



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

REVIDERES

Erstattes delvis av NIBIO RAPPORT 8(127)2022

Sammenfatning av overvåkingsdata fra 2011- 2018 for vannområdet Glomma sør for Øyeren

Basert på utvalgte delnedbørfelt og innsjøer

NIBIO RAPPORT | VOL. 5 | NR. 148 | 2019



Ruben Alexander Pettersen, Ståle Haaland, Frederik Bøe
Divisjon for Miljø og naturressurser

TITTEL/TITLE

Sammenfatning av overvåkingsdata fra 2011-2018 for vannområdet Glomma sør for Øyeren
Basert på utvalgte delnedbørfelt og innsjøer

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Ruben Alexander Pettersen, Ståle Haaland, Frederik Bøe

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
27.10.2022	5/148/2019	Åpen	51129	19/00117
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02447-7	2464-1162	82	4	

OPPDRAUGSIVER/EMPLOYER:

Vannområde Glomma sør for Øyeren

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Maria Ystrøm Bislingen

STIKKORD/KEYWORDS:

Vannkvalitet, vannforskriften, trendanalyser,
miljøtiltak

Water quality, EU Water Framework Directive,
trend analyses, environmental measures

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Vannkvalitet og -miljø

Water quality and environment

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Denne rapporten er basert på eksisterende data og informasjon om seks innsjøer og seks delnedbørfelt i Vannområde Glomma Sør. Det er utført trendanalyser av vannkvalitet, og samlet inn informasjon om gjennomførte tiltak, samt vurdert videre tiltaksgjennomføring. Det er produsert et faktaark for hver lokalitet, og disse tjener som et utvidet sammendrag av arbeidet.

This report is based on existing data and information from 6 lakes and 6 sub-catchments in the River Basin Sub-region of "Southern parts of Glomma". Trend analyses of water quality have been performed, and data on environmental measures have been collected and assessed.

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Østfold
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Askim, Spydeberg, Trøgstad, Eidsberg, Skiptvet,
Rakkestad, Råde, Halden, Sarpsborg, Fredrikstad, Hvaler
STED/LOKALITET: Vannområde Glomma Sør

GODKJENT /APPROVED



EVA SKARBØVIK

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



RUBEN ALEXANDER PETERSEN



Forord

Vannforekomstene i Vannområde Glomma sør har vært overvåket i flere år, og resultatene har vært presentert i årsrapporter. Vannområdet ønsket nå å gå dypere inn i tallmaterialet for å analysere utviklingen av vannkvalitet og biologiske kvalitetselementer over tid. Det ble derfor utlyst en anbudskonkurranse i januar, 2019. NIBIOs tilbud vant, og kontrakt ble signert 15.02.2019.

Denne rapporten presenterer derfor en sammenstilling av vannkvalitetsdata (kjemi og biologi) fra Vannområde Glomma sør. Det er også utarbeidet 11 faktaark for utvalgte delnedbørfelt og innsjøer i vannområdet; disse er lagt ved bak i rapporten. Arbeidet som er utført vil benyttes i arbeidet med oppfølging av vannforskriftsarbeidet.

Ruben Alexander Pettersen har vært prosjektleder for prosjektet. Pettersen har hatt ansvaret for analyser og rapportering av elvene, Ståle Haaland har analysert og rapportert innsjøer og Frederik Bøe har utarbeidet fakta-ark i samarbeid med Pettersen og Haaland. Arbeidet ble presentert og diskutert på et møte i Vannområdet den 12.11.2019.

Kvalitetssikring er utført i henhold til NIBIOs prosedyrer, av avdelingsleder Eva Skarbøvik.

Vi takker oppdragsgiver Maria Y. Bislingen for konstruktivt samarbeid underveis i prosjektet.

Ås, 29. november 2019

Ruben A. Pettersen

Innhold

1	Innledning.....	7
2	Metodikk.....	9
2.1	Bakgrunn for klassifisering av økologisk tilstand.....	12
3	Områdebeskrivelse.....	15
3.1	Rakkestadelva.....	15
3.2	Lekumelven/Hæra.....	15
3.3	Solbergfoss.....	17
3.4	Lundebyttjern.....	19
3.5	Isejø.....	20
3.6	Tunevannet.....	21
3.7	Lyseren.....	23
3.8	Skinnerflo.....	24
3.9	Ertevannet.....	25
3.10	Glomma nedstrøms Sarpsfoss.....	26
3.11	Glommasjøen.....	27
3.12	Kystlokaliteter.....	29
3.13	Kystbekker.....	30
4	Resultater.....	31
4.1	Klima.....	31
4.2	Rakkestadelva.....	31
4.3	Lekumelven.....	34
4.4	Solbergfoss.....	36
4.5	Lundebyvannet.....	37
4.6	Isejø.....	42
4.7	Tunevannet.....	48
4.8	Lyseren.....	54
4.9	Skinnerflo.....	60
4.10	Ertevannet.....	66
4.11	Glomma nedstrøms Sarpsfoss.....	71
4.12	Glommasjøen.....	73
4.13	Kystlokaliteter.....	74
4.13.1	Fysisk-kjemiske parametere.....	74
4.13.2	Bløtbunnsfauna.....	74
4.13.3	Makroalger.....	74
4.13.4	Blåskjell.....	75
4.13.5	Miljøgifter i sediment.....	75
4.14	Kystbekker.....	75
5	Diskusjon.....	77
5.1	Spesielle vanntyper i vannområdet.....	77
5.2	Rakkestadselven og Lekumelven.....	77
5.3	Solbergfoss.....	78
5.4	Innsjøene.....	78

5.5	Glomma og Glommasjøen	79
5.6	Kystlokaliteter og kystbekker	79
6	Konklusjon	81
6.1	Generelle trender	81
6.2	Bedre tilpasset biologiske klassegrenser	81
	Litteratur	82
	Vedlegg	85
V1	Leirdekningsgrad	85
V2	Klimadata	86
V3	Faktaark	87

REVIDERES

1 Innledning

Vannområde Glomma Sør arbeider for å nå målet om god miljøtilstand i bekker, elver og innsjøer fra Øyeren i nord til Hvaler i sør. Vannområdet er en del av Vannregion Glomma, og Østfold fylkeskommune er vannregionmyndighet. Det er som for de fleste andre vannområder stor variasjon i både typer nedbørfelt og vannforekomster. De øverste delene av det 2767 m² store nedbørfeltet til vannområdet er preget av skogsområder med tynt morenedekke over gneis og granitt. En del av nedbørfeltene i lave-religgende områder har høy leirdekningsgrad (Vedlegg 5.1). Nedbørfeltene i de nederste delene av Glomma har også mye tett bebyggelse og industri som gir høy belastning på vannmiljøet. Kystvannsforekomstene i vannområdet er i stor grad preget av vannkvaliteten fra Glomma. I følge Vann-nett (<https://vann-nett.no/portal>) er 2-3% av vannforekomstene i vannområdet i dag i svært god økologisk tilstand, 14% er i god økologisk tilstand, 58% er i moderat økologisk tilstand, 31% dårlig økologisk tilstand og 17% er i svært dårlig økologisk tilstand. De tre mest benyttede tiltakene i vannområdet har vært å redusere næringsstoffer fra landbruk (58% av vannforekomstene), etablering eller oppgradering av avløpsanlegg (16%) og rådgivningstjeneste for landbruk (13%). I 102 vannforekomster skal det iverksettes tiltak. Det er påbegynt tiltak i 74 vannforekomster og gjennomført tiltak i 6 vannforekomster.

