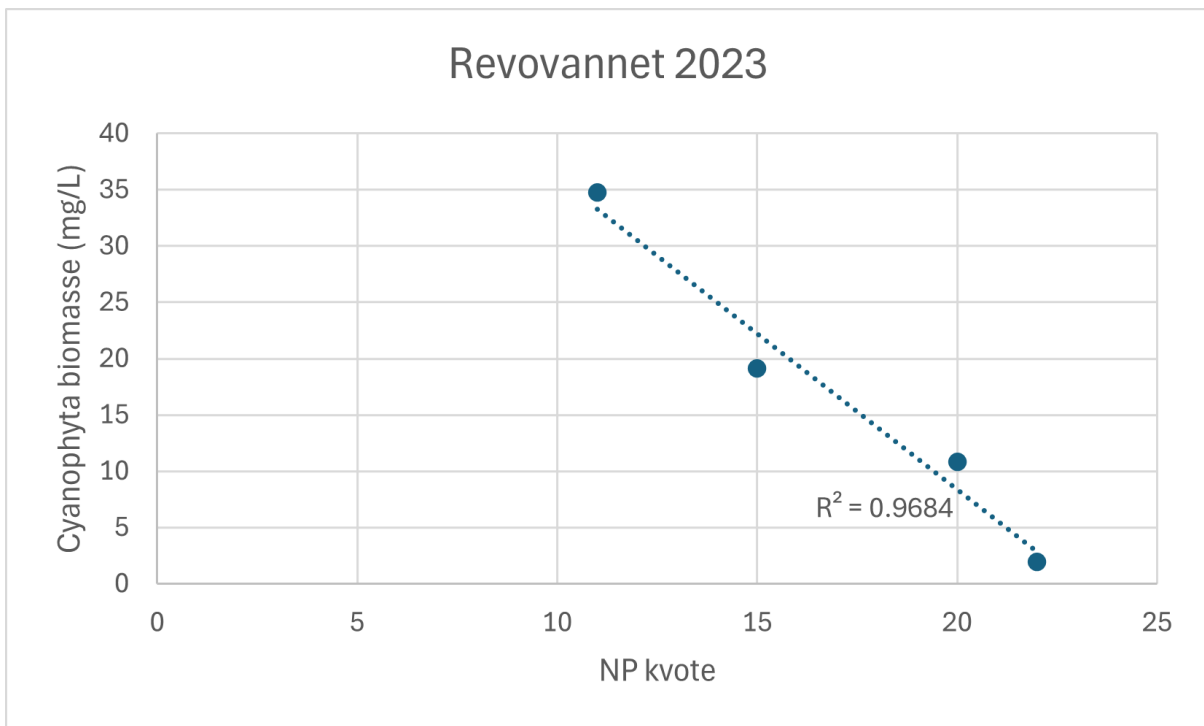
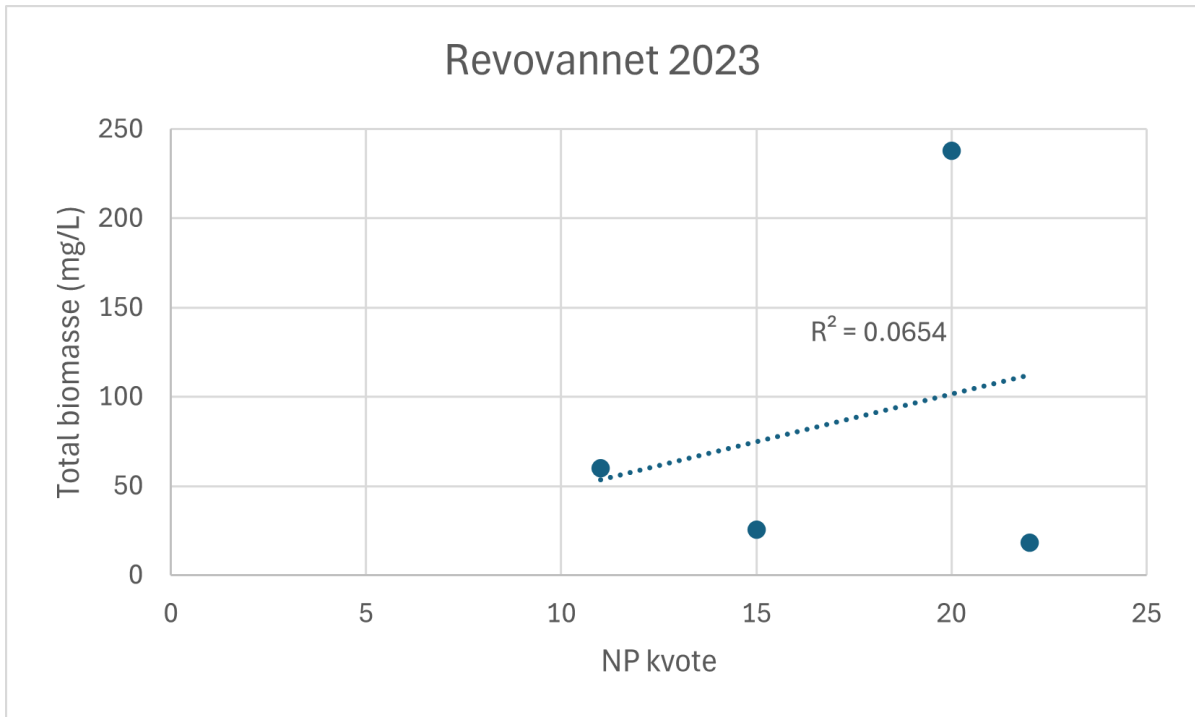


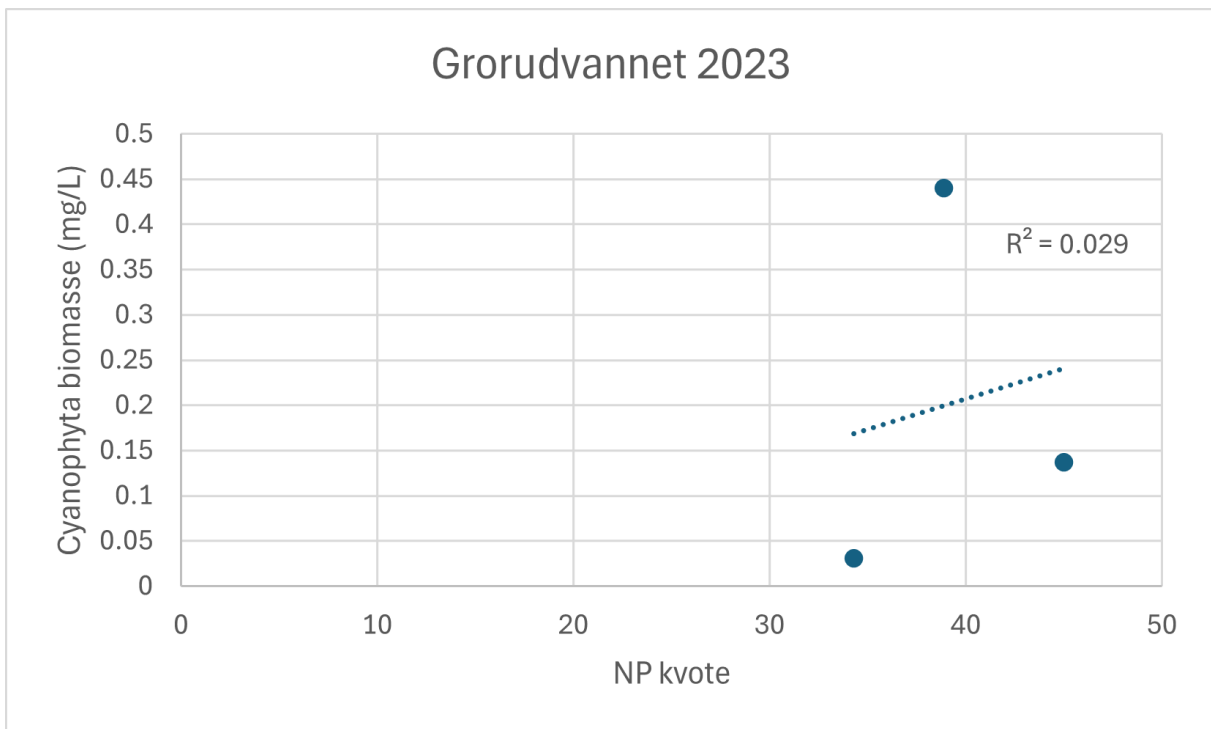
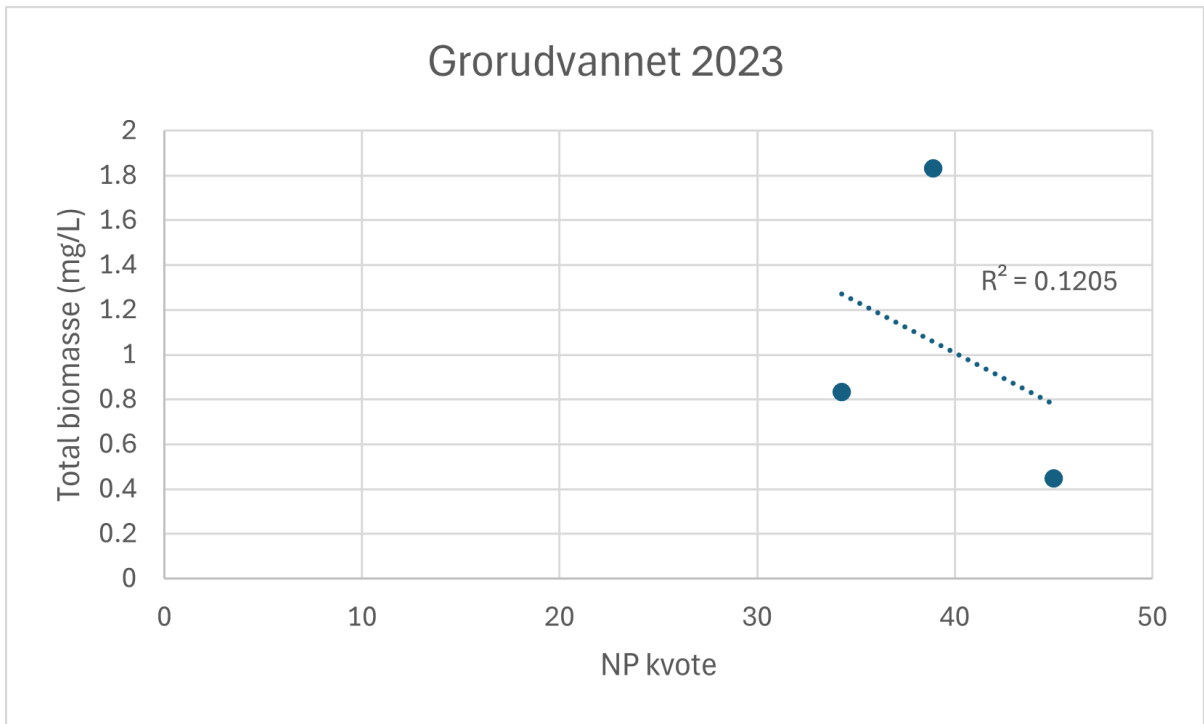
Grorudvannet 2023

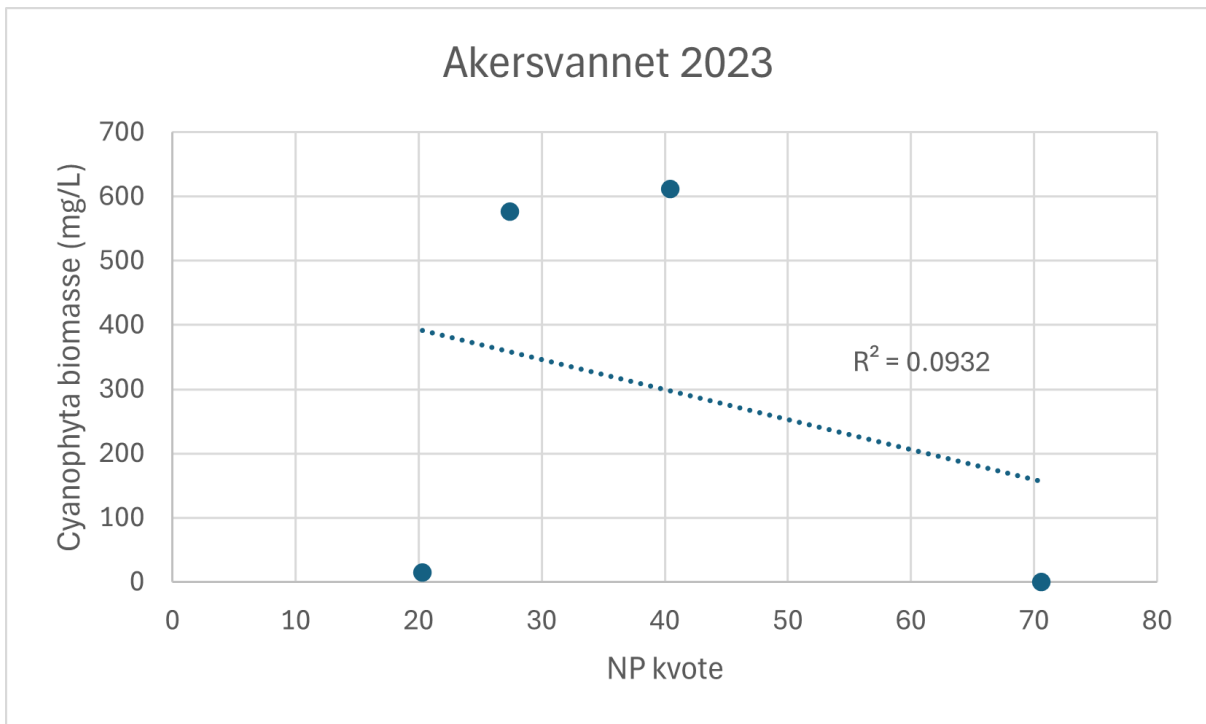
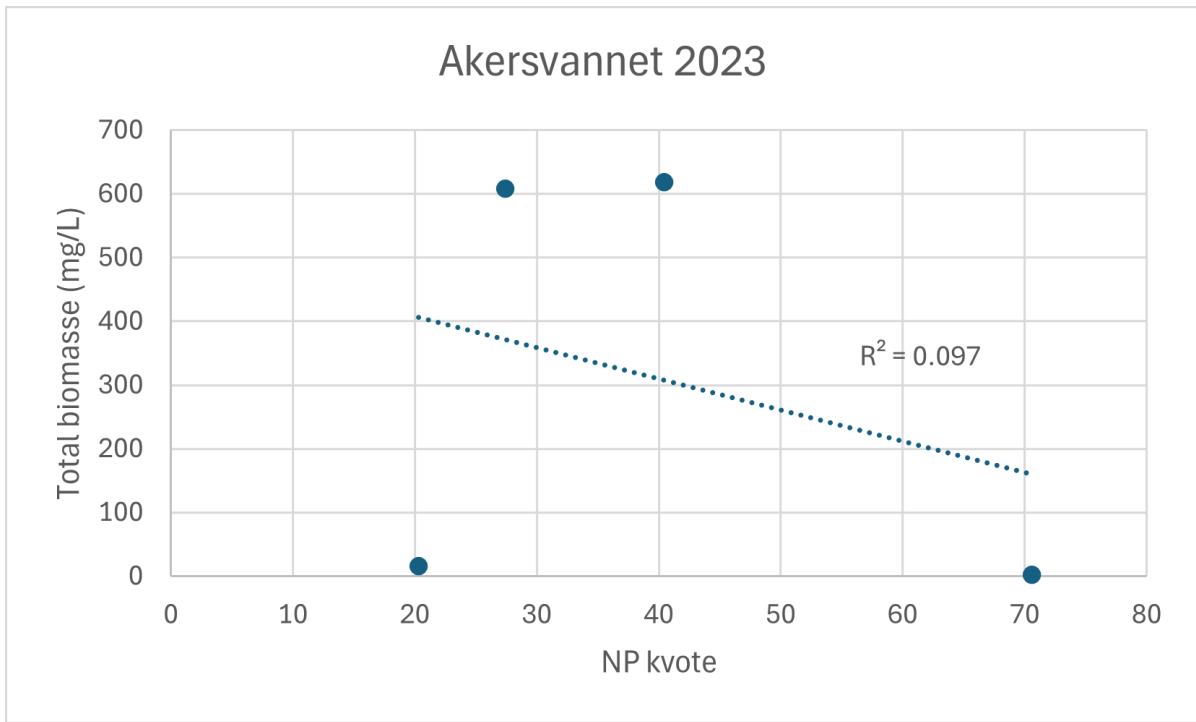