Det finnes store mengder data fra vannområdet, herunder data fra biologiske kvalitetselement i 84 av 127 vannforekomster. Biologiske kvalitetselement som er brukt til klassifisering av økologisk tilstand er planteplankton (17 vannforekomster), makroalger (5), vannplanter (10), påvekstalger (69), bunnfauna (76) og fisk (6). Fysisk-kjemiske kvalitetselementer som er brukt som støtteparametere er turbiditet/siktedyp (12), oksygenforhold (6), forsuringstilstand (46), næringsforhold (73) og fosforkonsentrasjoner (81). Kjemiske kvalitetselementer er undersøkt for metaller i 69 vannforekomster, industri-stoffer i 22, sprøytemidler i 4 og andre stoffer i 45 vannforekomster.

Med store mengder data tilgjengelig og flere tiltak iverksatt, er det naturlig å ville se på trender over tid for ulike vannforekomster og kvalitetsparametere. Dette prosjektet har hatt som mål å vurdere langtids-trender i utvalgte innsjøer og delnedbørfelt i vannområdet. Vi har vurdert trender for relevante kvalitetsparametere i utvalgte bekker, elver og innsjøer. I dette arbeidet har vi basert oss på å lage trendanalyser for vannforekomster med tilstrekkelig datamengde og -kvalitet.



Under marin grense

Felles for store deler av vannområdet Glomma Sør er at det ligger under marin grense og vannkvaliteten er preget av dette. Leirpartikler sprer lys og noen av bekkene og innsjøene ser derfor tidvis grå og grumsete ut. Dette er helt naturlig, men kan også påvirkes av menneskelig aktivitet i nedbørfeltet via for eksempel byggevirkosomhet eller avrenning fra pløyd mark nær vannforekomsten. Leirpartikler har fosfor bundet til seg, slik at innholdet av leire også vil påvirke hvor mye totalfosfor (Tot P) det måles i vannprøver. Dette fosforet er derimot ikke tilgjengelig for alger i samme grad som løst fosfat, og det er viktig å skille på disse analysene. Det at partiklene sprer lys vil kunne påvirke både lys- og temperaturforhold, noe som igjen vil kunne påvirke levevilkår for akvatisk biota. I Vanddirektivet er det utfordrende å klassifisere slike vannforekomster.

2 Metodikk

Vi har benyttet eksisterende databaser som Vann-nett, Vannmiljø, Glomma-data, Meteorologisk institutt, Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) HYDRA-II-database, samt NIBIOs egen database. Vi har analysert trender i data fra Vannmiljø for utvalgte vannforekomster og parametere der det er gode nok data til å kunne utføre denne typen analyser. For trendanalyser i rennende vann har vi benyttet vannføring og kjemiske parametere. Vi har brukt data fra nærmeste meteorologiske stasjon og hydrologiske stasjoner drevet av NVE. For områdene der det ikke finnes hydrologiske stasjoner, har vi estimert vannføring basert på nærliggende stasjoner og skalert til nedbørfeltets areal. Vannføring har blitt brukt til å regne ut belastning av ulike stoffer i Rakkestadelva og Lekumelven/Hæra. Her har vi benyttet en Mann-Kendall/Multitrendanalyse av tidsseriene med normalisering og bootstrapping (Grimvall m. fl. 2005). Der det er lite data eller der data har vært for spredt i tid (for lav prøvetakingsfrekvens over år) har det for bekker og elver blitt brukt enkel lineær regresjon.

En vandrende alge

Vannforekomster har en vannkvalitet som i mer eller mindre grad er preget av nedbørfeltets beskaffenhet. Biologiske prosesser i selve vannforekomsten kan derimot snu opp-ned på vannkvaliteten i løpet av kort tid. Dette gjelder især for innsjøer. Man kan i enkelte innsjøer måle store forskjeller i konsentrasjonen av næringsstoffer, gasser og metaller i løpet av kun få dager, og det samtidig som det over samme periode er få eller ingen tilførsler fra nedbørfeltet. En interessant alge i denne konteksten er *Gonyostomum semen*. Denne arten danner årlige oppblomstringer i perioden juni-august med klorofyllkonsentrasjoner som jevnlig overstiger $100 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (Rohrlack og Haaland 2017). Da algen er slimproduserende vil badegjester finne den sjeenerende, da enkelte kan få allergiske reaksjoner i huden. I Norge har den vært kartlagt og algen finnes hovedsakelig i enkelte innsjøer på Sør-Østlandet (Hongve m. fl. 1988; Hagman m. fl. 2015). Av flere grunner kan denne algen trolig ha et konkurransefortrinn i humøse innsjøer i forhold til andre arter (Hagman m. fl. 2018).

Gonyostomum semen utfører døgnvandring mellom innsjøens overflate og innsjøens bunnvann, noe som muliggjør at algen kan utnytte næringsstoffer som slipper ut fra sedimentet under termisk sjiktning (Salonen & Rosenberg 2000). Oppblomstringer av *Gonyostomum* er derfor i all hovedsak et resultat av en resirkulasjon av næringsstoffer fra innsjøinterne kilder.



Gonyostomum semen – en vandrende alge som kan ha stor effekt på vannkvaliteten i innsjøer i Vannområdet Glomma Sør. Bildet fra nordicmicroalgae.org.

For innsjøene har vi også benyttet Mann-Kendall for analyse av trend. Vi har her sett etter monotone lineære eller ikke-lineære trender. Data trenger ikke være normalfordelte for å kjøre disse analysene (ikke-parametrisk). Vi har benyttet to ulike varianter. Vi har sett på middelveier og medianverdi over året for å detektere stigende eller synkende trender over perioden (Mann 1945; Kendall 1975). Medianverdier er her benyttet for bedre å kunne se om outliers/ekstremverdier i datasettene kan ha en effekt for trendanalysene. Grad av endring er beregnet med en lineær Theil-Sen metode (Theil 1950; Sen 1968). I tillegg har vi benyttet en sesongbasert ikke-lineær Mann-Kendall analyse (LiU 2008), der vi tar hensyn til mulige månedlige (april – oktober) forskjeller i vannkvalitet over et år og ditto sammenliknbare månedlige variasjoner mellom år. Her er trendene vist som figurer i rapporten. Det er for begge testene kun valgt ut parametere der det er tilstrekkelig med data for denne type statistisk analyse.

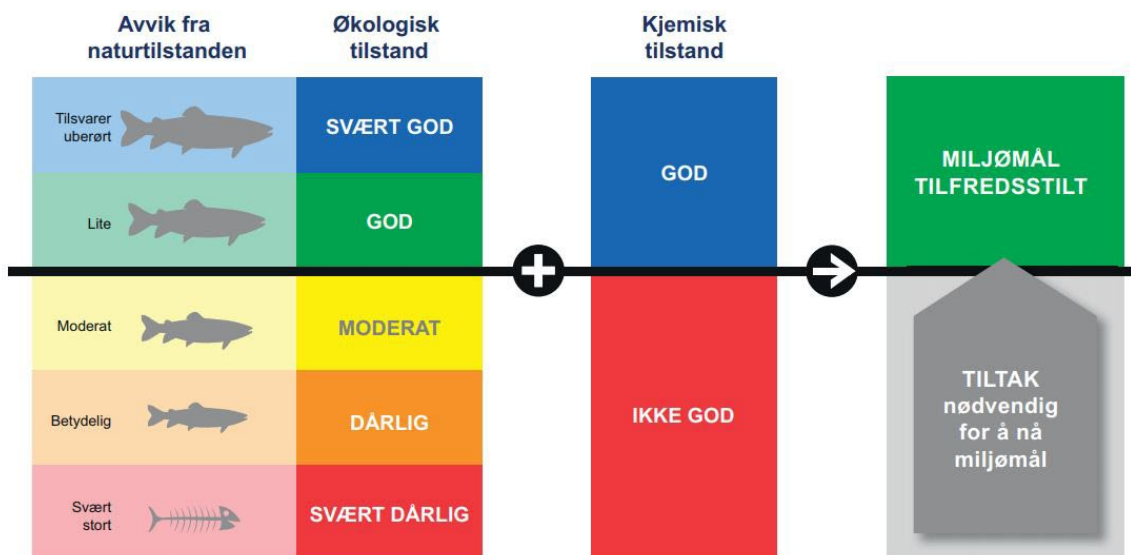
Mørkere vannforekomster

Vannforekomster i store deler av Sør-Norge har blitt betydelig mørkere de siste årene. Det er i all hovedsak fordi vi har fått økt konsentrasjon av naturlig organisk materiale (NOM), noe som er på grunn av en tilbakegang av sur nedbør - en sammenheng forskere slo fast for noen år siden. Det er trolig flere mekanismer som spiller inn, men i sum har dette ført til at farget, delvis nedbrutt og løst organisk materiale nå ikke lenger blir holdt tilbake i skogs- og myrjord i samme grad som før, men lettere vaskes ut fra nedbørfelt til bekker og innsjøer. Et endret klima gir en lenger vekstsesong og en økt produksjon av organisk materiale. Episoder med nedbør vasker med det ut relativt mer farget materiale i dag enn for bare få år siden. Farget organisk materiale absorberer blått lys og gir med det vannforekomstene et mer gulbrunt preg. Fenomenet har av det blitt kalt for en brunifisering (fra engelsk – brownification). Den fargen vi har på innsjøene i Sør-Norge i dag, er nærmere et naturlig nivå enn det vi hadde under sur-nedbør perioden, der mange vannforekomster faktisk var kunstig klare. De største utslippene av sure komponenter til atmosfæren fra Sentral-Europa var på midten av 1970-tallet, men i dag likner kvaliteten på nedbøren i sånn henseende mer på det som falt over Norge før den andre verdenskrig. I tillegg til å endre lysforhold er NOM også en buffer (mot endring av pH), noe som i sum i stor grad kan påvirke levevilkår for akvatisk biota på flere måter. Tilsvarende som for leirvassdrag er det per i dag utfordrende å klassifisere humøse vannforekomster i Vanddirektivet.

2.1 Bakgrunn for klassifisering av økologisk tilstand

Etter at vannforskriften¹ ble innført i Norge i 2007 er det et krav om at alle vannforekomster skal oppnå god økologisk tilstand innen 2021. God økologisk tilstand er basert på at vannforekomstene skal så nært som mulig naturtilstanden, eller referansetilstanden. For å kunne komme frem til avviket fra referansetilstanden brukes ecological quality ratio (EQR) som økologisk kvalitetskvotient som varierer fra 0 til 1, der 1 er referansetilstanden og 0,6 er grensen til god tilstand. En rekke kvalitetselementer brukes til å sette den økologiske tilstanden. Kvalitetselementene blir valgt på bakgrunn av hvilke påvirkninger som gir avvik fra naturtilstanden. De økologiske klassegrensene går fra svært dårlig, dårlig, moderat, god, svært god økologisk tilstand og er basert på en dose-respons kurve med indeksering av tilstandsklassene (se tabell 3.1, Veileder 02:2018). Indeksene er avhengig av vanntype som er interkalibrert mellom land som har lik vanntype (Intercalibration Official Decision, ED 2018). Disse klassegrensene er kodet med farge og målet for vannforekomstene (se Figur 1).

Alle vurderinger i denne rapporten er basert på Veileder 02:2018 Klassifisering (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2018). Vannforekomstens tilstand med hensyn til aktuell påvirkning har blitt vurdert etter fastsatte indekser og tilstanden kan lastes ned fra www.vann-nett.no. For ferskvann finnes fem kvalitetselementer – og i Vannområde Sør er det brukt begroingsalger som biologisk kvalitetselement, med klassifisering av analyseresultatene etter PIT-indeksen (Periphyton Index of Trophic status) mht. eutrofiering og AIP (Acidification Index Periphyton) mht. forsurening. AIP registreres kun dersom det observeres tre eller flere indikatortaxa. Fastsettelse av økologisk tilstand i vannforekomstene ved bruk av bunndyr, blir ASPT-indeksen benyttet (Average score per Taxon). Alle vannforekomster har et identifikasjonsnummer som starter med et tre-sifret nummer som angir vannregion; f.eks. starter alle vannforekomster i nedbørfeltet til Glomma med sifrene 002. Numre med L er innsjøer; numre med R er elver.



Figur 1. Fargekoder brukt i rapporten for økologisk/kjemisk-tilstand (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 2:2018 Klassifisering).

¹ Forskrift om rammer for vannforvaltningen

For innsjøene er det brukt planteplankton, der komponentene klorofyll a, total biomasse av planteplankton, PTI («Phytoplankton Trophic Index», som gir en tallverdi basert på planktonsamfunnets sammensetning), og den maksimale forekomsten av cyanobakterier i løpet av sesongen (Cyanomax) til klassifiseringen. Planteplankton reagerer raskt på endringer i tilførsler av næringssalter og er en god indikator for å vurdere innsjøens grad av eutrofi. For kystvann er de biologiske kvalitetselementene som planteplankton, klorofyll a, makroalger taksonomiske sammensetning og forekomst (RSLA og MSMDI), angiospermer (ålegress etc.), bunndyrfauna (Taksonomisk indeks, NQI 1, artsmangfold, ES100, Ømfintlighet, NSI og ISI, Individtetthet DI) brukt til å finne økologisk tilstand.

Prinsippet for alle artsindekser er at ulike arter er gitt indeksverdier etter toleranse, og hvor klassifiseringen gjøres på bakgrunn av gjennomsnittlig indeksverdi. Det beregnes EQR (Ecological Quality Ratio) for hvert kvalitetselement. EQR-verdien er målt verdi delt på referanse verdien. For å kunne sammenligne flere parametere, indekser og kvalitetselement brukes normaliserte EQR verdier (nEQR), som benyttes for tilstandsklassifisering (Tabell 1). EQR-verdiene normaliseres i ved hjelp av formelen som er angitt i Veileder 02:2018. For nEQR er klassegrensene alltid de samme. I denne prosessen brukes også støtteparameterne som hydromorfologiske kvalitetselementer, kjemiske og fysisk-kjemiske kvalitetselementer for å finne økologisk tilstand. Alle parameterne blir lagt sammen og «det verste styrer prinsippet» gjelder; se Veileder 02:2018 for mer utfyllende informasjon.

Tabell 1. Til tilstandsklassifisering brukes EQR (Ecological Quality Ratio) og normaliserte EQR verdier (nEQR), hvor hver tilstand klasse har egen fargekode:

Klasse	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
nEQR	> 0,80	0,80 – 0,60	0,60 – 0,40	0,40 – 0,20	< 0,20