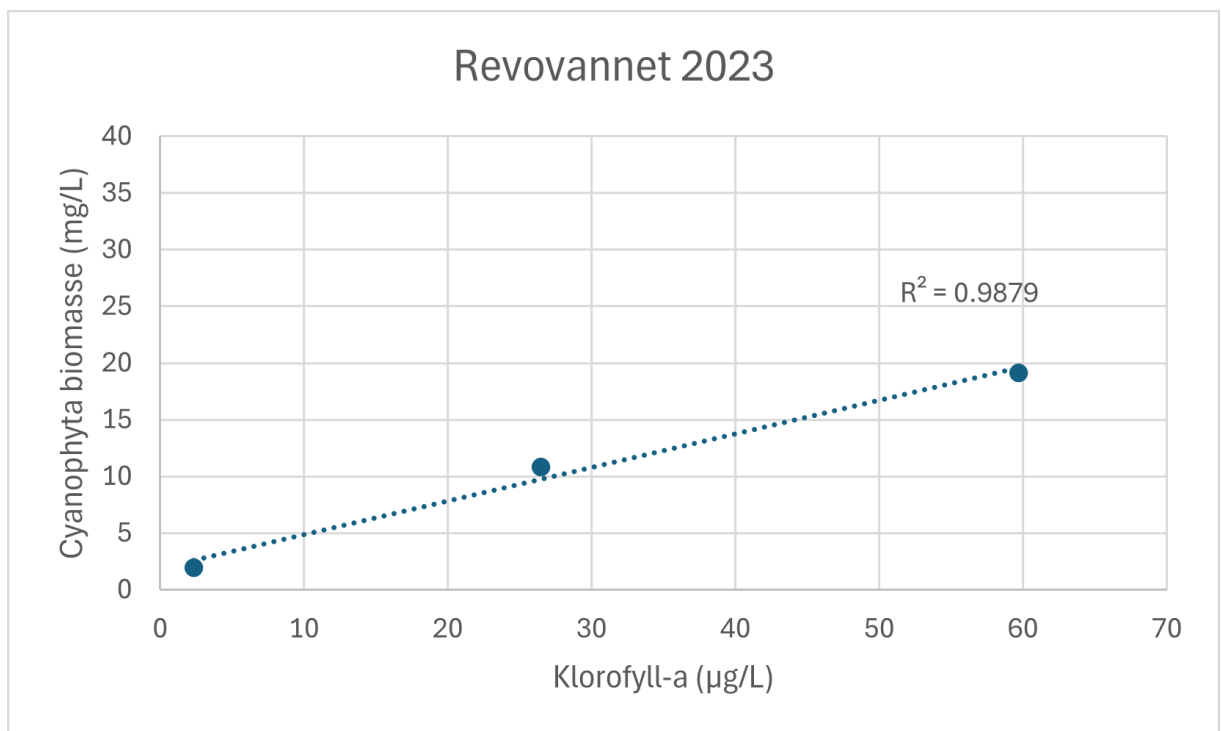
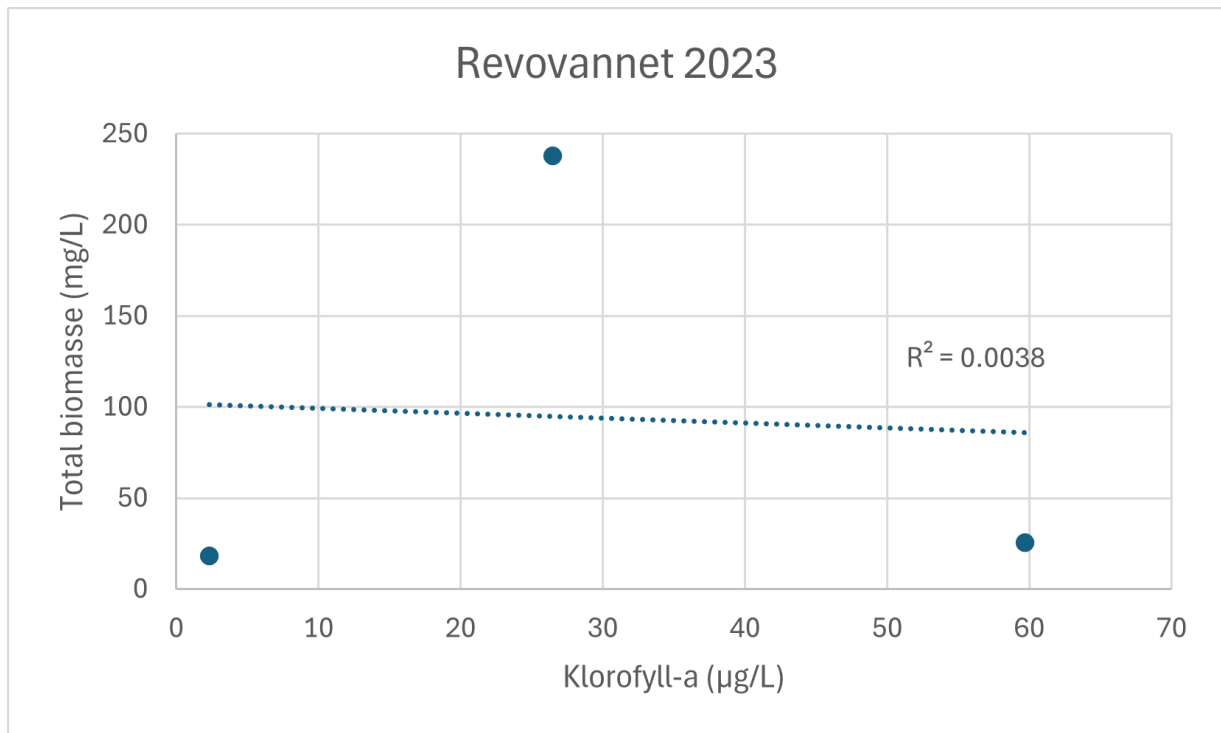
N/P-kvot



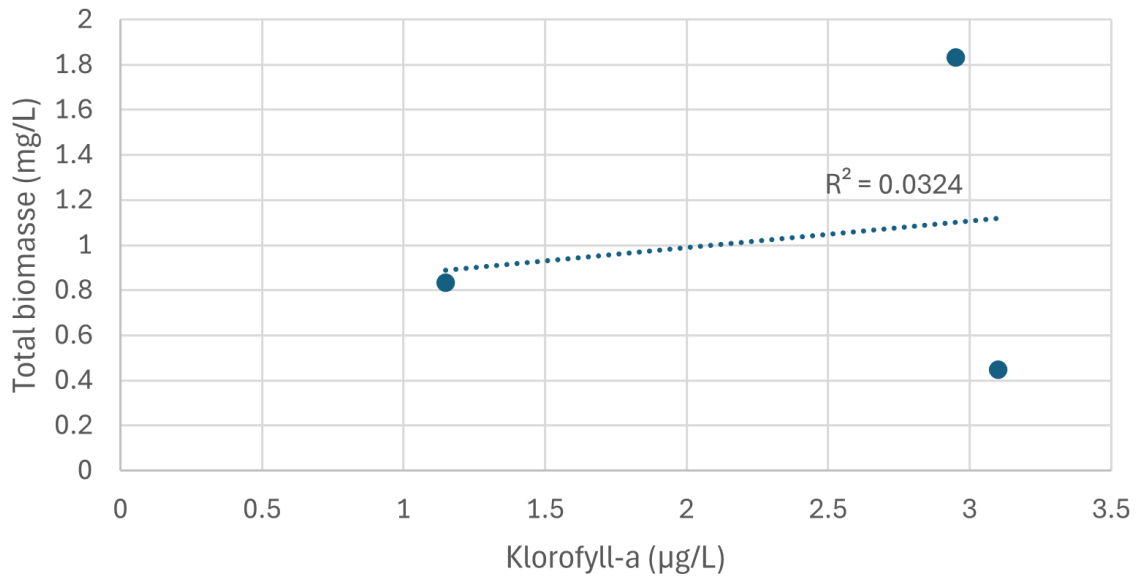




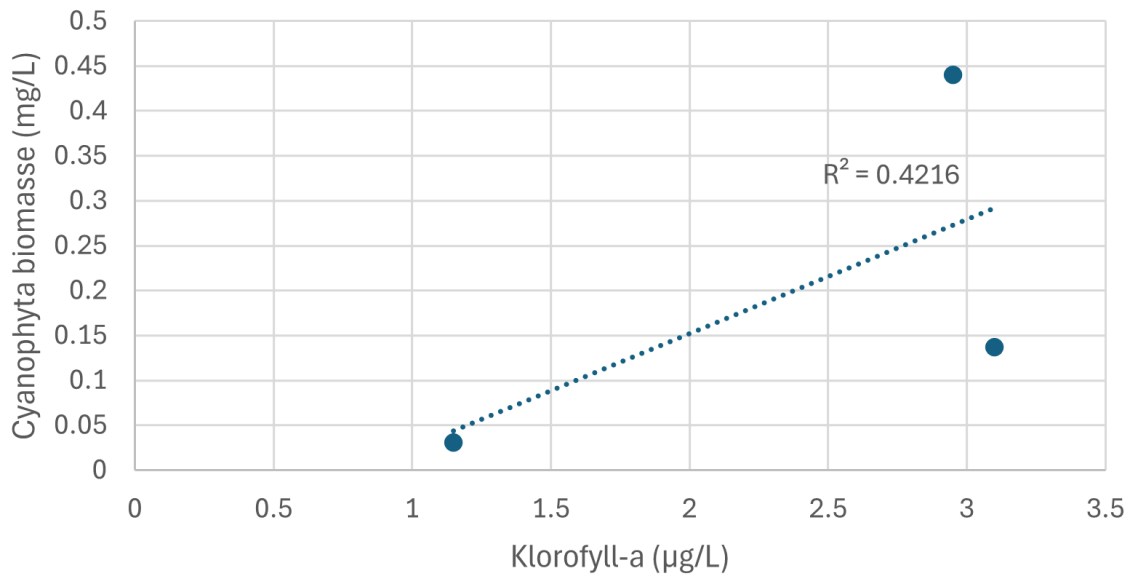
Klorofyll-a

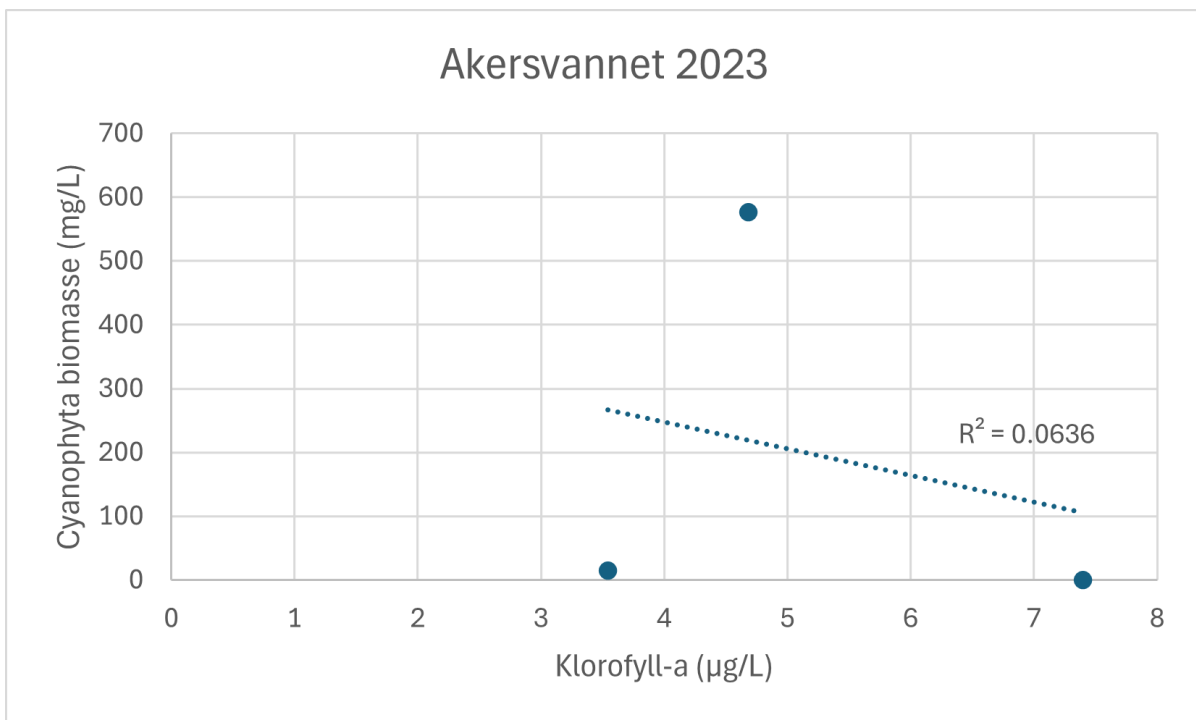
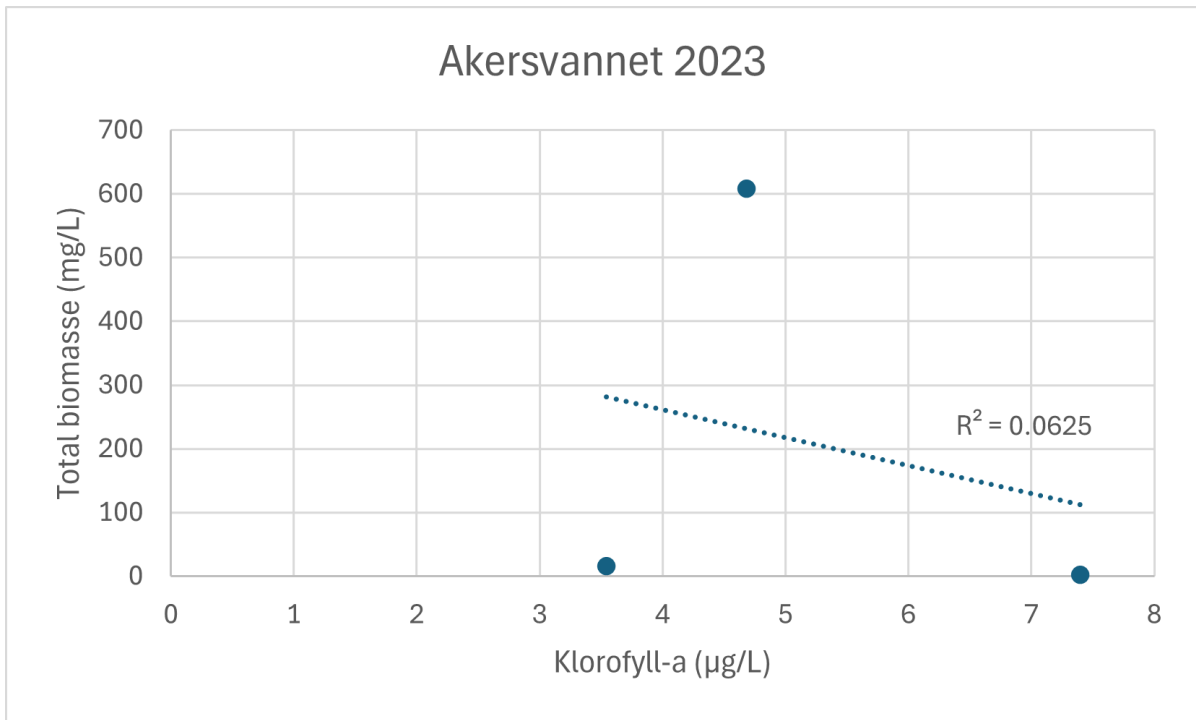


Grorudvannet 2023



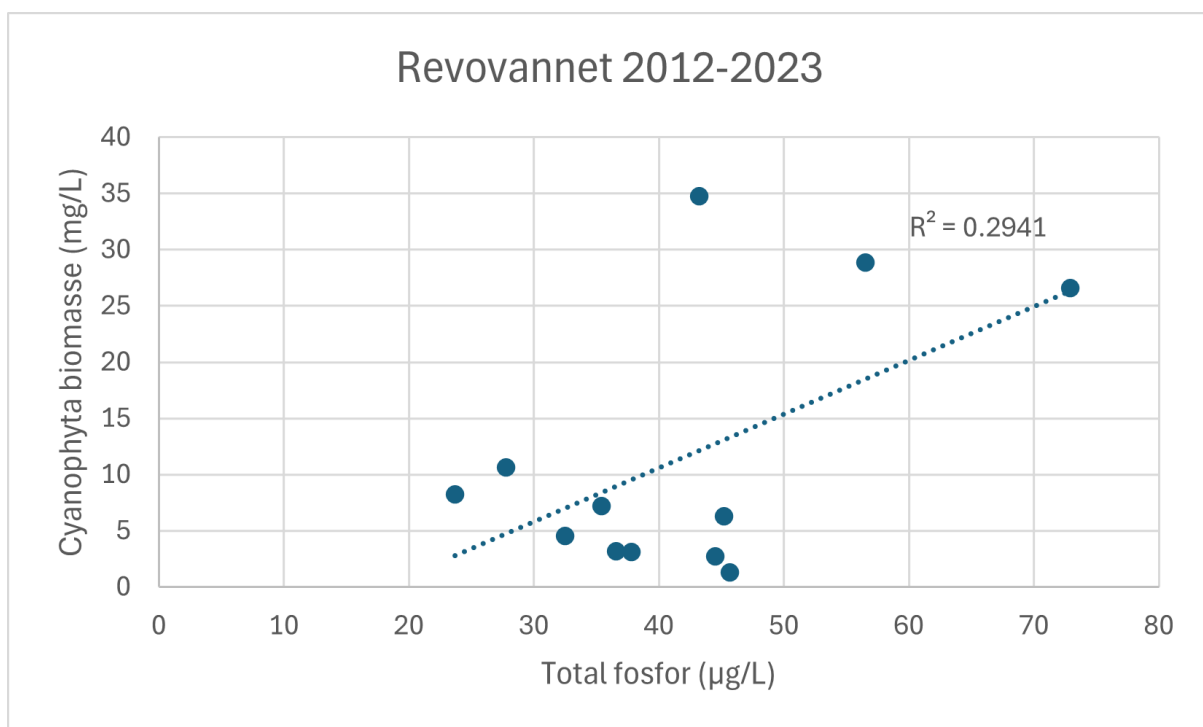
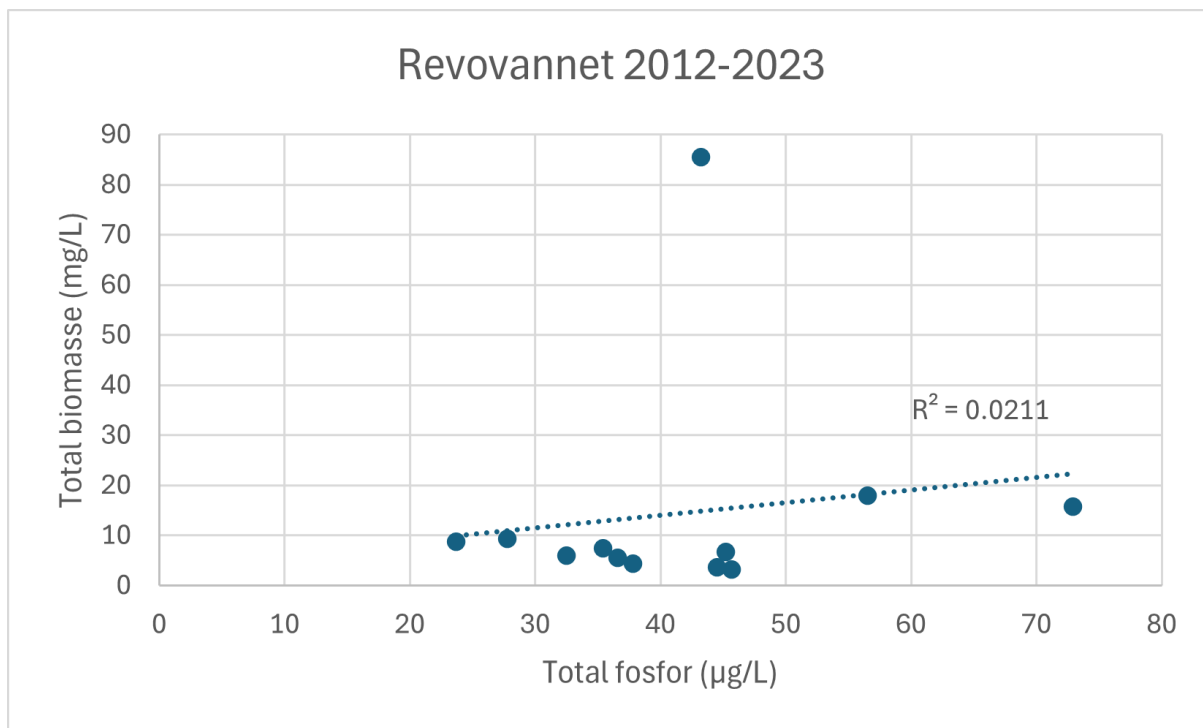
Grorudvannet 2023



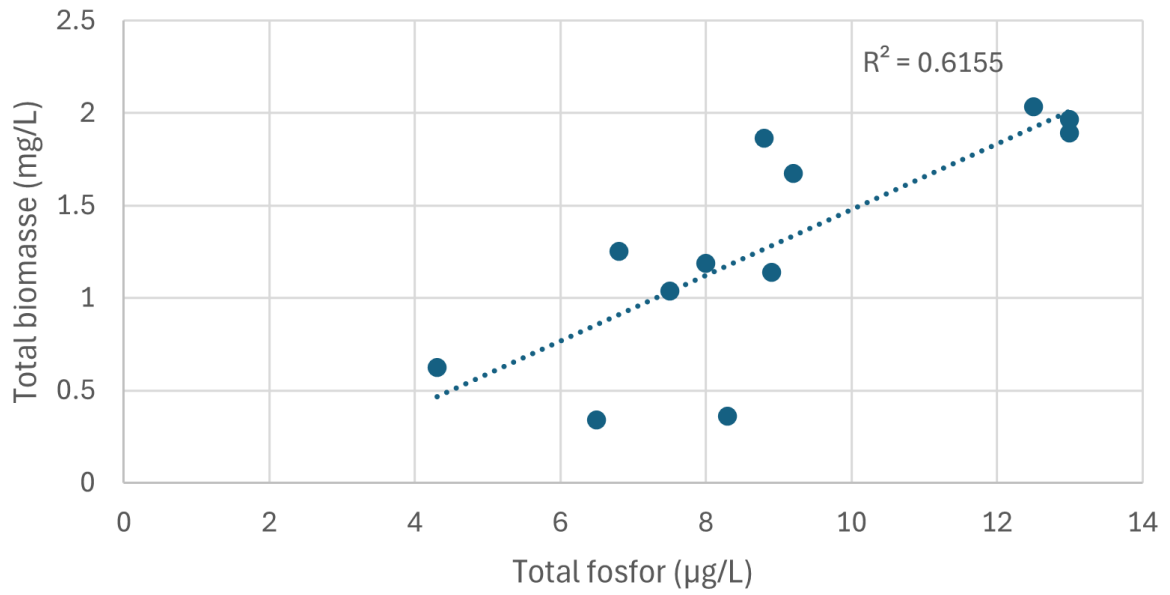


Vedlegg 9: Plot for korrelasjonstester 2012-2023

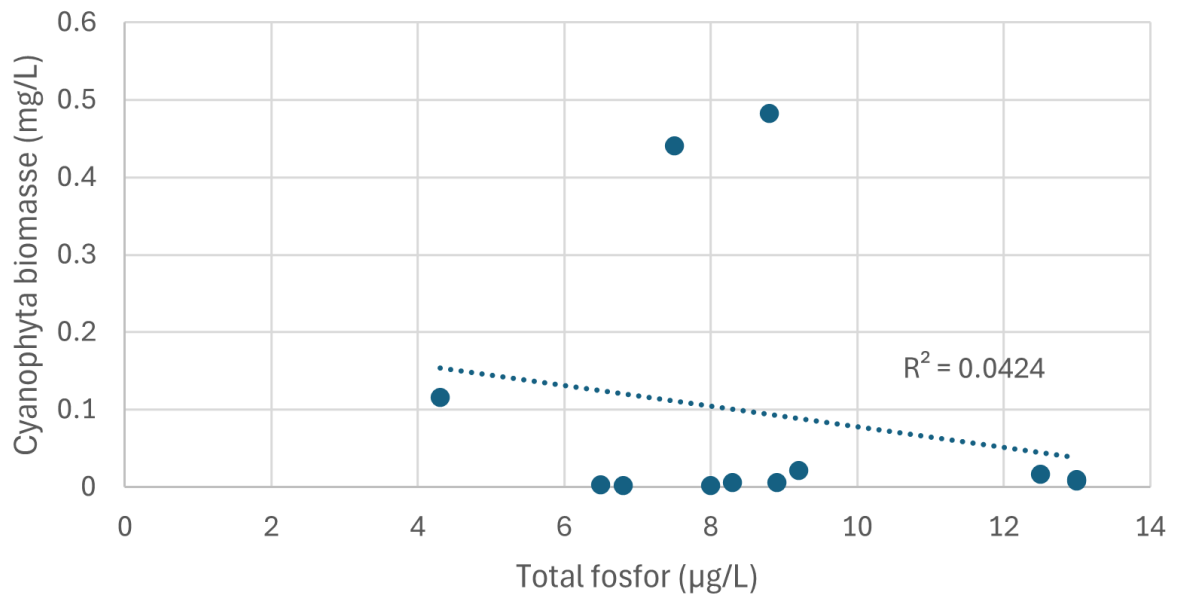
Fosfor

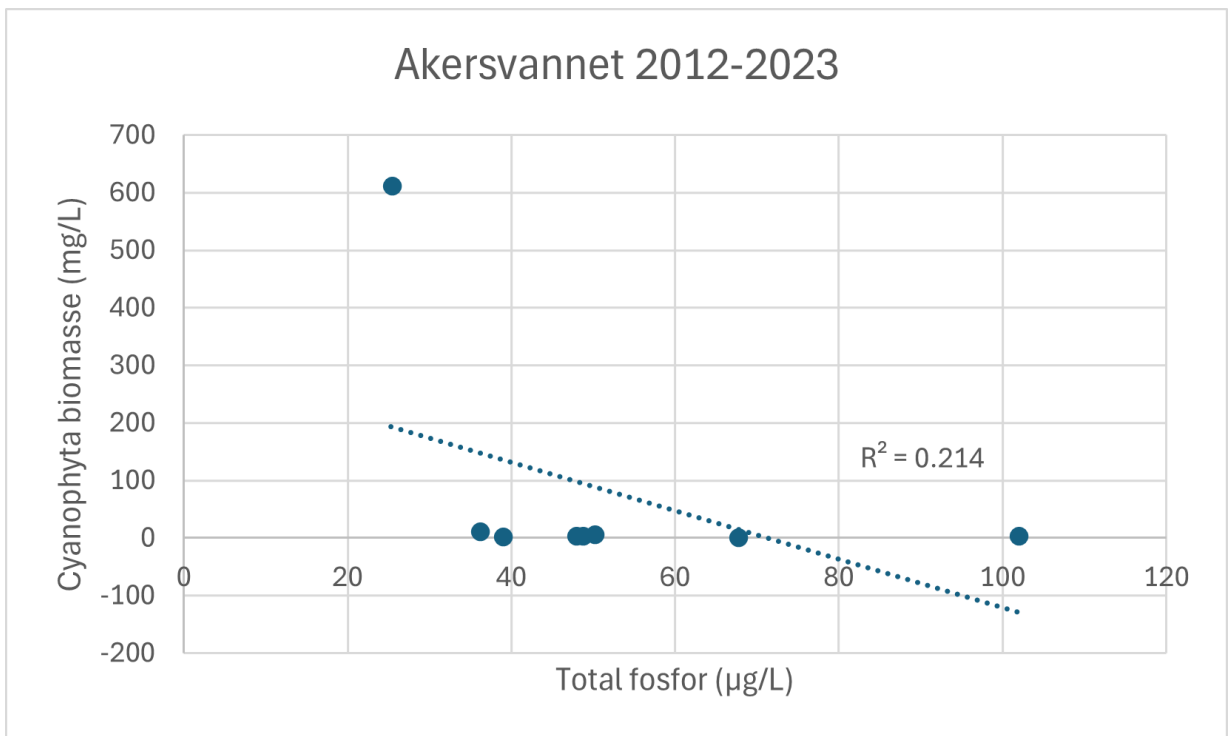
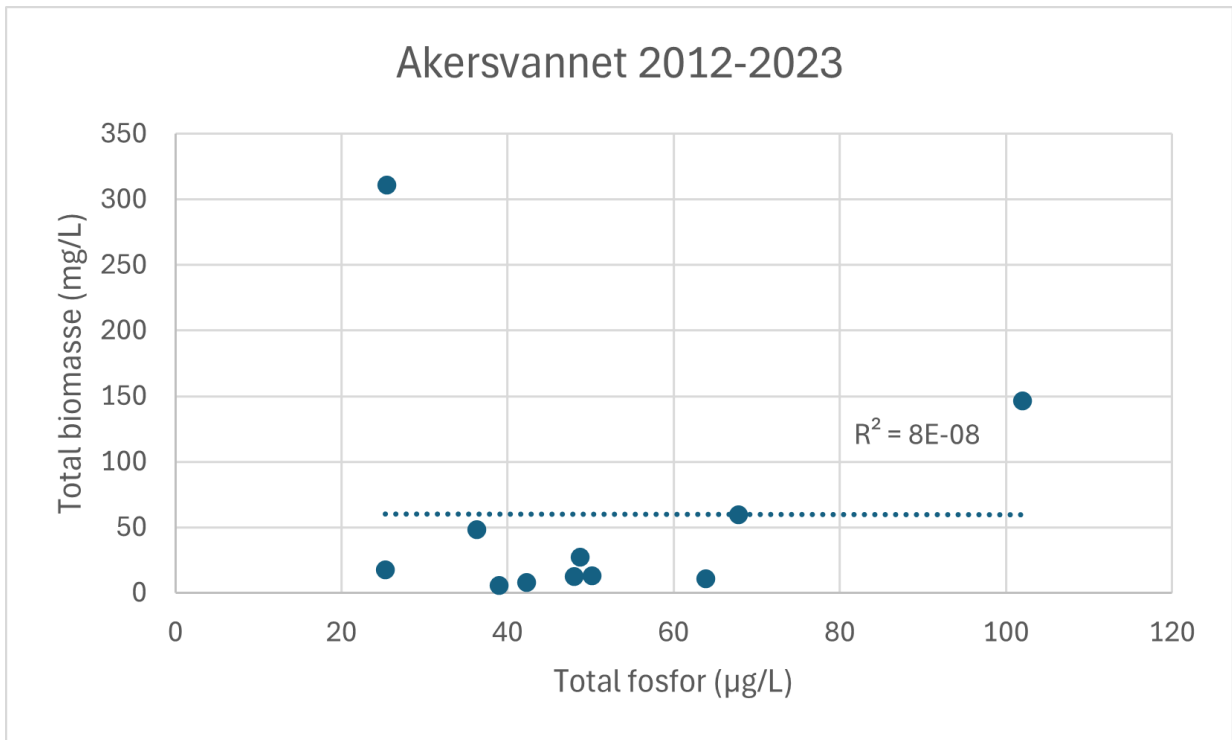


Grorudvannet 2012-2023

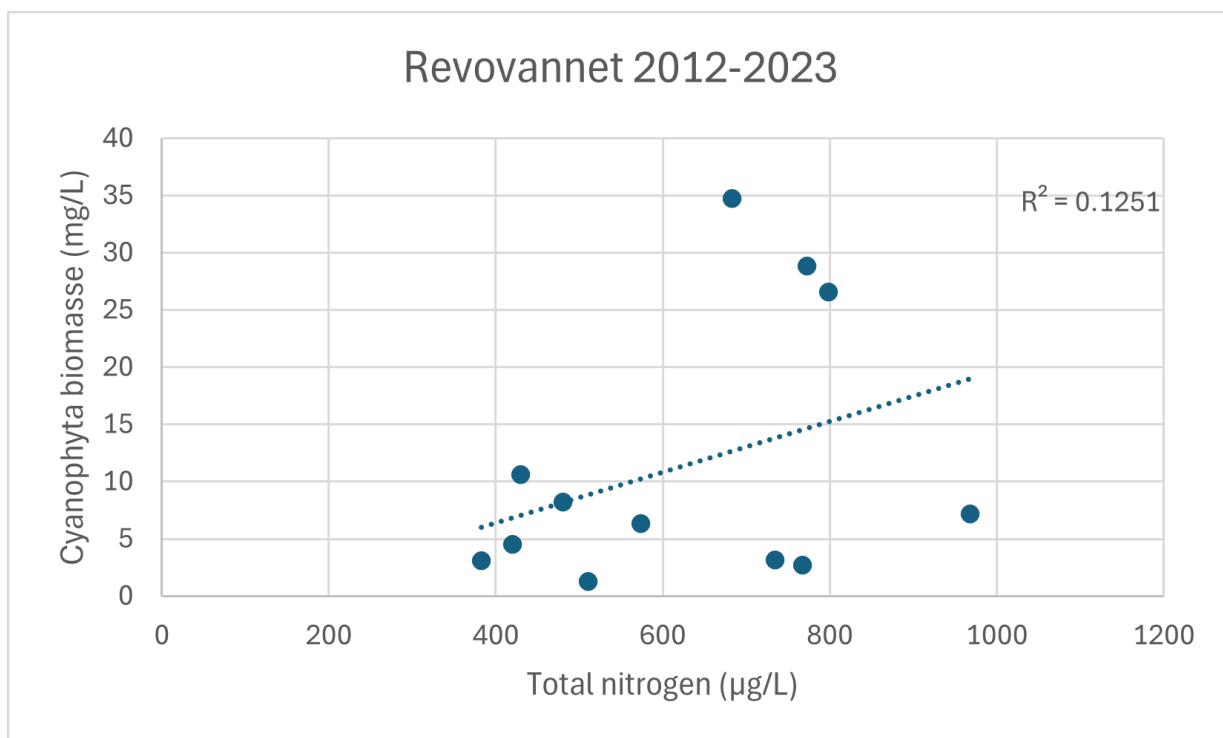
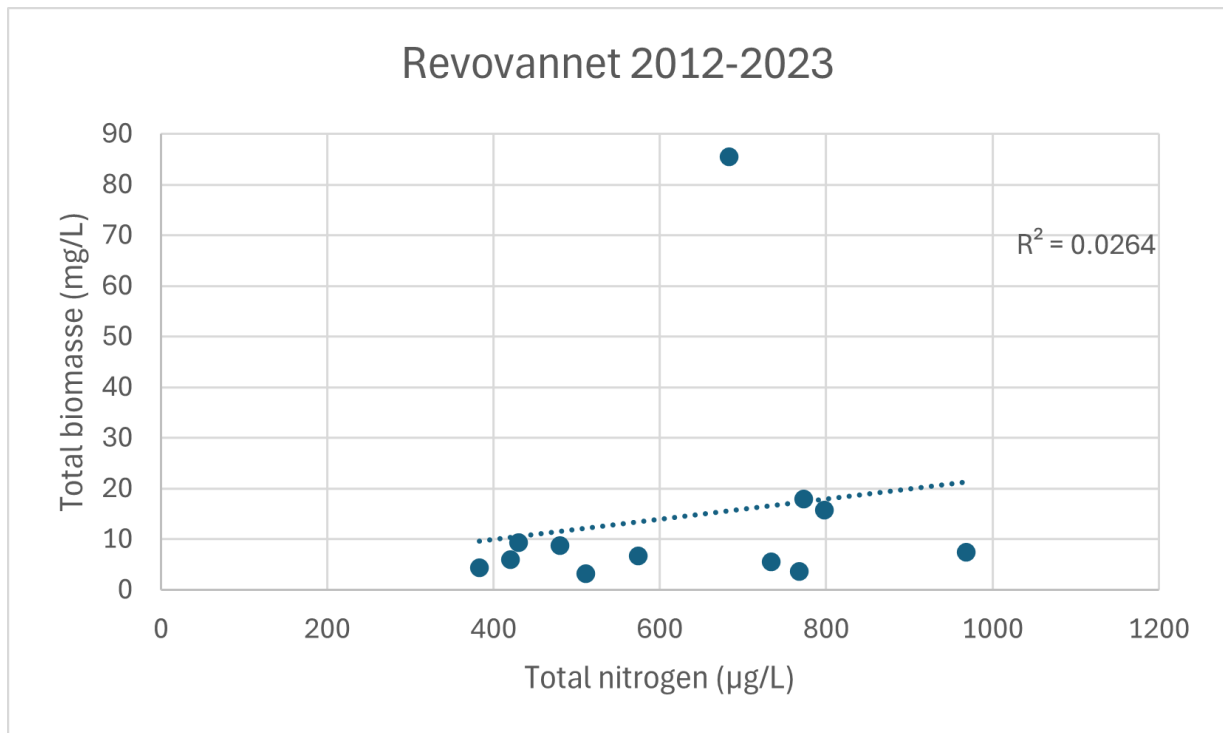