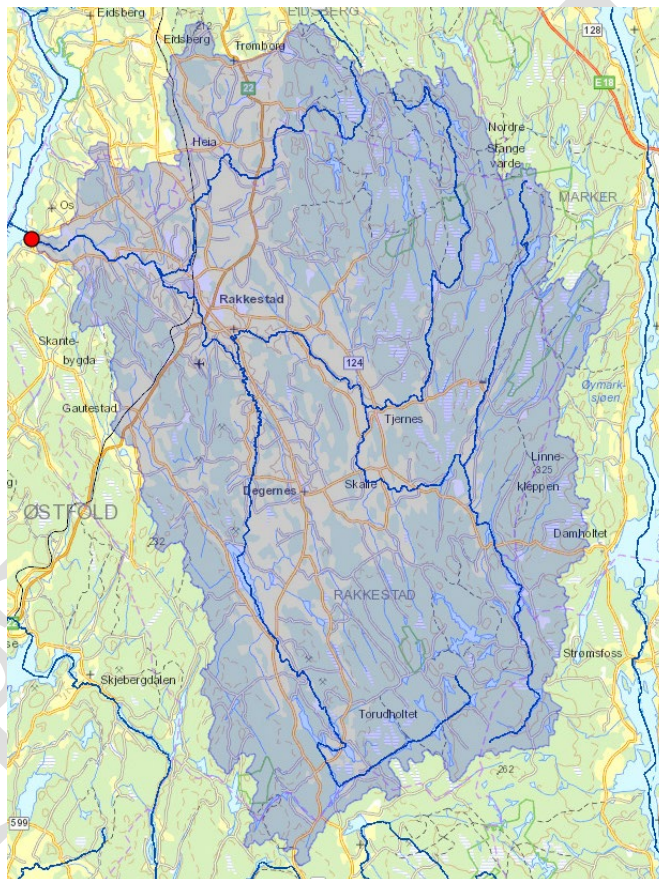


Figur 2. Det har blitt gjort en del tiltak før vannforskriften ble vedtatt, bildet viser biomanipulering av Tunevannet (002-85491 / 002-3451-L) i 2003, der store deler av karpefiskene ble fisket opp ved hjelp av trål og ringnot. Uttaket av karpefisk var i 2003-2004 30 tonn, mens i 2011 var det 16,5 tonn.

3 Områdebeskrivelse

3.1 Rakkestadelva

Rakkestadelva med tilhørende sidevassdrag har et nedbørfelt på 185 km² (Figur 3). Rakkestadelva er et rekreasjonsområde, og går fra skogområder i øst til kulturlandskap i vest. Nedbørfeltet er dominert av skog (66%) med jordbruk (26%), litt myr (3 %) og en liten andel urbane områder (1%) (Kværnø et al. 2014). Rakkestadelva har flere større sidevassdrag som Tjæra, Dørja og Skisvassdraget. De øvre delene av nedbørfeltet er skog med mye gneis og granitt som har liten bufferevne. Derfor har det blitt kalket i flere år for å motvirke sur nedbør. Nedre deler av nedbørfeltet har 46% marine leireavsetninger (Vedlegg 7.1). Denne leiren er god matjord og det drives et intensivt jordbruk med hovedsakelig korn. Elven er også drikkevannskilde for Rakkestad kommune. Perioder med intensiv nedbør har skapt problemer med råvannskvaliteten, fordi det da er et høyt partikkel- og fosforinnhold i elven.



Figur 3. Rakkestadelva. Nedbørfeltet er generert i NEVINA (NVE). Rød prikk viser utløp.

3.2 Lekumelven/Hæra

Lekumelven blir også kalt Hæra eller Eidsbergselven. Med tilhørende sidevassdrag har dette vassdraget et nedbørfelt på 235 km² og renner gjennom kommunene Eidsberg og Trøgstad. Lekumelven renner gjennom tre mindre innsjøer; Kallaksjøen, Hærsetsjøen og Skottasjøen og har to store sideelver, Dalselven og Dugla (Figur 4). Elven renner dessuten gjennom to beskyttede områder, Kallakmosen og Hæra naturreservat. Store deler av elven renner gjennom jordbrukslandskap med marine avsetninger. Lekum kraftverk med sitt fall på 27 meter er det eneste kraftverket i elveløpet. Den største påvirkningen er avrenning fra fulldyrket mark. En annen påvirkningskilde er Mysen renseanlegg som ligger nedstrøms sentrum av Mysen. De nederste delene av elven renner gjennom et ravinlandskap utsatt for erosjon og ras. De delene av nedbørfeltet som har ravinlandskap har også 78% leirdekkingsgrad (Kværnø m. fl. 2014; Vedlegg 7.1).



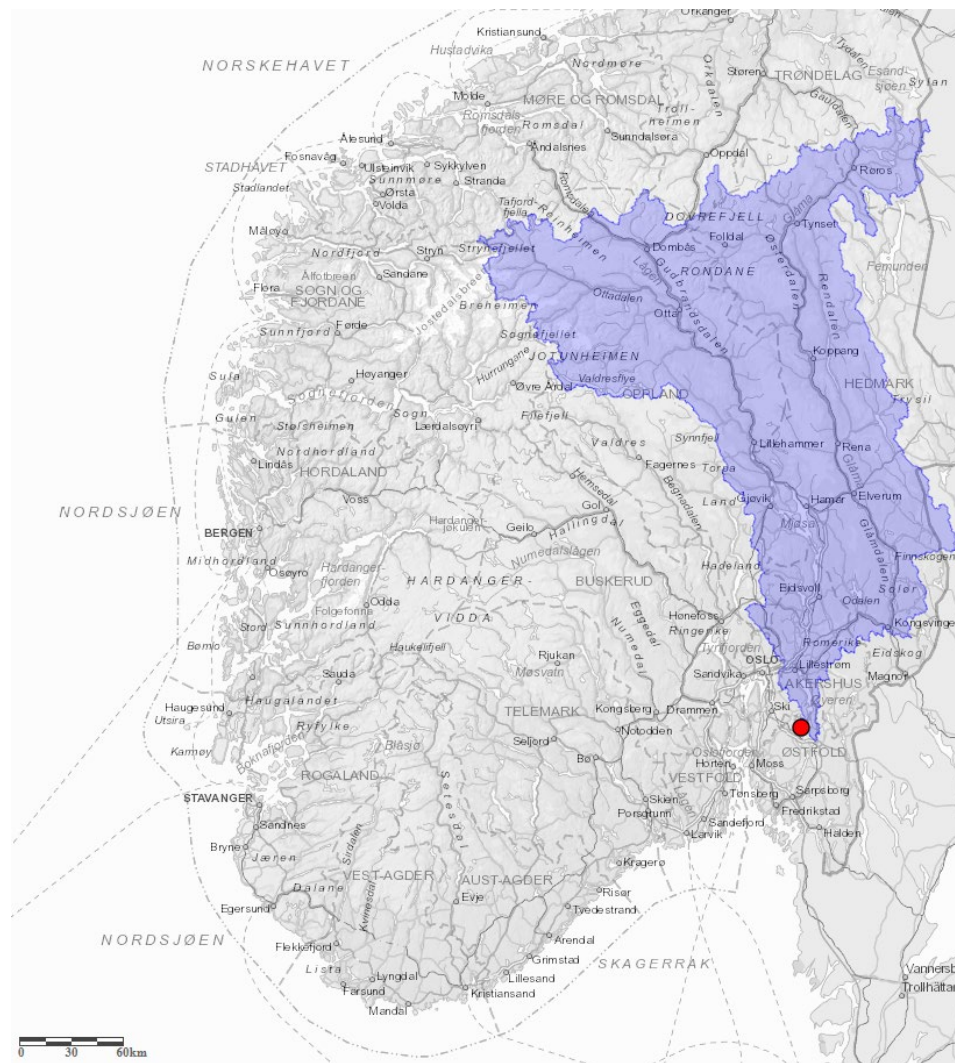
Figur 4. Lekumelven/Hæra. Nedbørfeltet er generert i NEVINA (NVE). Rød prikk viser utløp.

3.3 Solbergfoss



Figur 5. Dammen ved Solbergfoss (002-28368/ 28368).