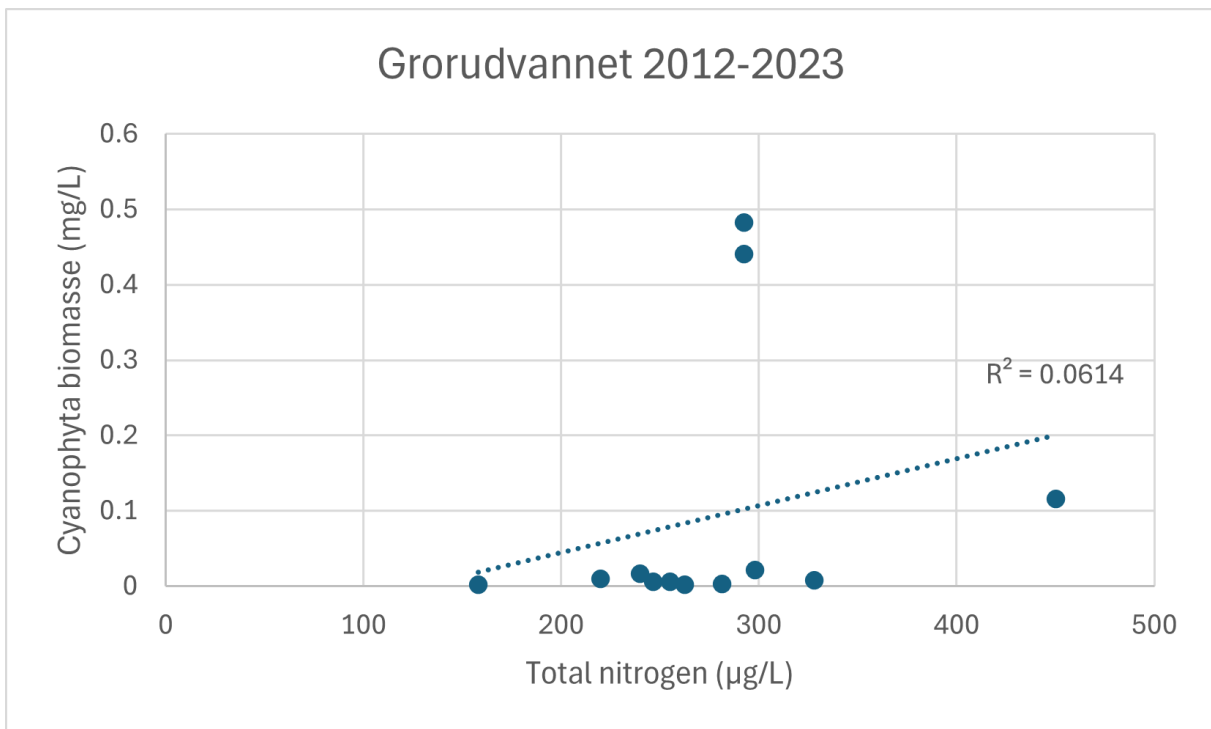
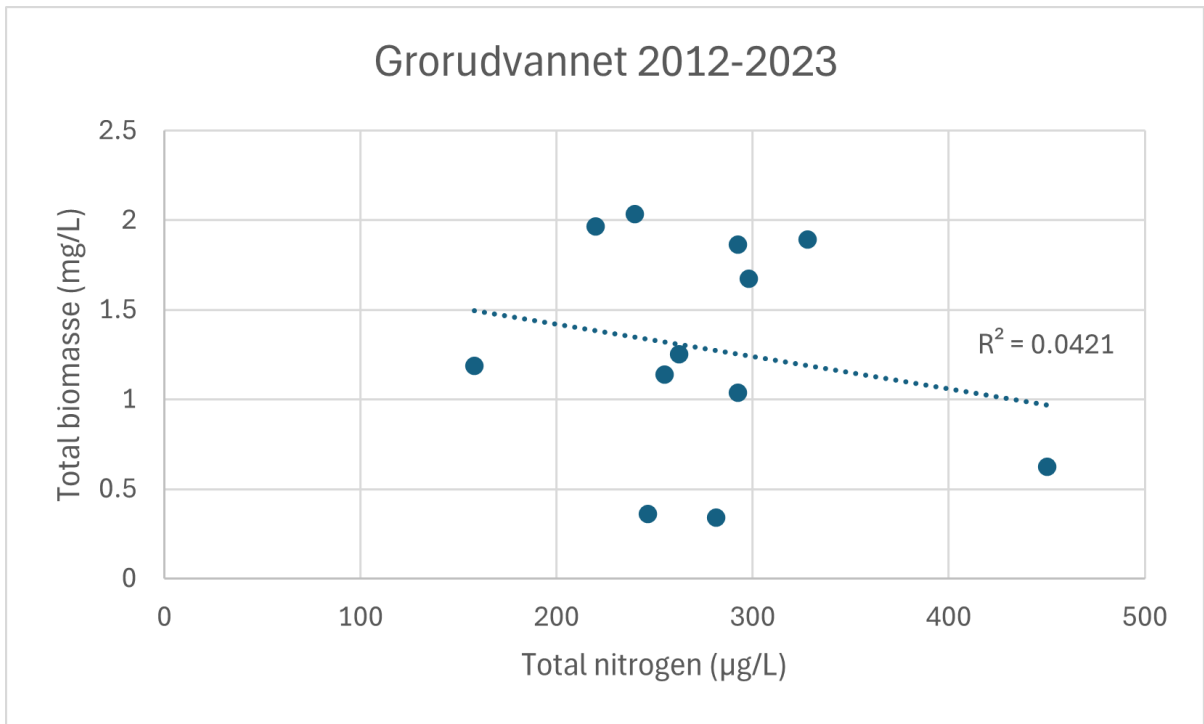
Grorudvannet 2012-2023

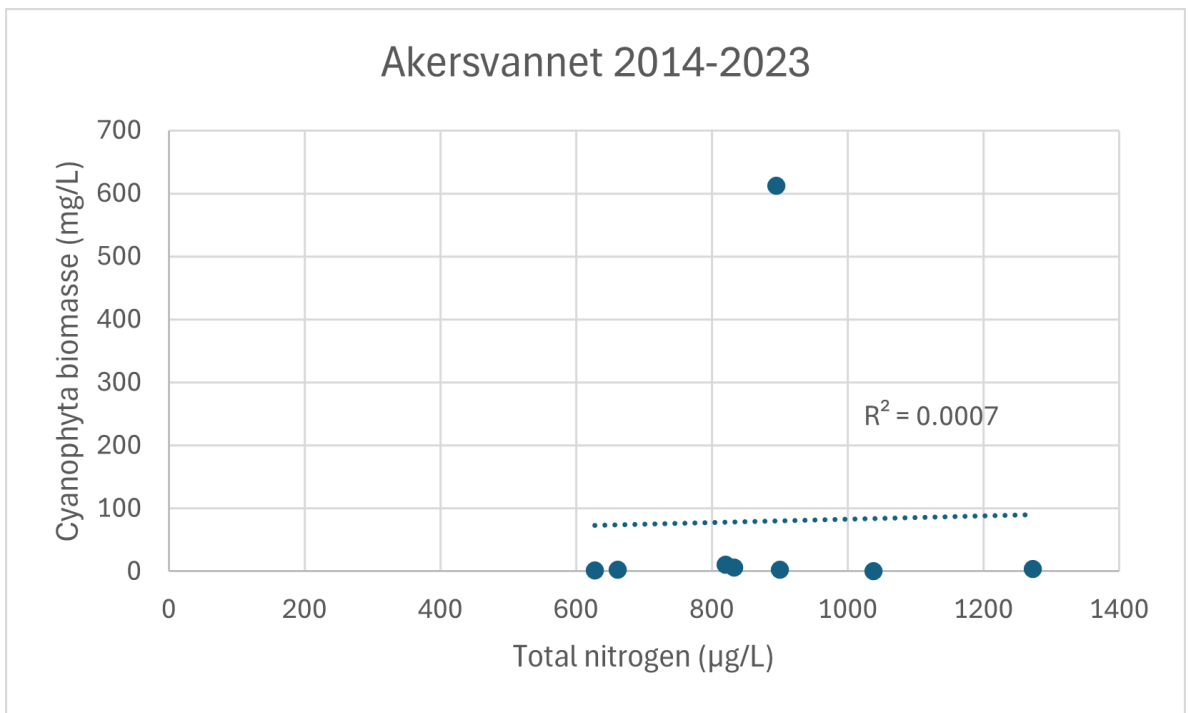
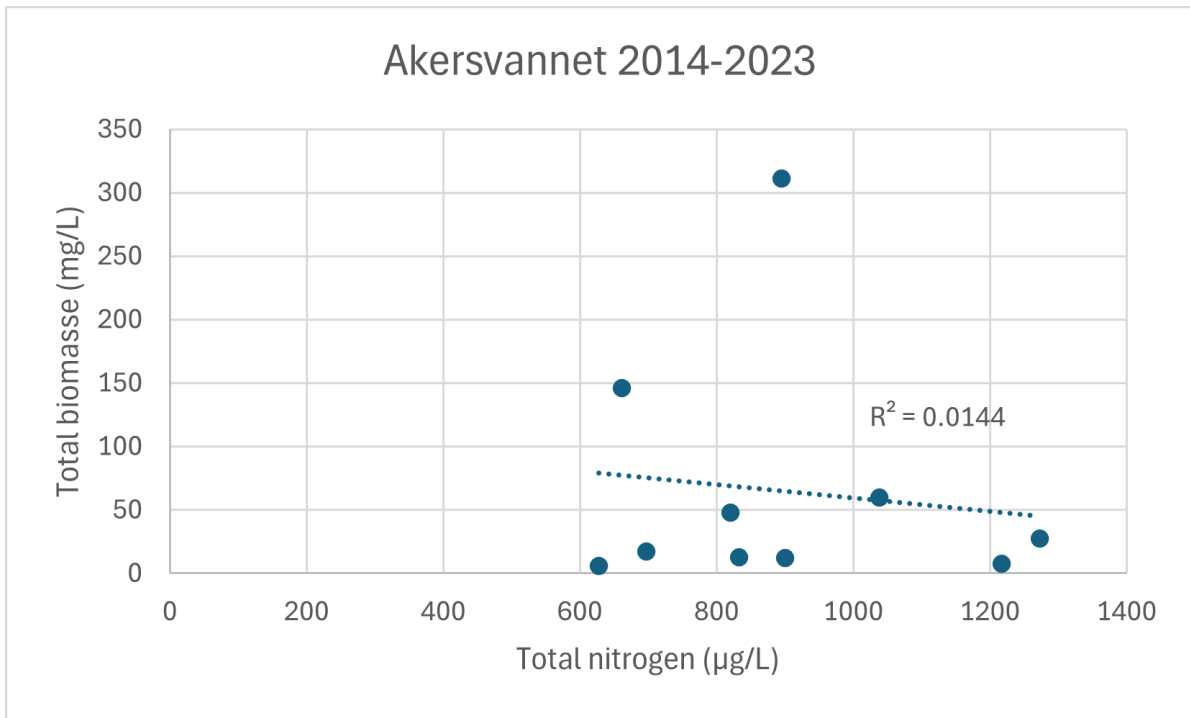




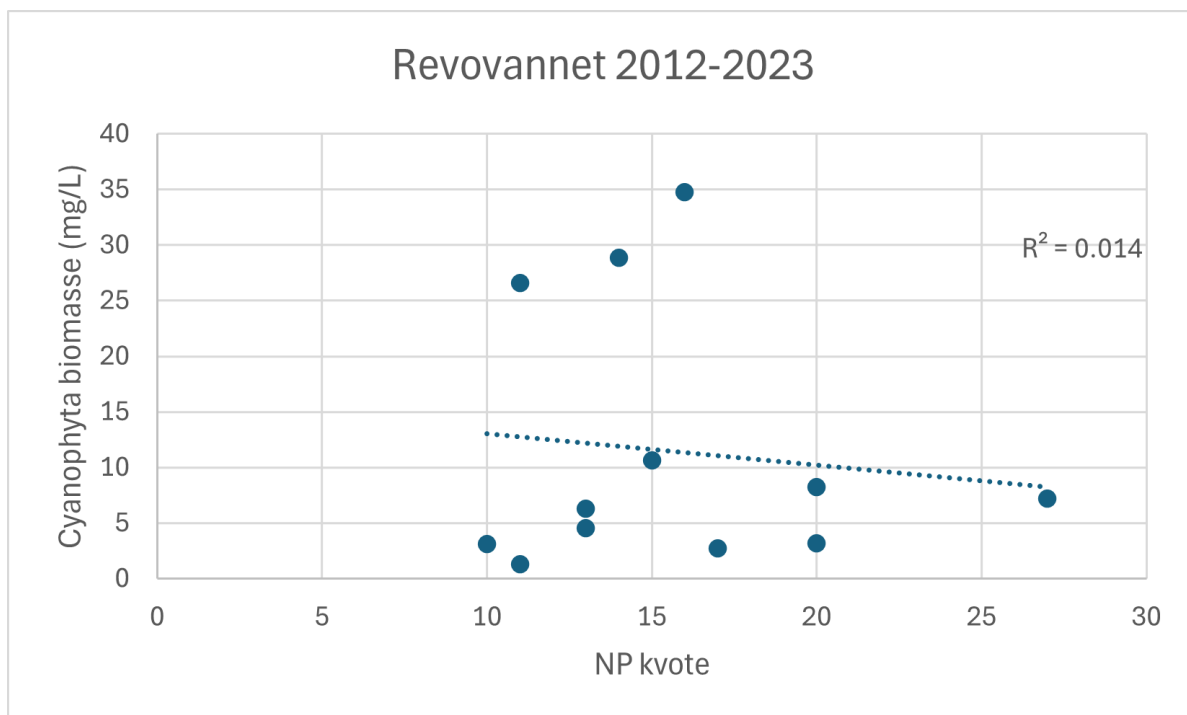
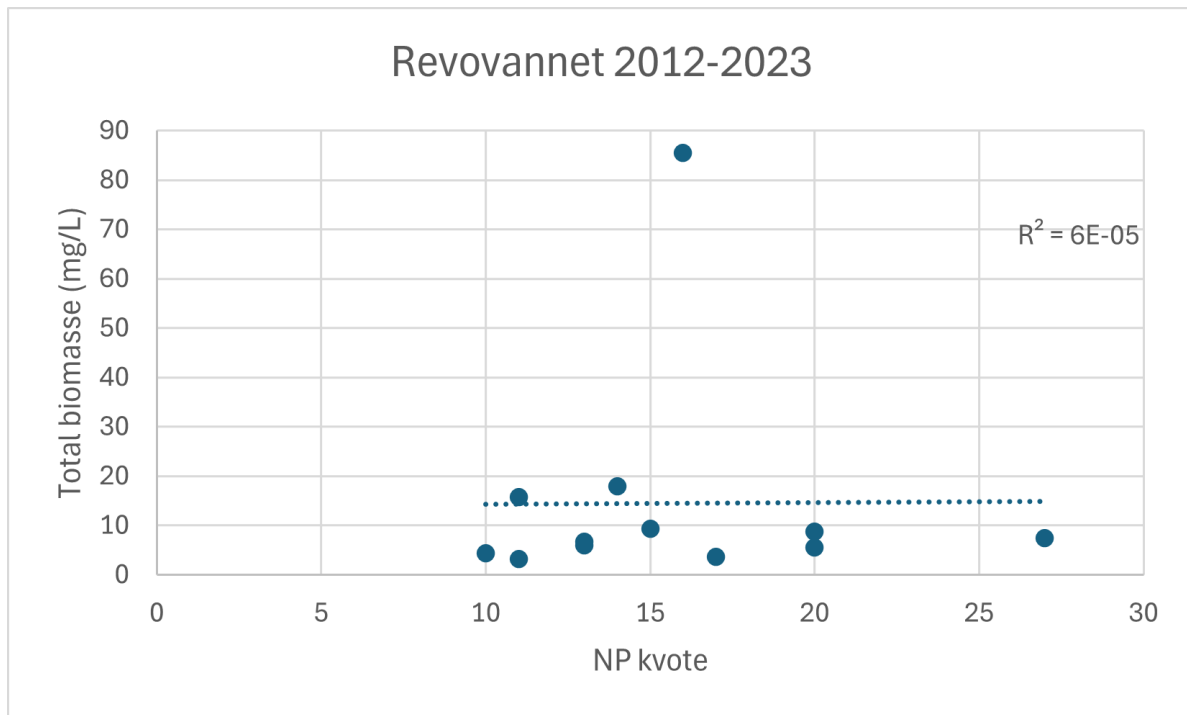
Nitrogen

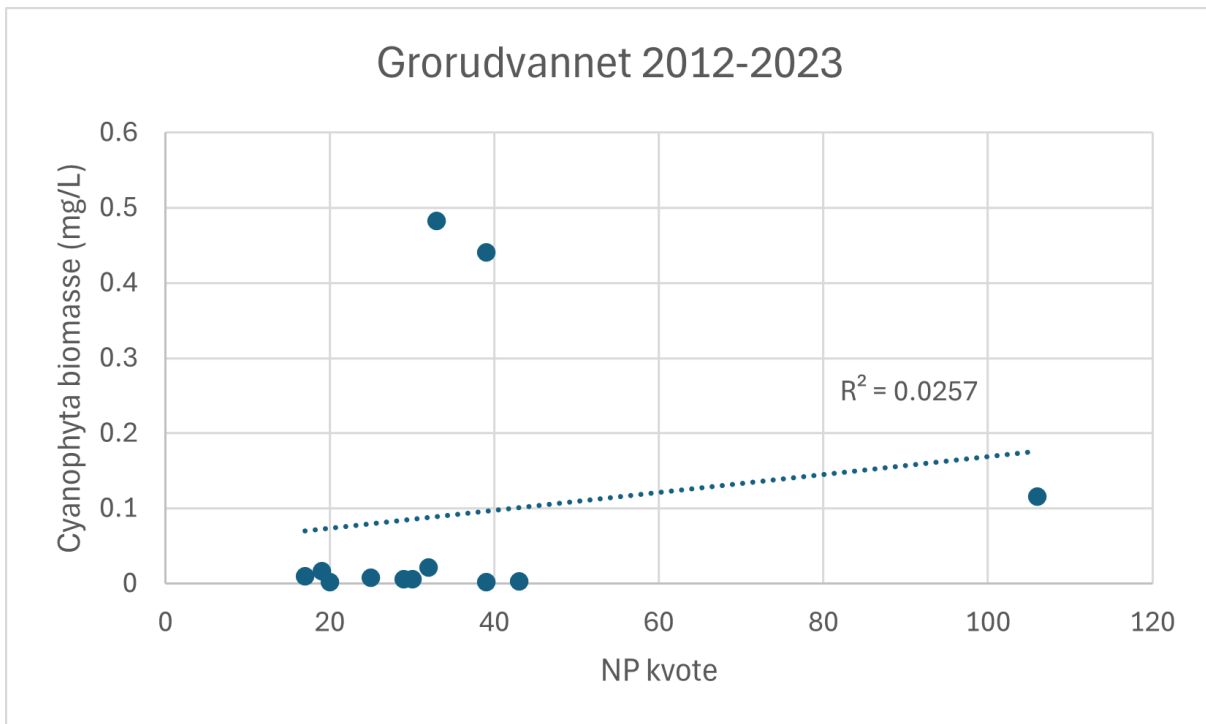
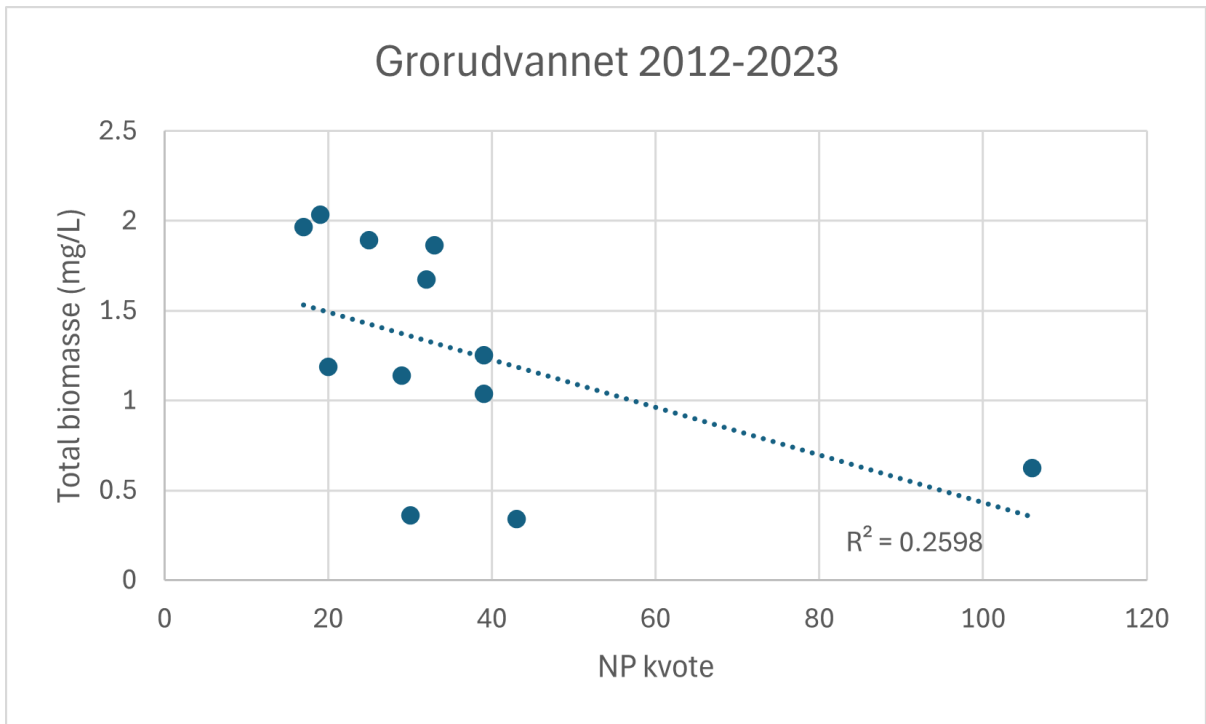


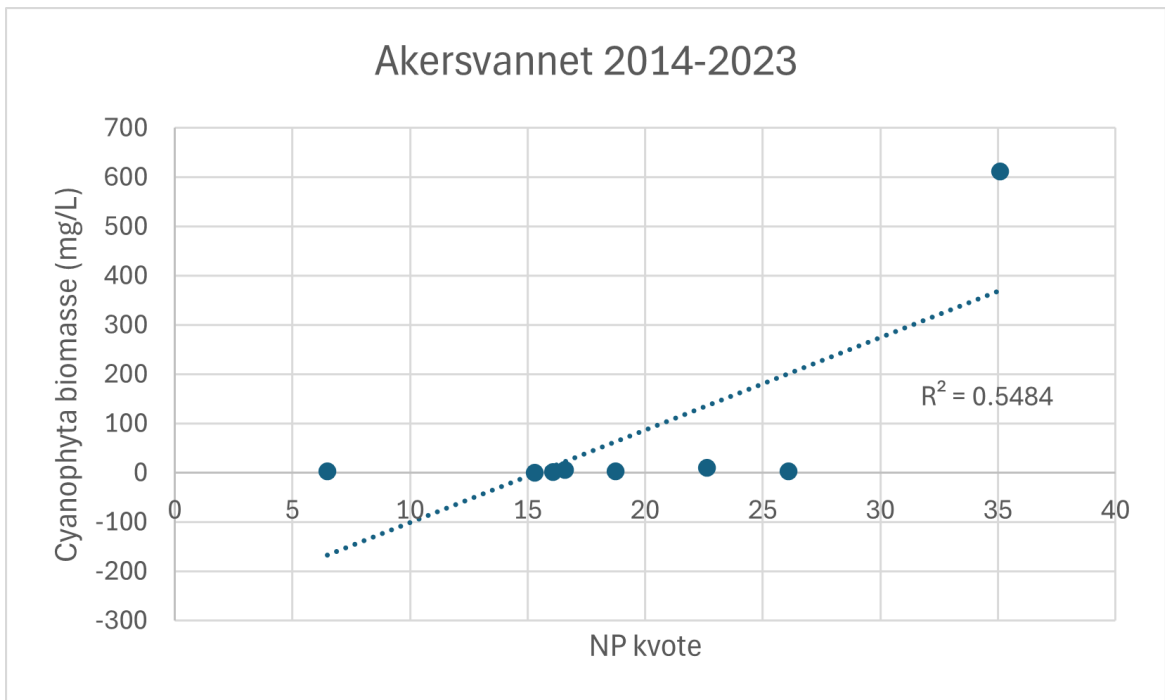
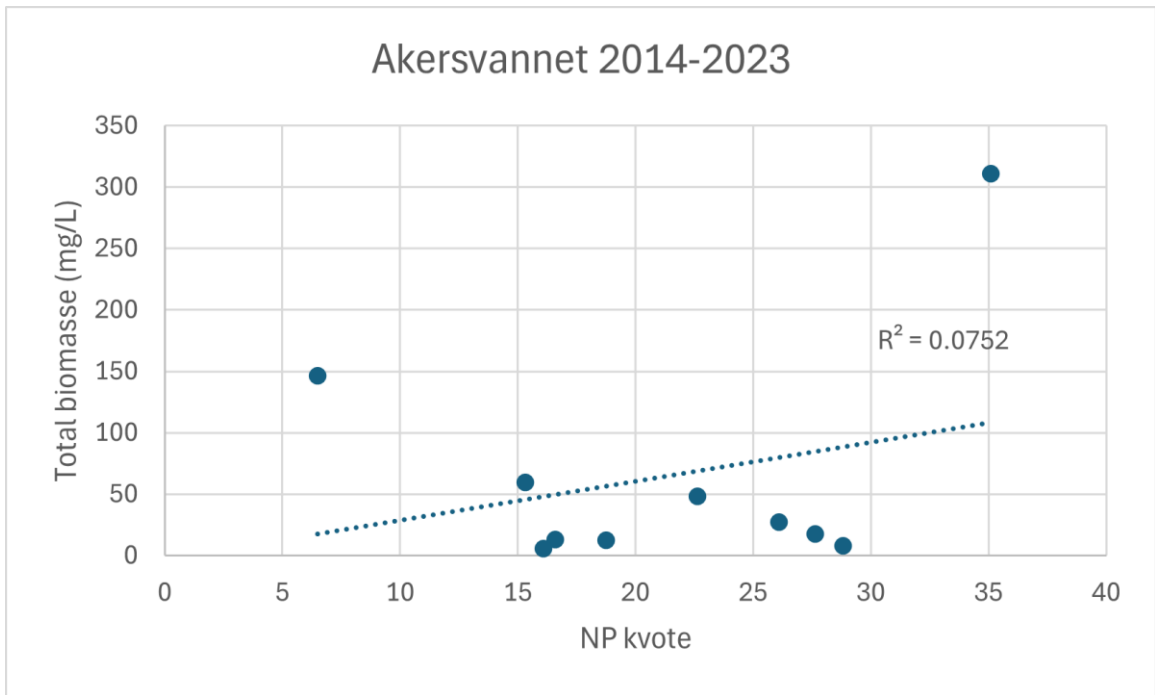




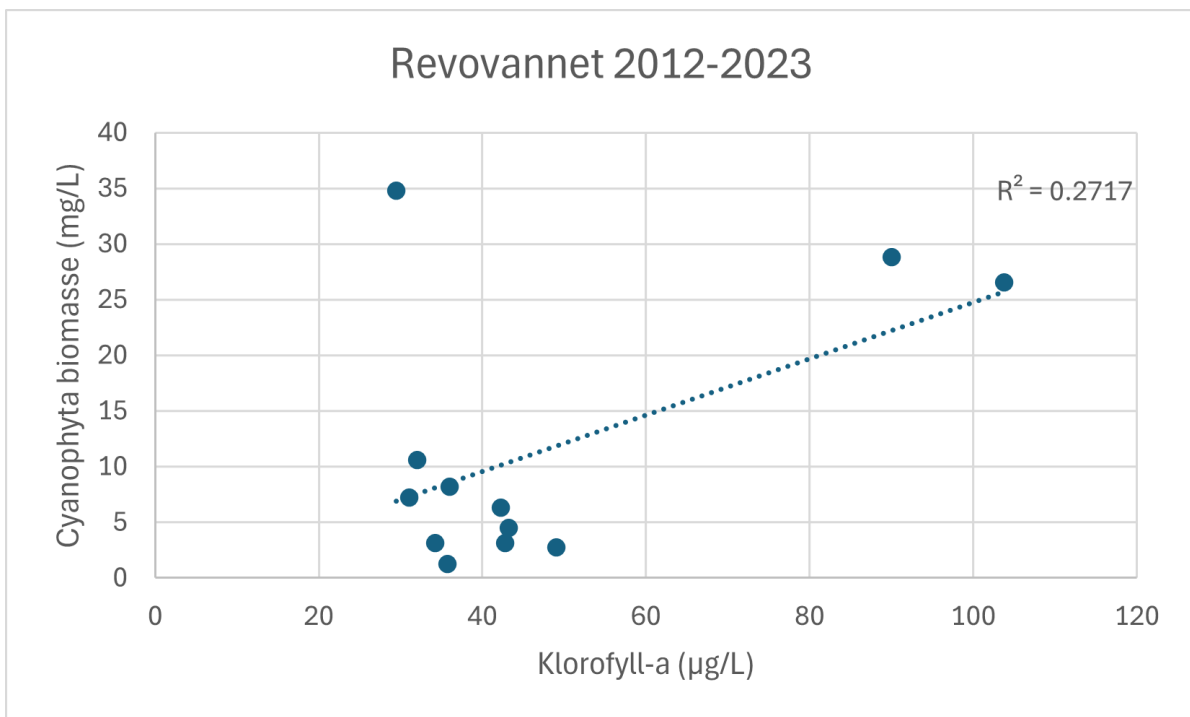
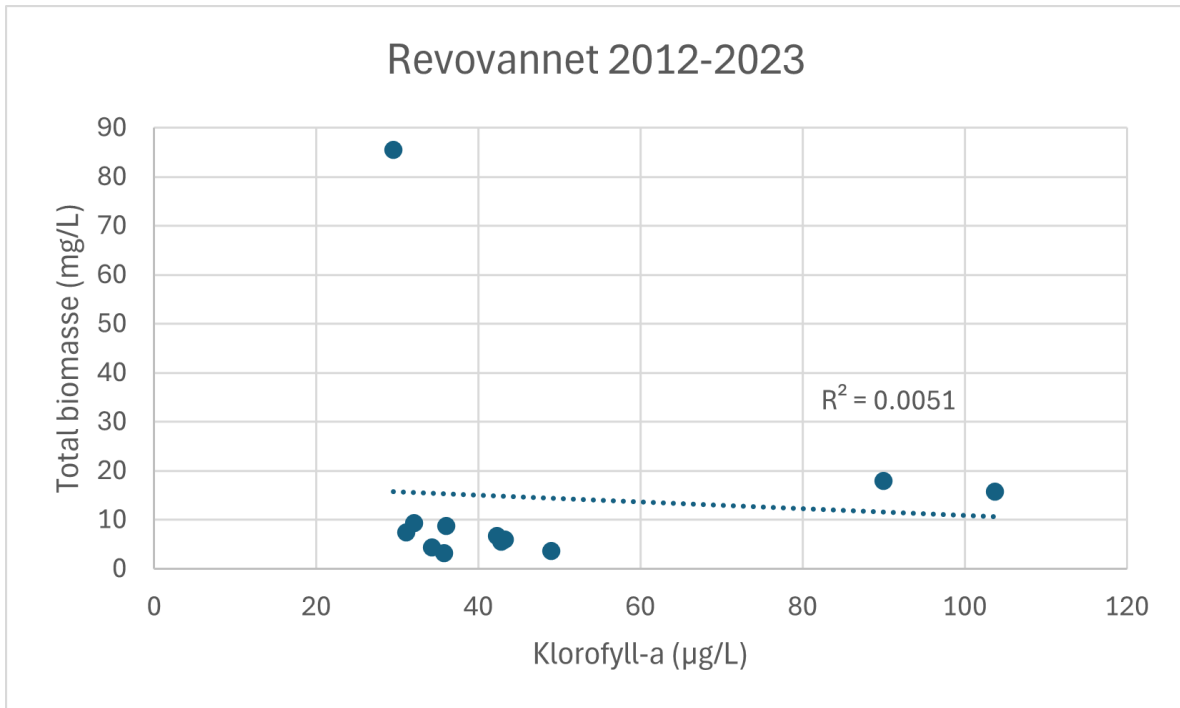
N/P-kvote