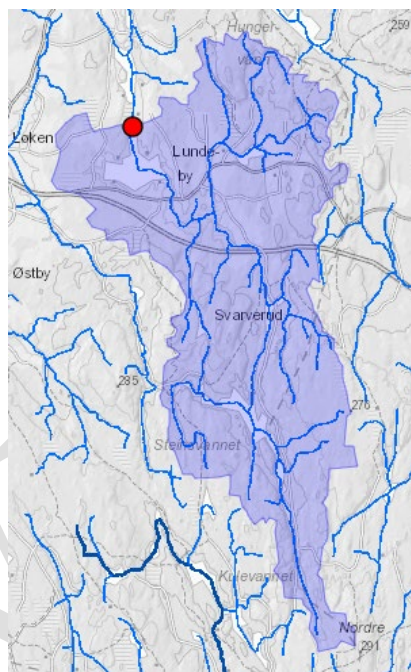
Solbergfoss ligger ved utløpet av Øyeren og er øverste lokalitet i Vannområde Glomma Sør (Figur 5). Nedbørfeltet til Solbergfoss er om lag 40 000 km² (Figur 6). Solbergfoss ligger 98 m o.h. og kraftstasjonen har vært i drift siden 1925. Gjennomsnittsvannføringen er på 700 m³ s⁻¹. Fossen har en fallhøyde på om lag 20 meter.



Figur 6. Solbergfoss (002-28368/ 28368). Nedbørfeltet er generert i NEVINA (NVE). Rød prikk viser utløp av Øyeren der Glomma entrer Vannområdet Glomma Sør for Øyeren.

3.4 Lundeby tjern

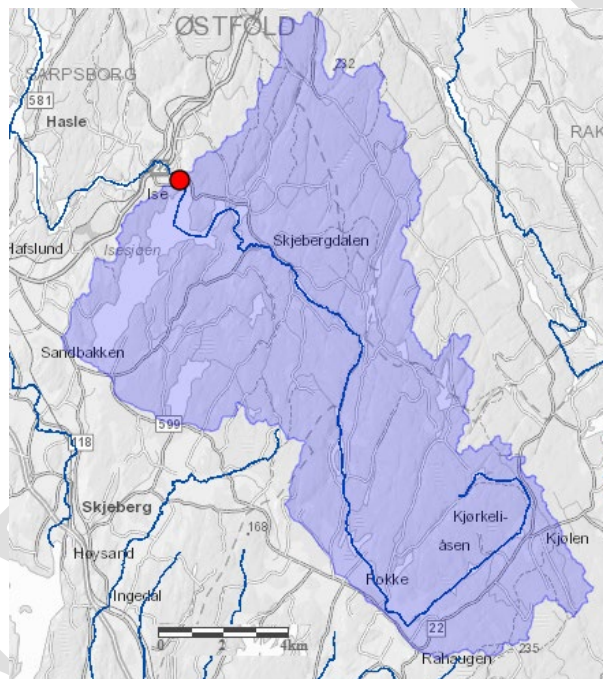
Lundeby tjern (002-38236 / 002-3360-L) ligger i Eidsberg kommune. Tjernet er kalkfattig og humøs (L106), har et areal på 0,42 km² og et middeldyp på noe under 5 meter. Innsjøen har en rekke grunne områder og har en populær badeplass. Nedbørfeltet preges av landbruk, skogsområder og noe bebyggelse. Lundebyvannet er en del av Steinborgvassdraget og mottar vann fra Steinsvannet via Nødammen, Lintotjern og Engatjern (Figur 7). En stor del av vassdraget er regulert. Innsjøen har korte perioder med termisk sjiktning og perioder med sirkulasjon hver sommer (Rohrlack og Haaland 2017). Lundebyvannets bunnsjikt er tidvis anoksisk. Ifølge siste undersøkelse fra vannområdet utført av Faun Naturforvaltning (Stabell 2019) ligger innsjøen i økologisk tilstandsklasse dårlig. Innsjøens vannkvalitet er tidvis påvirket av massiv oppblomstring av nåleflagellaten *Gonyostomum semen*, og har med det utfordringer opp mot en hensiktsmessig typifisering i Vanndirektivet (se Faktaboks).



Figur 7. Lundebyvannet (002-38236 / 002-3360-L). Nedbørfeltet er generert i NEVINA (NVE). Rød prikk viser utløp.

3.5 Isesjø

Isesjø (nord 002-31073 & sør 002-30755/002-133-L) er en relativt stor og kalkfattig, humøs (L106) innsjø i Sarpsborg kommune, med et areal på 6,5 km² og et middeldyp på 9,5 m. Innsjøen er drikkevannskilde for deler kommunen. Buelva drenerer flere mindre innsjøer i nord-øst, er største innløpsbekk og renner inn i Isesjø nordlige basseng. Strømningsmønsteret i innsjøen er med det noe spesielt da både hovedinnløp via Buelva og utløpet via Isoa er lokalisert i nordenden (Figur 8). Dette medfører stor forskjell i oppholdstid internt i ulike basseng i innsjøen, hvorav vannet i sørenden har en vesentlig lengre oppholdstid (mer enn 5 år). Sørenden av Isesjø er med det særlig sårbar for menneskelig påvirkning som kan gi en akselerert eutrofiering via antropogen forurensning. Ifølge siste undersøkelse fra vannområdet utført av Faun naturforvaltning (Stabell 2019), ligger innsjøen i økologisk tilstandsklasse moderat. Som for Lundebyvannet har derimot Isesjø utfordringer med tidvis kraftige oppblomstringer av nåleflagellaten *G. semen*, noe som gjør bruk av Vanndirektivets typifisering og klassifisering utfordrende (se faktaboks).



Figur 8. Isesjø (nord 002-31073 & sør 002-30755 / 002-133-L). Nedbørfeltet er generert i NEVINA (NVE). Rød prikk viser utløp.

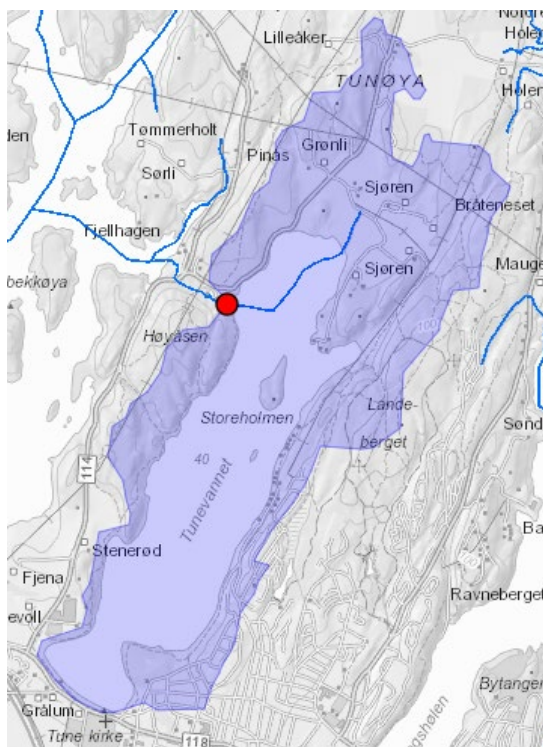


Figur 9. Tunevannet (002-85491 / 002-3451-L) er et yndet bade- og rekreasjonssted. Med lett tilgang, tilrettelagt tursti og badeplass brukes vannet mye. Canadagåsa som er avbildet er en svartelistet art. (Foto Ruben Alexander Petersen).