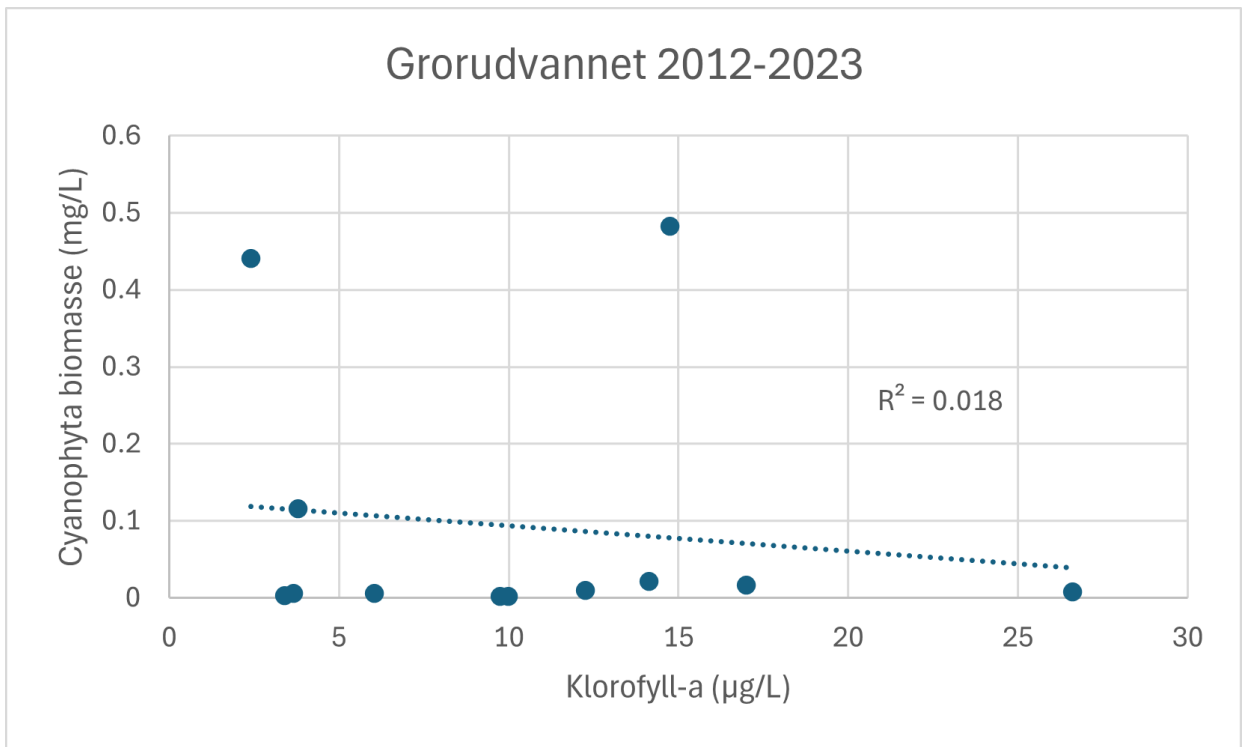
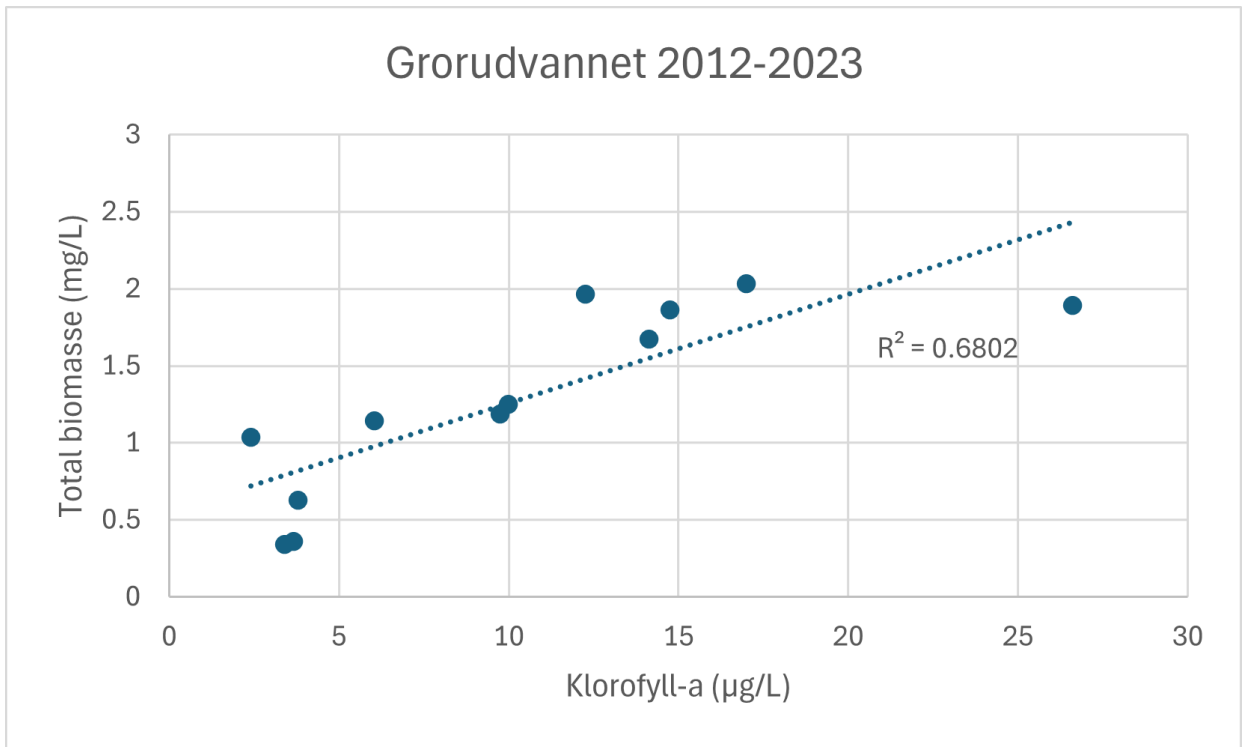


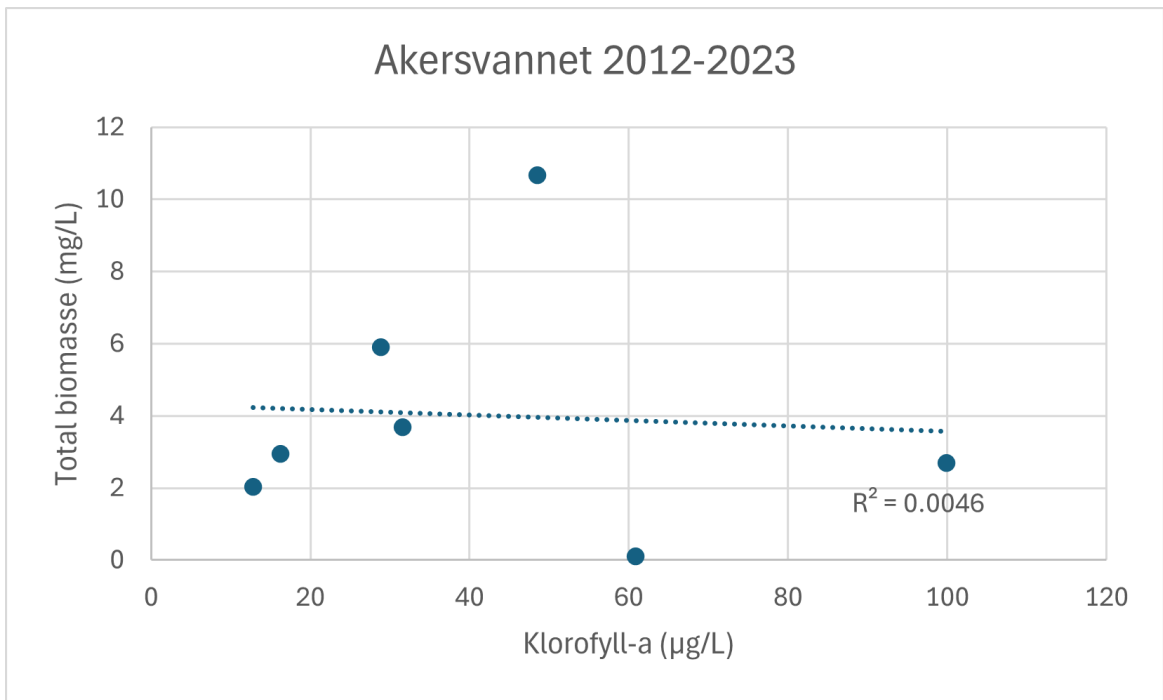
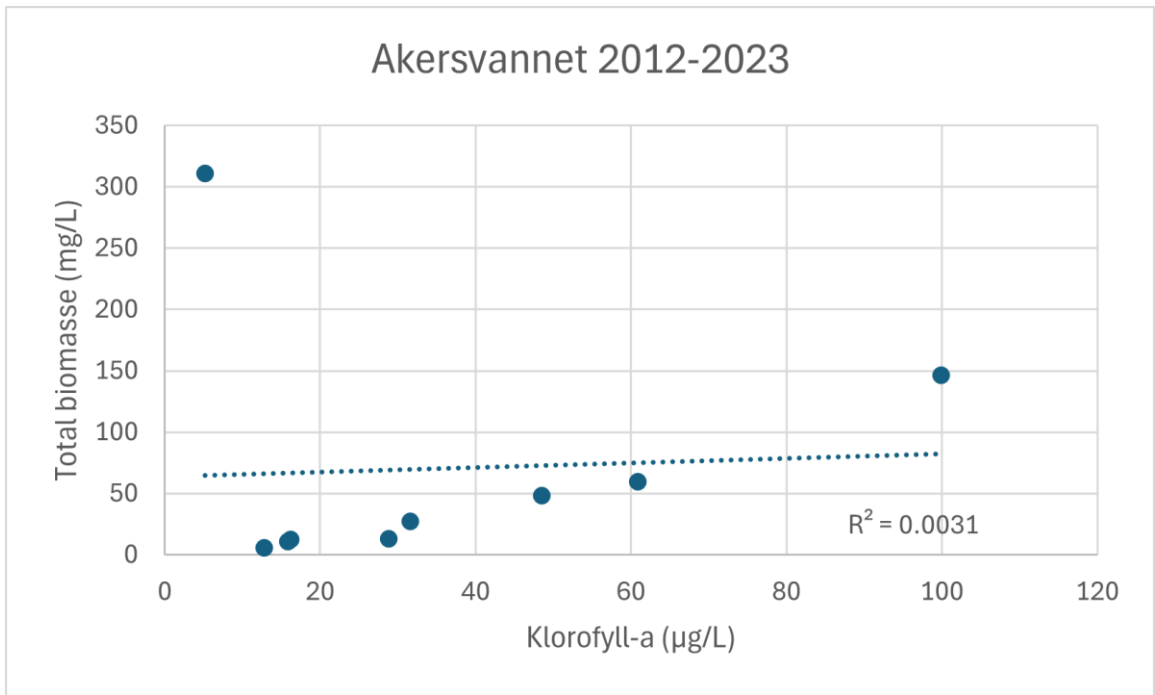




Klorofyll-a







Vedlegg 9: Skjermdump av utregninger for planteplanktonbiomasse etter Holmen 95 for Revovannet

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Revovannet 6/6-23		Kammer:	10 ml			Holmen jul-95					
2												
3	Arter	Antall individer	Antall ruter	Antall individer/L	Lengde μm	Bredde μm	Høyde μm	Diameter μm	Formel	Vol/individ μm^3	Vol/L μm^3	
4												
5	Cyanophyta											
6	<i>Anabaena sp.</i>	1	50	62900.641				4	$(4/3)*3.14*r^3$	33.49333333	2106752.137 *	
7	<i>Aphanizomenon sp.</i>	1	50	62900.641	110	2.2	2.2	2.2	$(3.14*d^2)/4$	417.934	26288316.51	
8	<i>Dolichospermum planctonicum</i>	5	50	314503.205	110	2.64	2.64	2.64	$(3.14*d^2)/6$	3.647424	1147126.538	
9	<i>Microcystis aeruginosa</i>	102	50	6415865.38				5	$(4/3)*3.14*r^3$	65.41666667	419704527.2 *	
10	<i>Microcystis flos-aquae</i>	143	50	8994791.67				4	$(4/3)*3.14*r^3$	33.49333333	301265555.6 *	
11	<i>Microcystis viridis</i>	57	50	3585336.54				5	$(4/3)*3.14*r^3$	65.41666667	234540765.2 *	
12	<i>Microcystis wesenbergii</i>	70	50	4403044.87				5	$(4/3)*3.14*r^3$	65.41666667	288032518.7 *	
13	<i>Planктоlѳngbya contorta</i>	15	50	943509.615	135.19	2.2	2.2	2.2	$(3.14*d^2)/4$	513.640886	484625114.8	
14	<i>Snowella lacustris</i>	334	50	21008814.1	3	2.5			$(4/3)*3.14*a*b*c$	9.8125	206148988.4 *	
15												
16	Cryptophyta											
17	<i>Cryptomonas sp.</i>	3	50	188701.923	15.4	9.13	9.13	9.13	$(3.14*b^2*h)/6$	671.8010427	126770148.7	
18	<i>Rhodomonas sp.</i>	12	50	754807.692	9.13	4.95	4.95	4.95	$(3.14*d^2*h)/12*(d/2+1)$	679.3205026	512756340.9	
19												
20	Chrysophyta											
21	<i>Aulacoseira sp.</i>	1	50	62900.641	110	11	11	11	$(3.14*d^2)/4$	10448.35	657207912.7	
22	<i>Fragilaria crotonensis</i>	2	50	125801.282	46.75	33	33	33	$l*b*h$	50910.75	6404637620	
23												
24	Chlorophyta											
25	<i>Desmodesmus armatus</i>	12	50	754807.692	12.65	9.24	9.24	9.24	$(3.14*d^2)/6$	565.2139416	426627830.9	
26	<i>Koliella spirotaenia</i>	15	50	943509.615	54.12	2.2	2.2	2.2	$(3.14*d^2*h)/12$	68.541176	64669258.61	
27	<i>Pseudopediastrum boryanum</i>	1	50	62900.641	19.8	19.8	19.8	19.8	$(3.14*d^2)/4$	307.7514	19357760.34	
28	<i>Scenedesmus ocornis</i>	1	50	62900.641	11	5.5	5.5	5.5	$(3.14*d^2)/6$	174.1391667	10953465.21	
29	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	38	50	2390224.36	22.77	14.96	14.96	14.96	$(3.14*d^2)/6$	2666.887006	6374458285	
30	<i>Staurastrum sp.</i>	6	50	377403.846	12.2837	10.23	10.23	10.23	$2*(\sqrt{2}/12*b^3)+((3*3.14*d^2*t)/4)$	3279.753613	1237791628	
31												
32	Kuler, små	130	5	81770833.3				1	$(4/3)*3.14*r^3$	0.523333333	42793402.78	
33	Kuler, medium	48	50	3019230.77				4.5	$(4/3)*3.14*r^3$	47.68875	143983341.3	
34	Kuler, stor	21	50	1320913.46				8.5	$(4/3)*3.14*r^3$	310.18176	409723262.3	
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												

*Koloniene ble registrert i stedet for individene. Disse er omregnet fra koloni til individ. Det er antatt at de kun ligger i et plan ved omregning, derfor vil disse verdiene være minimumsverdier.		
Total biomasse	18395589922	18.3955899
Total biomasse Cyanophyta	1963859665	1.96385967
Total biomasse Cryptophyta	639526489.6	0.63952649
Total biomasse Dinophyta	0	0
Total biomasse Chrysophyta	7061845533	7.06184553
Total biomasse Euglenophyta	0	0
Total biomasse Chlorophyta	8133858228	8.13385823
Total biomasse Kuler	596500006.4	0.59650001

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Revovannet 13/7-23		Kammer:	10 ml		Holmen jul-95					
2											
3											
4	Arter	Antall individer	Antall ruter	Antall individer/L	Lengde μm	Bredde μm	Høyde μm	Diameter μm	Formel	Vol/individ μm^3	Vol/L μm^3
5	Cyanophyta										
6	<i>Anabaena inaequalis</i>	18	50	1132211.538	133.65	7.7	7.7	7.7	$(3.14 * l * d^2) / 4$	6220.425173	7042837154
7	<i>Dolichospermum lemmermannii</i>	5	50	314503.2051	147.4	1.98	1.98	1.98	$(3.14 * l * d^2) / 4$	453.6255636	142666693.7
8	<i>Anatheece clathrata</i>	148	3	155154914.5	2.5	1.2			$(4/3) * 3.14 * a * b * c$	1.884	292311859
9	<i>Aphanocapsa reinboldii</i>	9506	50	597933493.6	45.1	32.56	32.56	3.5	$(4/3) * 3.14 * r^3$	22.43791667	13416381901 *
10	<i>Limnococcus limneticus</i>	45	50	2830528.846	25.96	17.05	17.05	17.05	$(3.14 * d^3) / 6$	2593.889957	7342080347
11	<i>Microcystis aeruginosa</i>	817	50	51389823.72				5	$(4/3) * 3.14 * r^3$	65.41666667	3361750968 *
12	<i>Microcystis wesenbergii</i>	767	50	48244791.67				5	$(4/3) * 3.14 * r^3$	65.41666667	3156013455 *
13	<i>Planktohyngbya contorta</i>	38	50	2390224.359	111.65	1.1	1.1	1.1	$(3.14 * d^2) / 4$	0.94985	2270354.607
14											
15	Cryptophyta										
16	<i>Cryptomonas sp.</i>	3	50	188701.9231	20.13	10.23	10.23	10.23	$(3.14 * l * b * h) / 6$	1102.486906	208041399.3
17	<i>Rhodomonas sp.</i>	9	50	566105.7692	8.58	4.4	4.4	4.4	$(3.14 * d^2 * h) / 12 * (d/2 + l)$	468.5541661	265251216.6
18											
19	Chrysophyta										
20	<i>Aulacoseira islandica</i>	17	50	1069310.897	96.25	11	11	11	$(3.14 * l * d^2) / 4$	9142.30625	9775967701
21	<i>Fragilaria crotonensis</i>	1	50	62900.64103	38.5	33	33	33	$l * b * h$	41926.5	2637203726
22											
23	Chlorophyta										
24	<i>Pseudopediastrum boryanum</i>	2	50	125801.2821	24.75	22	22	22	$(3.14 * d^2) / 4$	379.94	47796939.1
25	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	79	50	4969150.641	18.92	12.54	12.54	12.54	$(3.14 * l * d^2) / 6$	1557.021476	7737074264
26	<i>Messastrum gracile</i>	21	50	1320913.462	25.3	2.2	2.2	2.2	$(3.14 * l * d^2) / 6$	64.08321333	84648379.15
27	<i>Staurastrum sp.</i>	5	50	314503.2051	17.82	16.5	16.5	16.5	$2 * (\sqrt{2} * b^3) + ((3 * 3.14 * d^2 * l) / 4)$	12484.07474	3926281519
28											
29	Kuler, små	111	17	20535209.28				1	$(4/3) * 3.14 * r^3$	0.523333333	10746759.52
30	Kuler, medium	72	50	4528846.154				4.5	$(4/3) * 3.14 * r^3$	47.68875	215975012
31	Kuler, stor	26	50	1635416.667				8.5	$(4/3) * 3.14 * r^3$	310.18176	507276420

*Koloniene ble registrert i stedet for individene. Disse er omregnet fra koloni til individ. Det er antatt at de kun ligger i et plan ved omregning, derfor vil disse verdiene være minimumsverdier.