3.6 Tunevannet

Tunevannet (002-85491 / 002-3451-L) ligger nær Sarpsborg sentrum (Figur 9). Innsjøen er moderat kalkrik, klar (L107) og har et areal på 2,4 km² og et middeldyp på 5,4 meter. Nedbørfeltet er lite i forhold til vannareal og -volum, noe som gjør at innsjøens vannmasser får en forholdsvis lang oppholdstid. I snitt tar det mer enn 6 år mellom hver gang vannvolumet skiftes ut. Dette gjør innsjøen sårbar for forurensning. Både hovedinnløp (via Skjørenbekken) og utløpet (via Stenbekken) ligger i nord (Figur 10). I sørøst i nedbørfeltet er det en del bebyggelse, badestrand og parkområde. Riksveg 118 går nær nedbørfeltgrensen i sørdelen av innsjøen. I nord er det anlagt skytebane. Tunevannet har en stor bestand av karpefisk, og da særlig mort. Sarpsborg kommune har hatt stort fokus på Tunevannet over flere år. Sarpsborg kommune har laget et eget handlingsprogram for Tunevannet (2017-2021) som bygger på en rekke studier på hvordan å bedre vannkvaliteten i Tunevannet. Biomanipuleringsforsøk har tidligere vært foretatt, som utfisking av karpefisk og utsetting av den fiskespisende abborfisker gjøres (Figur 2). Tunevann har de siste tiårene hatt årlige algeoppblomstringer om sommeren som foringer badevannskvaliteten. Dette skyldes høye konsentrasjoner av næringsstoffer i innsjøen. Slike algeoppblomstringer har vært registrert siden begynnelsen av 1990-tallet, og en sedimentkjerne tatt i innsjøen i 2016 viste en kraftig økning av algebiomasse fra 1980 tallet og frem til år 2000. Forfatterene av rapporten relaterte dette til aktiviteter i nedbørfeltet i det tidsrommet som har bidratt til økt tilførsel av fosfor (Bechmann et al. 2016). Eutrofieringen er som for alle andre innsjøer til dels helt naturlig, men menneskelig påvirkning akselererer denne prosessen. For å få en bedre badevannskvalitet er det

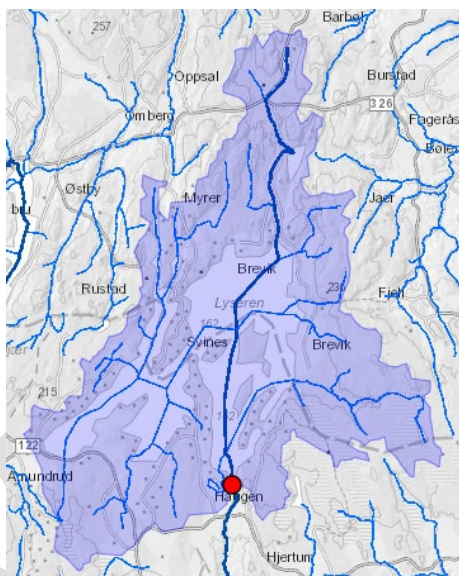
er gjennomført flere tiltak i jordbruket som hydrotekniske tiltak, jordarbeiding og redusert gjødsling. I tillegg er pumpestasjon for kommunalt avløp utbedret og det er ryddet opp i spredt avløp.



Figur 10. Tunevannet (002-85491 / 002-3451-L). Nedbørfeltet er generert i NEVINA (NVE). Rød prikk viser utløp.

3.7 Lyseren

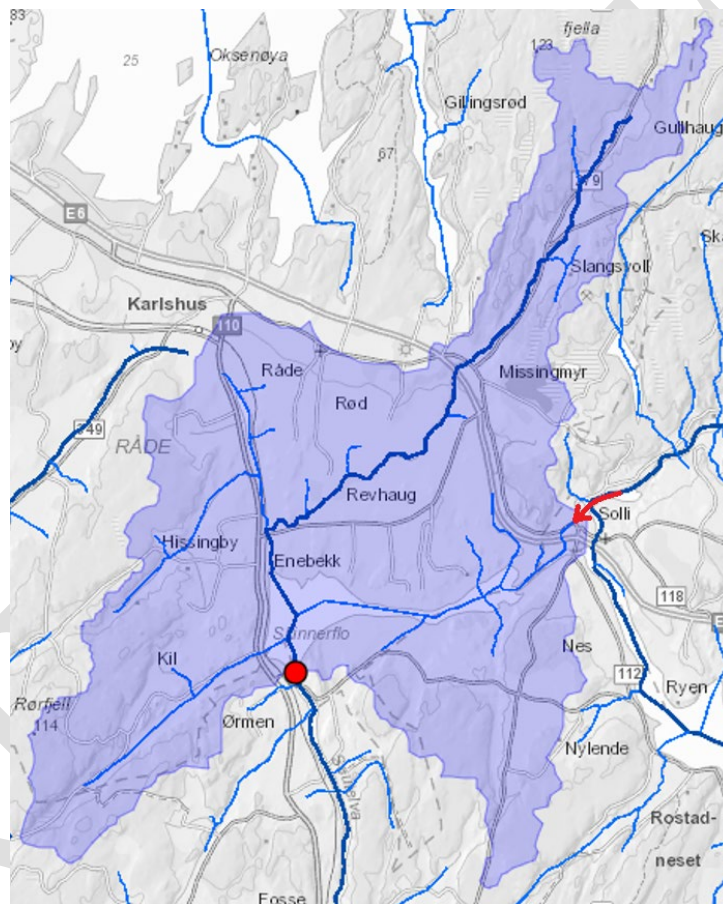
Lyseren (002-30704 / 002-137-L) ligger i Enebakk og Spydeberg kommune (Figur 11). Innsjøen er en moderat kalkrik, humøs innsjø (L08), og har et areal på 8,2 km² og et middeldyp på 8,5 meter. Berggrunn består av næringsfattig gneis. Lyseren ligger under marin grense i et skogsområde langt nord i vannområdet og er drikkevannskilde for Spydeberg og Hobøl kommune. Ni bekker renner inn i innsjøen. Skog og myr utgjør i størrelsesorden 65 % av nedbørfeltet, mens 10 % er dyrket mark. Det ligger om lag 100 boliger og 1000 hytter i nedbørfeltet og innsjøen er et viktig bade- og rekreasjonsområde. Lyseren blir hovedsakelig påvirket av næringssalter som kan føre til eutrofiering. Ifølge siste undersøkelse fra vannområdet utført av Faun naturforvaltning (Stabell 2019), ligger innsjøen i økologisk tilstandsklasse god. Innsjøen har ifølge samme rapport et godt sammensatt algesamfunn, men med betydelig innslag av cyanobakterier på sensommeren. Da det knytter seg store brukerinteresser til Lyseren, er miljømålet satt til Svært God for denne vannforekomsten (Solbrække og Bislingen, 2016).



Figur 11. Lyseren (002-30704 / 002-137-L). Nedbørfeltet er generert i NEVINA (NVE). Rød prikk viser utløp.

3.8 Skinnerflo

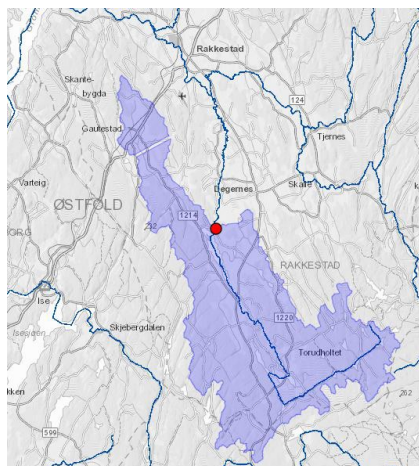
Skinnerflo (002-30680 / 002-115-L) er sterkt preget av Glommas vestre løp fra Vestvannet via innløp fra Aagardselven i nord-øst (se rød pil i Figur 12). Innsjøen har utløp via Seutelven i sør. Innsjøen er moderat kalkrik og humøs (LN8). Innsjøarealet er på 1,5 km² og middeldypet er 3 meter. Det lokale nedbørfeltet preges av jordbruksområder og spredt bebyggelse. Innsjøen og tilgrensende våtmark anses viktig for våtmarksfugl og er vernet for å bevare et viktig våtmarksområde med vegetasjon, fugleliv og annet dyreliv. Tilførslene fra nedbørfeltene til Skinnerflo er i hovedsak næringsalter som fører til økt eutrofiering. Innsjøens vannkvalitet preges også av at den under noen tilfeller er tidevannspåvirket. Ifølge siste undersøkelse fra vannområdet utført av Faun Naturforvaltning (Stabell 2019), er Skinnerflo klassifisert som dårlig økologisktilstand etter å ha ligget i moderat i perioden 2011-2015. Dette skyldes oppblomstring av Cyanobakterien *Dolichospermum macrosporum* og nåleflaggelaten *G. semen* som forekommer i Skinnerflo i lavere konsentrasjoner.



Figur 12. Skinnerflo (002-30680 / 002-115-L). Nedbørfeltet er generert i NEVINA (NVE) og tar ikke med det store nedbørfeltet til Glomma oppstrøms (se Figur 6). Delfeltet antyder hvor lokale forurensningskilder kan entre innsjøen. Rød pil viser hovedinnløpet fra Glommas søndre løp. Rød prikk viser utløp.

3.9 Ertevannet

Ertevannet (002-134-L) drenerer til Skiselven og ligger under marin leire (102 moh) omgitt av landbruksområder sør for Degernes i Rakkestad kommune. Vanntypen er moderat kalkrik, humøs (L108). Vannet er yndet friluftsområdet og blir mye brukt til sportsfiske. I Skielva ligger Gjøby mølle som regulerer hvor mye vann som skal tappes fra Ertevannet. Innsjøen er 3,6 km lang, omgitt av en spredt gårds- og hyttebebyggelse med et tilhørende et viktig beite- og viltområde. Nedbørfeltet er på om lag 97 km² og innsjøarealet er på om lag 1130 daa (Figur 13). Nedbørfeltet består av 71% skog, 21% dyrket mark 4% innsjøareal og 2% myr. Likevel mener man at hovedkildene til næringsstofftilførselen er landbruk og spredt avløp (Simonsen 2017).



Figur 13. Ertevann (002-134-L) med nedbørfeltet som er generert i NEVINA (NVE). Rød prikk viser utløp.

3.10 Glomma nedstrøms Sarpsfoss

Glomma nedstrøms Sarpsfoss er den strekingen av Glomma med mest industri (Figur 14). Viktige kilder til forurensing av vannforekomsten er Borregaard AS, Unger Fabrikker AS, Nordic Paper AS, Kronos Titan AS, Fredrikstad Renovasjonsforetak og Alvim renseanlegg ved Sarpsborg. Strekingen begynner med Europas største foss med hensyn til vannføring, med en normal vannføring på $577 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, og en maks vannføring på $3600 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Fossen har et fall på 23 m. Det er tre kraftstasjoner ved denne fossen, med et etterfølgende strykparti som er et oppvekstområde for anadrom laksefisk. Sarpsfoss har vært brukt til industriell virksomhet i flere hundre år. Langs strekingen er det en rekke bedrifter som har brukt og bruker vann fra Glomma som prosessvann. De bedriftene som har direkte utslipp har utslippstillatelse fra Miljødirektorat, som har pålagt bedriftene å overvåke nedstrøms utslippspunktene.

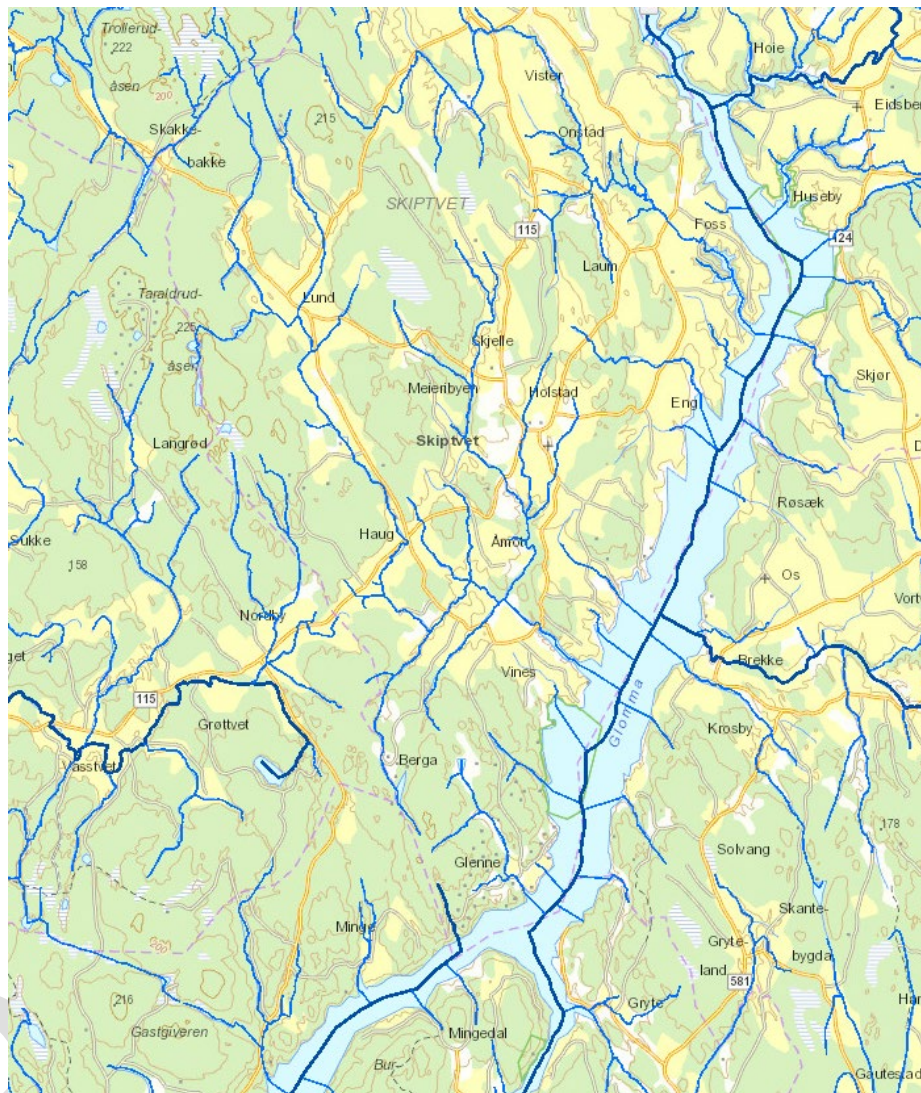
Vannforekomsten Glomma fra Sarpsfoss til samløp Visterflo ved Greåker (002-35-49-R) er den øvre delen. Fra Greåker og ned mot kysten ligger det flere bedrifter i (002-3551-R). Den nederste vannforekomsten er brakkvannspåvirket. Helt nederst ved Øra er det også et stort havneområde. Sidenedbørfeltene til denne strekingen er sterk påvirket av urban utvikling og avrenning fra tette flater. Enkelte av disse nedbørfeltene har mye fulldyrket mark på marine avsetninger.



Figur 14. Glomma nedstrøms Sarpsfoss, hovedløp øverst til høyre, et område med mye industriutslipp.

3.11 Glommasjøen

Glommasjøen eller Øvre deler av Glomma i Østfold (002-3362-R) er en betegnelse på den mer stilleflytende strekningen mellom Grønsund i nord og der Glomma deler seg til Minge vannet og østløpet mot Sarpsfossen i sør (Figur 15). På denne strekningen er det flere sidevassdrag som kommer inn, som Lekumelven, Rakkestadelva, Haugsbekken og Dalsbekken.