	$\mu\text{m}^3/\text{L}$	mg/L
Total biomasse	60172576069	60.1725761
Total biomasse Cyanophyta	34756312733	34.7563127
Total biomasse Cryptophyta	473292615.9	0.47329262
Total biomasse Dinophyta	0	0
Total biomasse Chrysophyta	12413171427	12.4131714
Total biomasse Euglenophyta	0	0
Total biomasse Chlorophyta	11795801101	11.7958011
Total biomasse Kuler	733998191.5	0.73399819

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Revovannet 15/8-23		Kammer:	10 ml			Holmen jul-95					
2												
3												
4	Arter	Antall individer	Antall ruter	Antall individer/L	Lengde µm	Bredde µm	Høyde µm	Diameter µm	Formel	Vol/individ µm ³	Vol/L µm ³	
5	Cyanophyta											
6	<i>Anabaena inaequalis</i>	31	50	1949919.872	100.1	5.5	5.5	5.5	$(3.14 \cdot d^2)/4$	2376.999625	4634958804	
7	<i>Anathece chlatrata</i>	237	2	372686298.1	2.5	1.2			$(4/3) \cdot 3.14 \cdot a \cdot b \cdot c$	1.884	702140985.6	*
8	<i>Aphanocapsa reinboldii</i>	4563	50	287015625				3.5	$(4/3) \cdot 3.14 \cdot r^3$	22.43791667	6440032676	*
9	<i>Limnococcus limneticus</i>	30	50	1887019.231	17.6	11.22	11.22	11.22	$(3.14 \cdot d^3)/6$	739.1915071	1394868589	
10	<i>Dolichospermum lemmermannii</i>	1	50	62900.64103	77	1.1	1.1	1.1	$(3.14 \cdot d^2)/6$	0.633233333	39830.78259	
11	<i>Microcystis aeruginosa</i>	591	50	37174278.85				5	$(4/3) \cdot 3.14 \cdot r^3$	65.41666667	2431817408	*
12	<i>Microcystis wesenbergii</i>	857	50	53905849.36				5	$(4/3) \cdot 3.14 \cdot r^3$	65.41666667	3526340979	*
13	<i>Planktolingbya contorta</i>	102	39	8225468.442	160.6	1.1	1.1	1.1	$(3.14 \cdot d^2)/4$	0.94985	7812961.199	
14	<i>Planktolingbya limnetica</i>	16	50	1006410.256	93.5	1.1	1.1	1.1	$(3.14 \cdot d^2)/4$	0.94985	955938.7821	
15	<i>Snowella atomus</i>	305	50	19184695.51				1	$(4/3) \cdot 3.14 \cdot r^3$	0.523333333	10039990.65	*
16												
17	Cryptophyta											
18	<i>Cryptomonas sp.</i>	6	50	377403.8462	17.93	10.45	10.45	10.45	$(3.14 \cdot b \cdot h)/6$	1024.687098	386720852	
19	<i>Rhodomonas sp.</i>	16	50	1006410.256	7.15	3.63	3.63	3.63	$(3.14 \cdot d^2 \cdot h)/12 \cdot (d/2 + 1)$	221.0130856	222429836.1	
20												
21	Dinophyta											
22	<i>Peridinium sp.</i>	2	50	125801.2821	22	20.9	20.9	20.9	$((3.14 \cdot d^3)/6) \cdot 0.75$	3583.261633	450778907.3	
23												
24	Chrysophyta											
25	<i>Aulacoseira islandica</i>	2	50	125801.2821	88	9.35	9.35	9.35	$(3.14 \cdot r^2 \cdot d)/4$	6039.1463	759732347	
26	<i>Bacillaria ulna</i>	1	50	62900.64103	44	3.3	3.3	3.3	$l \cdot b \cdot h$	479.16	30139471.15	
27	<i>Stephanodiscus sp.</i>	7	50	440304.4872	16.819	15.081	15.081	15.081	$(3.14 \cdot d^2)/4$	178.5377004	78610950.61	
28												
29												
30	Chlorophyta											
31	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	4	50	251602.5641	5.5	5.5	5.5	5.5	$l \cdot b \cdot h$	166.375	41860376.6	
32	<i>Pseudopediastrium boryanum</i>	2	50	125801.2821	66	55	55	55	$(3.14 \cdot d^2)/4$	2374.625	298730869.4	
33	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	56	50	3522435.897	17.6	10.56	10.56	10.56	$(3.14 \cdot r^2 \cdot d)/6$	1027.114598	3617945332	
34	<i>Staurastrum amatinum</i>	2	50	125801.2821	6.6	5.5	5.5	5.5	$2 \cdot (\sqrt{2/12} \cdot b^3) + ((3 \cdot 3.14 \cdot d^2 \cdot l)/4)$	509.3907136	64082004.83	
35	<i>Tetradasmus dimorphus</i>	1	50	62900.64103	11	11	11	11	$l \cdot b \cdot h$	1331	83720753.21	
36												
37	Kuler, små	117	10	36796875				1	$(4/3) \cdot 3.14 \cdot r^3$	0.523333333	19257031.25	
38	Kuler, medium	81	50	5094951.923				4.5	$(4/3) \cdot 3.14 \cdot r^3$	47.68875	242971888.5	
39	Kuler, stor	9	50	566105.7692				8.5	$(4/3) \cdot 3.14 \cdot r^3$	310.18176	175595683.8	
40												
41												
42										µm ³ /L	mg/L	
43									Total biomasse	25621584467	25.62158447	
44									Total biomasse Cyanophyta	19149008163	19.14900816	
45									Total biomasse Cryptophyta	609150688	0.609150688	
46									Total biomasse Dinophyta	450778907	0.450778907	
47									Total biomasse Chrysophyta	868482769	0.868482769	
48									Total biomasse Euglenophyta	0	0	
49									Total biomasse Chlorophyta	4106339336	4.106339336	
									Total biomasse Kuler	437824604	0.437824604	

*Koloniene ble registrert i stedet for individene. Disse er omregnet fra koloni til individ. Det er antatt at de kun ligger i et plan ved omregning, derfor vil disse verdiene være minimumsverdier.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Revovannet 20/9-23		Kammer:	10 ml			Holmen jul-95					
2												
3												
4	Arter	Antall individer	Antall ruter	Antall individer/L	Lengde μm	Bredde μm	Høyde μm	Diameter μm	Formel	Vol/individ μm^3	Vol/L μm^3	
5	Cyanophyta											
6	<i>Anabaena inaequalis</i>	34	50	2138621.795	99	5.5	5.5	5.5	$(3.14 \cdot l \cdot d^2)/4$	2350.87875	5027640532	
7	<i>Anathece clathrata</i>	369	1	1160516827	3	2.5	1.1		$(4/3) \cdot 3.14 \cdot a \cdot b \cdot c$	1.884	2186413702	*
8	<i>Aphanocapsa reiboldii</i>	824	50	51830128.21	37.07	24.42	24.42	3.5	$(4/3) \cdot 3.14 \cdot r^3$	22.43791667	1162960097	*
9	<i>Chroococcus sp.</i>	8	50	503205.1282	18.26	11.77	11.77	11.77	$(3.14 \cdot d^3)/6$	853.3118686	429390908.2	
10	<i>Microcystis aeruginosa</i>	286	50	17989583.33				5	$(4/3) \cdot 3.14 \cdot r^3$	65.41666667	1176818576	*
11	<i>Microcystis wesenbergii</i>	206	50	12957532.05				5	$(4/3) \cdot 3.14 \cdot r^3$	65.41666667	847638555	*
12	<i>Planktolyngbya contorta</i>	62	50	3899839.744	221.1	1.1	1.1	1.1	$(3.14 \cdot d^2)/4$	0.94985	3704262.78	
13	<i>Planktolyngbya limnetica</i>	5	50	314503.2051	97.9	1.1	1.1	1.1	$(3.14 \cdot d^2)/4$	0.94985	298730.8694	
14	<i>Snowella atomus</i>	292	50	18366987.18				1	$(4/3) \cdot 3.14 \cdot r^3$	0.523333333	9612056.624	*
15												
16	Cryptophyta											
17	<i>Cryptomonas sp.</i>	5	50	314503.2051	13.64	7.48	7.48	7.48	$(3.14 \cdot l \cdot b \cdot h)/6$	399.3888753	125609081.4	
18	<i>Rhodomonas sp.</i>	14	50	880608.9744	33	24.75	24.75	24.75	$(3.14 \cdot d^2 \cdot h)/12 \cdot (d/2 + l)$	240010.0274	2.11355E+11	
19												
20	Chrysophyta											
21	<i>Aulacoseira islandica</i>	3	50	188701.9231	77	33	33	33	$(3.14 \cdot l \cdot d^2)/4$	65824.605	12421229549	
22	<i>Stephanodiscus sp.</i>	10	50	629006.4103	15.29	14.28	14.28	14.28	$(3.14 \cdot d^2)/4$	160.075944	100688794.9	
23												
24	Chlorophyta											
25	<i>Crucigermia tetrapedia</i>	1	50	62900.64103	5.5	5.5	5.5	5.5	$l \cdot b \cdot h$	166.375	10465094.15	
26	<i>Monactinus simplex</i>	1	50	62900.64103	27.5	22	22	22	$(3.14 \cdot d^2)/4$	379.94	23898469.55	
27	<i>Pseudopediastrium boryanum</i>	4	50	251602.5641	26.125	24.75	24.75	24.75	$(3.14 \cdot d^2)/4$	480.8615625	120986002.1	
28	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	42	50	2641826.923	14.19	10.78	10.78	10.78	$(3.14 \cdot l \cdot d^2)/6$	862.9751992	2279831115	
29	<i>Staurastrum sp.</i>	3	50	188701.9231	15.73	9.13	9.13	9.13	$2 \cdot (\sqrt{2}/12 \cdot b^3) + ((3 \cdot 3.14 \cdot d^2 \cdot l)/4)$	3267.266358	616539445	
30												
31	Kuler, små	118	32	11597305.69				1	$(4/3) \cdot 3.14 \cdot r^3$	1.57	18207769.93	
32	Kuler, medium	46	50	2893429.487				4.5	$(4/3) \cdot 3.14 \cdot r^3$	143.06625	413952106.4	
33	Kuler, stor	7	50	440304.4872				8.5	$(4/3) \cdot 3.14 \cdot r^3$	930.54528	409723262.3	
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												

*Koloniene ble registrert i stedet for individene. Disse er omregnet fra koloni til individ. Det er antatt at de kun ligger i et plan ved omregning, derfor vil disse verdiene være minimumsverdier.	Total biomasse	2.37899E+11	237.898709
	Total biomasse Cyanophyta	10844477421	10.84447742
	Total biomasse Cryptophyta	2.11481E+11	211.4805931
	Total biomasse Dinophyta	0	0
	Total biomasse Chrysophyta	12521918344	12.52191834
	Total biomasse Euglenophyta	0	0
	Total biomasse Chlorophyta	3051720126	3.051720126
	Total biomasse Kuler	841883138.6	0.841883139

Vedlegg 10: Skjermdump av utregninger for planteplanktonbiomasse etter Holmen 95 for Grorudvannet

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Grorudvannet 6/6-23		Kammer: 50 ml		Holmen jul-95							
2												
3	Arter	Antall individer	Antall ruter	Antall individer/L	Lengde μm	Bredde μm	Høyde μm	Diameter μm	Formel	Vol/individ μm^3	Vol/L μm^3	
5	Cyanophyta											
6	<i>Snowella septentrionalis</i>	387	50	4868509.62				2.3	$(4/3)*3.14*r^3$	6.367396667	30999731.9	*
8	Cryptophyta											
9	<i>Cryptomonas sp.</i>	8	50	100641.026	16.6375	8.8	8.8	8.8	$(3.14*b*h)/6$	674.2668533	67858907.68	
10	<i>Rhodomonas sp.</i>	2	50	25160.2564	9.9	3.85	3.85	3.85	$(3.14*d^2*h)/12*(d/2+l)$	454.0526399	11424080.84	
12	Dinophyta											
13	<i>Dinobryon sp.</i>	10	50	125801.282	9.35	2.53	2.53	2.53	$(3.14*d^3)/6$	8.475004963	1066166.49	
15	Chrysophyta											
16	<i>Chrysidiastrum catenatum</i>	8	50	100641.026	35.2	10.8625	10.8625	10.8625	$(3.14*d^3)/6$	670.7609421	67506069.18	
17	<i>Mallomonas sp.</i>	1	50	12580.1282	13.2	13.2	13.2	13.2	$(3.14*b*h)/6$	1203.64992	15142070.31	
18	<i>Flagilaria sp.</i>	1	50	12580.1282	55	2.2	2.2	2.2	$l*b*h$	266.2	3348830.128	
19	<i>Tabellaria flocculosa</i>	8	50	100641.026	33	9.35	9.35	9.35	$l*b*h$	2884.9425	290343572.1	
21	Euglenophyta											
22	<i>Trachelomonas sp.</i>	6	50	75480.7692	9.713	9.35	9.35	9.35	$(3.14*d^3)/6$	427.7728629	32288624.75	
24	Chlorophyta											
25	<i>Pandorina morum</i>	1	50	12580.1282	16.5	16.5	16.5	16.5	$(3.14*d^3)/6$	2350.87875	29574356.07	
26	<i>Spirotaenia condensata</i>	1	50	12580.1282	33	5.5	5.5	5.5	$(3.14*d^3)/6$	87.06958333	1095346.521	
27	<i>Staurodesmus incus</i>	1	50	12580.1282	33	13.2	13.2	13.2	$(3.14*l*d^2)/12$	1504.5624	18927587.88	
29	Kuler, små	112	10	7044871.79				1	$(4/3)*3.14*r^3$	0.523333333	3686816.239	
30	Kuler, medium	100	36	1747240.03				4.5	$(4/3)*3.14*r^3$	47.68875	83323692.91	
31	Kuler, stor	45	50	566105.769				8.5	$(4/3)*3.14*r^3$	310.18176	175595683.8	
33										$\mu\text{m}^3/\text{L}$	mg/L	
34										Total biomasse	832181536.9	0.83218154
35										Total biomasse Cyanophyta	30999731.9	0.03099973
36										Total biomasse Cryptophyta	79282988.52	0.07928299
37										Total biomasse Dinophyta	1066166.49	0.00106617
38										Total biomasse Chrysophyta	376340541.7	0.37634054
39										Total biomasse Euglenophyta	32288624.75	0.03228862
40										Total biomasse Chlorophyta	49597290.48	0.04959729
41										Total biomasse Kuler	262606193	0.26260619

*Koloniene ble registrert i stedet for individene. Disse er omregnet fra koloni til individ. Det er antatt at de kun ligger i et plan ved omregning, derfor vil disse verdiene være minimumsverdier.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	Grorudvannet 15/8-23		Kammer: 50 ml		Holmen jul-95								
2													
3	Arter	Antall individer	Antall ruter	Antall individer/L	Lengde μm	Bredde μm	Høyde μm	Diameter μm	Formel	Vol/individ μm^3	Vol/L μm^3		
4													
5	Cyanophyta												
6	<i>Coelosphaerium kuetsingianum</i>	530	50	6667467.95				5	$(4/3)*3.14*r^3$	65.41666667	436163528.3	*	
7	<i>Snowella septentrionalis</i>	50	50	629006.41				2.3	$(4/3)*3.14*r^3$	6.367396667	4005133.32	*	
8													
9	Cryptophyta												
10	<i>Cryptomonas sp.</i>	1	50	12580.1282	16.5	8.8	8.8	8.8	$(3.14*l*b*h)/6$	668.6944	8412261.282		
11	<i>Rhodomonas sp.</i>	2	50	25160.2564	7.15	3.3	3.3	3.3	$(3.14*d^2*h)/12*(d/2+l)$	179.293686	4511075.113		
12													
13	Chrysophyta												
14	<i>Chrysidiastrum catenatum</i>	1	50	12580.1282	19.8	8.8	8.8	8.8	$(3.14*d^3)/6$	356.6370133	4486539.35		
15	<i>Flagilaria sp.</i>	17	50	213862.179	53.79	1.98	1.98	1.98	$l*b*h$	210.878316	45098896.27		
16	<i>Tabelaria flocculosa</i>	5	50	62900.641	24.42	12.98	12.98	12.98	$l*b*h$	4114.291368	258791564.4		
17													
18	Chlorophyta												
19	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	1	50	12580.1282	19.8	13.2	13.2	13.2	$(3.14*l*d^2)/6$	1805.47488	22713105.46		
20													
21	Kuler, små	151	2	47489984				1	$(4/3)*3.14*r^3$	0.523333333	24853091.61		
22	Kuler, medium	129	4	20285456.7				4.5	$(4/3)*3.14*r^3$	47.68875	967388074.7		
23	Kuler, stor	14	50	176121.795				8.5	$(4/3)*3.14*r^3$	310.18176	54629768.31		
24													
25											$\mu\text{m}^3/\text{L}$	mg/L	
26											Total biomasse	1831053038	1.83105304
27											Total biomasse Cyanophyta	440168661.6	0.44016866
28											Total biomasse Cryptophyta	12923336.39	0.01292334
29											Total biomasse Dinophyta	0	0
30											Total biomasse Chrysophyta	308377000	0.308377
31											Total biomasse Euglenophyta	0	0
32											Total biomasse Chlorophyta	22713105.46	0.02271311
33											Total biomasse Kuler	1046870935	1.04687093

*Koloniene ble registrert i stedet for individene. Disse er omregnet fra koloni til individ. Det er antatt at de kun ligger i et plan ved omregning, derfor vil disse verdiene være minimumsverdier.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	Gorudvannet 20/9-23		Kammer: 50 ml		Holmen jul-95								
2													
3	Arter	Antall individer	Antall ruter	Antall individer/L	Lengde μm	Bredde μm	Høyde μm	Diameter μm	Formel	Vol/individ μm^3	Vol/L μm^3		
5	Cyanophyta												
6	<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i>	768	50	9661538.46				3	$(4/3)*3.14*r^3$	14.13	136517538.5 *		
7	<i>Snowella septentrionalis</i>	6	50	75480.7692				2.3	$(4/3)*3.14*r^3$	6.367396667	480615.9984 *		
8													
9	Cryptophyta												
10	<i>Cryptomonas sp.</i>	6	50	75480.7692	11.55	6.787	6.787	6.787	$(3.14*l*b*h)/6$	278.4300339	21016113.14		
11	<i>Rhodomonas sp.</i>	8	50	100641.026	6.7375	3.4375	3.4375	3.4375	$(3.14*d^2*h)/12*(d/2+l)$	176.16126	17729049.88		
12													
13	Chrysophyta												
14	<i>Flagilaria sp.</i>	6	50	75480.7692	53.13	2.2	2.2	2.2	$l*b*h$	257.1492	19409819.42		
15													
16	Chlorophyta												
17	<i>Uroglena sp.</i>	114	4	17926682.7	3.3	2.2	2.2	2.2	$(3.14*l*d^2)/6$	8.35868	149843404.1		
18													
19	Kuler, små	105	7	9435096.15				1	$(4/3)*3.14*r^3$	0.523333333	4937700.321		
20	Kuler, medium	37	50	465464.744				4.5	$(4/3)*3.14*r^3$	47.68875	22197431.79		
21	Kuler, stor	19	50	239022.436				8.5	$(4/3)*3.14*r^3$	310.18176	74140399.85		
22													
23											$\mu\text{m}^3/\text{L}$	mg/L	
24											Total biomasse	446272072.9	0.44627207
25											Total biomasse Cyanophyta	136998154.5	0.13699815
26											Total biomasse Cryptophyta	38745163.02	0.03874516
27											Total biomasse Dinophyta	0	0
28											Total biomasse Chrysophyta	19409819.42	0.01940982
29											Total biomasse Euglenophyta	0	0
30											Total biomasse Chlorophyta	149843404.1	0.1498434
31											Total biomasse Kuler	101275532	0.10127553

*Koloniene ble registrert i stedet for individene. Disse er omregnet fra koloni til individ. Det er antatt at de kun ligger i et plan ved omregning, derfor vil disse verdiene være minimumsverdier.

Vedlegg 11: Skjermdump av utregninger for planteplanktonbiomasse etter Holmen 95 for Akersvannet

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Akersvannet 6/6-23		Kammer: 25 ml		Holmen jul-95							
2												
3	Arter	Antall individer	Antall ruter	Antall individer/L	Lengde μm	Bredde μm	Høyde μm	Diameter μm	Formel	Vol/individ μm^3	Vol/L μm^3	
4												
5	Cyanophyta											
6	<i>Aphanocapsa reinboldii</i>	100	50	2516026				3.5	$(4/3)*3.14*r^3$	22.43791667	56454373.66	*
7	<i>Limnococcus limneticus</i>	4	50	100641	9.9	7.425	7.425	7.425	$(3.14*d^3)/6$	214.2238261	21559705.57	
8	<i>Microcystis aeruginosa</i>	25	50	629006				5	$(4/3)*3.14*r^3$	65.41666667	41147502.67	*
9												
10	Cryptophyta											
11	<i>Cryptomonas sp.</i>	2	50	50321	22	10.45	10.45		$(3.14*1*b*h)/6$	1257.284783	63267215.06	
12	<i>Rhodomonas lacustris</i>	114	50	2868269	0.88	0.47	0.47	0.47	$3,14xd^2/12 x(d/2+l)$	0.064449416	184858.2764	
13												
14	Chrysophyta											
15	<i>Flagilaria sp.</i>	2	50	50321	12.7	9.35	9.35		$1*b*h$	1110.26575	55869141.91	
16	<i>Nitzschia sp.</i>	8	50	201282	26.5375	2.475	2.475		$1*b*h$	162.5587734	32720163.37	
17												
18	Chlorophyta											
19	<i>Elakatothrix genevensis</i>	10	50	251603	11	11.2	11.2	11.2	$(3.14*d^2*h)/12$	361.0581333	90843152.14	
20	<i>Oocystis sp.</i>	1	50	25160	11	11	11	11	$(3.14*1*d^2)/6$	696.5566667	17525544.34	
21												
22	Kuler, små	127	3	53255876				1	$(4/3)*3.14*r^3$	0.523333333	27870575.14	
23	Kuler, medium	109	6	22853900				4.5	$(4/3)*3.14*r^3$	47.68875	1089873903	
24	Kuler, stor	25	50	629006				8.5	$(4/3)*3.14*r^3$	310.18176	195106315.4	
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												

	$\mu\text{m}^3/\text{L}$	mg/L
Total biomasse	1692422451	1.692422451
Total biomasse Cyanophyta	119161581.9	0.119161582
Total biomasse Cryptophyta	63452073.34	0.063452073
Total biomasse Dinophyta	0	0
Total biomasse Chrysophyta	88589305.28	0.088589305
Total biomasse Euglenophyta	0	0
Total biomasse Chlorophyta	108368696.5	0.108368696
Total biomasse Kuler	1312850794	1.312850794

*Koloniene ble registrert i stedet for individene. Disse er omregnet fra koloni til individ. Det er antatt at de kun ligger i et plan ved omregning, derfor vil disse verdiene være minimumsverdier.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	Akersvannet 13/7-23		Kammer:	10 ml		Holmen jul-95							
2													
3	Arter	Antall	Antall	Antall	Lengde	Bredde	Høyde	Diameter	Formel	Vol/individ	Vol/L		
4		individer	ruter	individer/L	µm	µm	µm	µm		µm ³	µm ³		
5	Cyanophyta												
6	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	173	2	272045272.4	114	5		5	$(3.14*1*d^2)/4$	2237.25	6.08633E+11		
7	<i>Aphanocapsa reinboldii</i>	398	50	25034455.13				3.5	$(4/3)*3.14*r^3$	22.43791667	561721018 *		
8	<i>Woronichinia naegeliana</i>	1329	50	83594951.92	5	3			$(4/3)*3.14*a*b*c$	23.55	1968661118 *		
9	<i>Dolichospermum spirooides</i>	1	50	62900.64103	30.8	22		22	$(3.14*1*d^2)/6$	7801.434667	490715241.5		
10													
11	Cryptophyta												
12	<i>Rhodomonas sp.</i>	6	50	377403.8462	9.35	6.05	6.05	6.05	$(3.14*d^2*h)/12*(d/2+l)$	1108.194447	418236846.7		
13													
14	Dinophyta												
15	<i>Ceratium brachyceros</i>	2	50	125801.2821	35.75	23.1	23.1	23.1	$3.14/12*(d^3+l*b^2+2hd^2)$	46954.74515	5906967138		
16													
17	Kuler, små	110	11	31450320.51				1	$(4/3)*3.14*r^3$	0.523333333	16459001.07		
18	Kuler, medium	38	50	2390224.359				4.5	$(4/3)*3.14*r^3$	47.68875	113986811.9		
19	Kuler, stor	15	50	943509.6154				8.5	$(4/3)*3.14*r^3$	310.18176	292659473.1		
20													
21											µm ³ /L	mg/L	
22											Total biomasse	6.18403E+11	618.402692
23											Total biomasse Cyanophyta	6.11654E+11	611.654383
24											Total biomasse Cryptophyta	418236846.7	0.41823685
25											Total biomasse Dinophyta	5906967138	5.90696714
26											Total biomasse Chrysophyta	0	0
27											Total biomasse Euglenophyta	0	0
28											Total biomasse Chlorophyta	0	0
29											Total biomasse Kuler	423105286	0.42310529

*Koloniene ble registrert i stedet for individene. Disse er omregnet fra koloni til individ. Det er antatt at de kun ligger i et plan ved omregning, derfor vil disse verdiene være minimumsverdier.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Akersvannet 15/8		Kammer:	10 ml			Holmen jul-95					
2												
3	Arter	Antall individer	Antall ruter	Antall individer/L	Lengde μm	Bredde μm	Høyde μm	Diameter μm	Formel	Vol/individ μm^3	Vol/L μm^3	
4												
5	Cyanophyta											
6	<i>Aphanizomenom flos-aqua</i>	103	3	107979433.8	270	5		5	$(3.14 * d^2) / 4$	5298.75	5.72156E+11	
7	<i>Aphanocapsa reinboldii</i>	125	50	7862580.128				3.5	$(4/3) * 3.14 * r^3$	22.43791667	176419917.7 *	
8	<i>Dolicospherium spirooides</i>	1	50	62900.64103	55	11		11	$(3.14 * d^2) / 6$	3482.783333	219069304.2 *	
9	<i>Microcystis aeruginosa</i>	11	50	691907.0513				5	$(4/3) * 3.14 * r^3$	65.41666667	45262252.94 *	
10	<i>Snowella lacustris</i>	128	50	8051282.051	3	2.5			$(4/3) * 3.14 * a * b * c$	8.68745307	69945134.97 *	
11	<i>Woronichinia naegeliana</i>	2304	50	144923076.9	5	3			$(4/3) * 3.14 * a * b * c$	23.55	3412938462 *	
12												
13	Cryptophyta											
14	<i>Cryptomonas sp.</i>	1	50	62900.64103	33	27.5	27.5	27.5	$(3.14 * l * b * h) / 6$	13060.4375	821509890.8	
15	<i>Rhodomonas sp.</i>	8	50	503205.1282	9.625	5.3625	5.3625	5.3625	$(3.14 * d^2 * h) / 12 * (d/2 + h)$	496.5649379	249874023.2	
16												
17	Dinophyta											
18	<i>Ceratium brachyceros</i>	4	50	251602.5641	33	26.125	26.125	26.125	$3.14 / 12 * (d^3 + h * b^2 + 2hd^2)$	10930.08293	2750036892	
19												
20	Chrysophyta											
21	<i>Stephanodiscus sp.</i>	8	50	503205.1282	15.5375	2.0625	2.0625	2.0625	$(3.14 * l * d^2) / 4$	51.88462866	26108611.22	
22												
23	Chlorophyta											
24	<i>Chlamydocapsa sp.</i>	4	50	251602.5641	18.975	59.4		59.4	$(3.14 * d^3) / 6$	109682.599	27596423136	
25	<i>Closterium sp.</i>	1	50	62900.64103	35.2	4.4	4.4	4.4	$(3.14 * d^2 * h) / 12$	178.3185067	11216348.38	
26	<i>Pediastrum duplex</i>	1	50	62900.64103	13.2	13.2		13.2	$(3.14 * l * d^2) / 4$	1805.47488	113565527.3	
27												
28	Kuler, små	85	50	5346554.487				1	$(4/3) * 3.14 * r^3$	0.523333333	2798030.182	
29	Kuler, medium	14	50	880608.9744				4.5	$(4/3) * 3.14 * r^3$	47.68875	41995141.23	
30	Kuler, stor	3	50	188701.9231				8.5	$(4/3) * 3.14 * r^3$	310.18176	58531894.62	
31												
32											$\mu\text{m}^3/\text{L}$	mg/L
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												

*Koloniene ble registrert i stedet for individene. Disse er omregnet fra koloni til individ. Det er antatt at de kun ligger i et plan ved omregning, derfor vil disse verdiene være minimumsverdier.

Total biomasse	6.07752E+11	607.751719
Total biomasse Cyanophyta	5.7608E+11	576.07966
Total biomasse Cryptophyta	1071383914	1.07138391
Total biomasse Dinophyta	2750036892	2.75003689
Total biomasse Chrysophyta	26108611.22	0.02610861
Total biomasse Euglenophyta	0	0
Total biomasse Chlorophyta	27721205011	27.721205
Total biomasse Kuler	103325066	0.10332507

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	Akersvannet 20/9-23		Kammer: 10 ml		Holmen jul-95								
2													
3	Arter	Antall individer	Antall ruter	Antall individer/L	Lengde μm	Bredde μm	Høyde μm	Diameter μm	Formel	Vol/individ μm^3	Vol/L μm^3		
4													
5	Cyanophyta												
6	<i>Aphanizomenom flos-aquae</i>	108	42	8087225.275	89.1	4.4	4.4	4.4	$(3.14 * l * d^2) / 4$	1354.10616	10950961562		
7	<i>Aphanocapsa reinboldii</i>	1586	50	99760416.67				4	$(4/3) * 3.14 * r^3$	33.49333333	3341308889 *		
8	<i>Woronichinia naegeliana</i>	583	50	36671073.72	5	3	23.1		$(4/3) * 3.14 * a * b * c$	23.55	863603786.1 *		
9													
10	Cryptophyta												
11	<i>Cryptomonas sp.</i>	3	50	188701.9231	15.73	11	11	11	$(3.14 * l * b * h) / 6$	996.0760333	187961463		
12	<i>Rhodomonas sp.</i>	14	50	880608.9744	6.6	3.52	3.52	3.52	$(3.14 * d^2 * h) / 12 * (d/2 + l)$	178.8891259	157531369.7		
13													
14	Chrysophyta												
15	<i>Stephanodiscus sp.</i>	8	50	503205.1282	19.6625	19.25	19.25	19.25	$(3.14 * d^2) / 4$	290.8915625	146378126		
16	<i>Asterionella formosa</i>	10	50	629006.4103	66	2.2	2.2	2.2	$l * b * h$	319.44	200929807.7		
17													
18	Chlorophyta												
19	<i>Closterium sp.</i>	2	50	125801.2821	82.5	2.2	2.2	2.2	$(3.14 * d^2 * h) / 12$	104.4835	13144158.25		
20													
21	Kuler, små	145	2	228014823.7				1	$(4/3) * 3.14 * r^3$	0.523333333	119327757.7		
22	Kuler, medium	3	50	188701.9231				4.5	$(4/3) * 3.14 * r^3$	47.68875	8998958.834		
23	Kuler, stor	0	50	0				8.5	$(4/3) * 3.14 * r^3$	310.18176	0		
24													
25											$\mu\text{m}^3/\text{L}$	mg/L	
26											Total biomasse	15990145878	15.9901459
27											Total biomasse Cyanophyta	15155874237	15.1558742
28											Total biomasse Cryptophyta	345492832.7	0.34549283
29											Total biomasse Dinophyta	0	0
30											Total biomasse Chrysophyta	347307933.7	0.34730793
31											Total biomasse Euglenophyta	0	0
32											Total biomasse Chlorophyta	13144158.25	0.01314416
33											Total biomasse Kuler	128326716.6	0.12832672

*Koloniene ble registrert i stedet for individene. Disse er omregnet fra koloni til individ. Det er antatt at de kun ligger i et plan ved omregning, derfor vil disse verdiene være minimumsverdier.