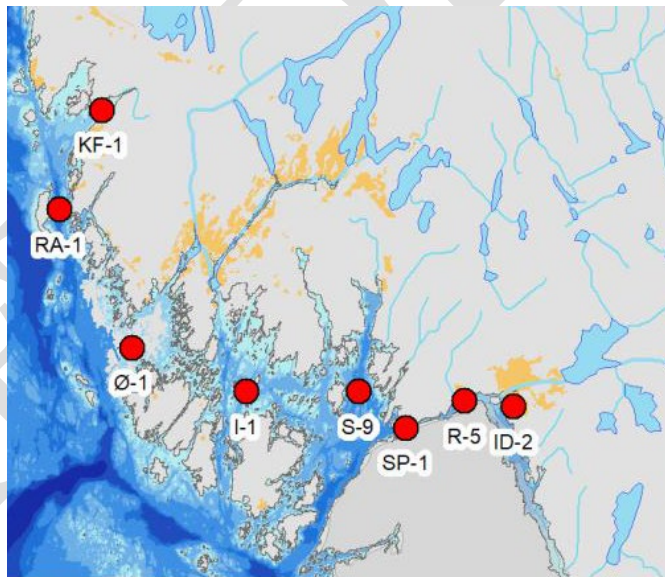
Figur 15. Glommasjøen med alle tilløpselvene flere av disse er beskrevet separat i denne rapporten.



Figur 16. Stuten fyr ligger i nordenden av Sømsterøyene, som er de siste øyene ut mot Skagerrak i Hvaler Nasjonalpark. (Foto Ruben Alexander Pettersen).

3.12 Kystlokaliteter

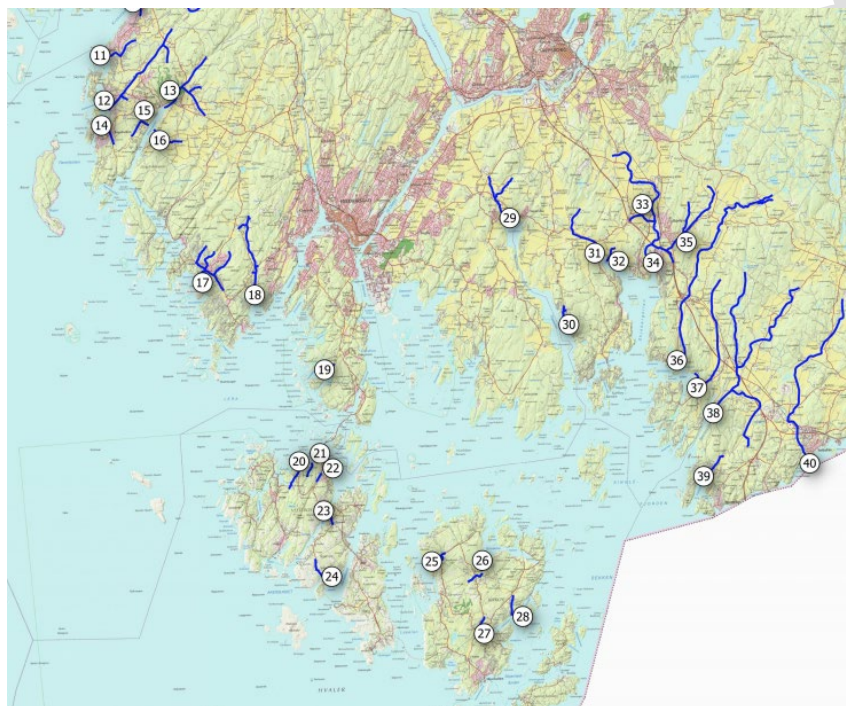
Vannforekomstene langs kysten styres av prosesser ute i Skagerrak og i Nordsjøen som i stor grad bestemmer de fysiske og kjemiske forholdene i Oslofjorden (Figur 16 og 17). Sammen med de mange elvene som renner ut i fjorden, mottar disse vannforekomstene mye forurensing fra antropogen aktivitet som industri, jordbruk, avløpsvann, mm. Landbruk er den største kilden til næringssalter i Oslofjorden, der Glomma er den desidert største bidragsyteren. Glomma har totalt et nedbørfelt på 41 918 km², en middelvannføring på 57 904 000 m³ d⁻¹ og en beregnet tilførsel på 400 tonn fosfor og 12460 tonn nitrogen pr år. Fagrådet for Ytre Oslofjord har 8 stasjoner i vannområdet Glomma sør for Øyeren i overvåkingsprogrammet, der det blir samlet inn informasjon om miljøtilstand (Figur 17) og tilførsler med fokus på næringssalter (Naustvoll et al. 2018). Det pågår flere undersøkelser i forbindelse med utslippstillatelser for industrien i Glomma, blant annet er blæretang og blåskjell overvåket for tungmetaller siden 2008 (Berge and Berge 2016). Undersøkelser av økologisk tilstand i fire kystvannforekomster er også foretatt av NIVA ved to anledninger 2016 og 2017 på oppdrag fra Vannområdet (Brkljacic et al. 2017; Gitmark et al. 2018). Hunnebotn og Vauerkilen ble undersøkt for ålegras og bløtbunnsfauna i 2016 (Brkljacic m. fl. 2017). Sandholmene og Grimsøykilen ble undersøkt for bløtbunnsfauna, makroalger, klorofyll, EUs prioriterte stoffer og kjemiske støtteparametere (Gitmark et al. 2018). Vannforekomsten Sandholmene ligger i Hvaler kommune og Vannforekomst Grimsøykilen ligger i Sarpsborg kommune. Vauerkilen er en lang, smal bukt på Vesterøy i Hvaler kommune. Alle tre er karakterisert som en beskyttet kystforekomst. Hunnebotn er en innelukket poll, med en terskel på 2 meter, og tilhører Fredrikstad kommune. Hunnebotn har vanntypen *sterk ferskvannspåvirket fjord*. Kystvannforekomsten Østerelven ligger i munningen av hovedløpet til Glomma, og er et brakvannsområde som også er av vanntypen *sterkt ferskvannspåvirket fjord*.



Figur 17. Stasjoner fra overvåkingsprogrammet til Fagrådet for ytre Oslofjord (hentet fra Naustvoll m. fl. 2018). Kodene på kartet er: Krokstadfjorden (KF-1), Rauerfjorden (RA-1), Leira (Ø-1), Ramsø (I-1), Haslau (S-9), Sponvika (SP-1), Ringdalsfjorden (RA-5) og Iddefjorden (ID-2).

3.13 Kystbekker

Kystbekkene har ofte ikke årssikker vannføring fordi nedbørfeltet ofte ikke er stort nok og/eller fordi jordsmonnet kan være meget skrint. De bekkene som derimot har årssikker vannføring, har også gjerne en bestand av sjøørret. Kartlegging og restaurering av sjøørretbekker i Østfold har foregått over flere tiår (Karlsen 2015). I vannområdet er det registrert 30 sjøørretbekker (Figur 18). De fleste av disse er fordelt på ni vannforekomster: Svelvikbekken, Fjell/Dale bekken, Kystbekker Onsøy, Påvirkede småvassdrag til Singlefjorden, Hjelmungbekke, Skjebergbekken, Guslumbekken, Åkentobekken/Bjønningbekken og Kallerødbekken.



Figur 18. En oversikt over sjøørretbekker i vannområdet, hentet fra kartet til Fagrådet for laks og sjøørret på Østlandet. Det er 30 bekker som er registrert med Sjøørret i Vannområdet (Karlsen 2015).

Bekkene langs kysten har ofte måttet vike for økt utbygging av infrastruktur og bebyggelse. Så mye som 1500 km av kystbekkene i Østfold har blitt lagt i rør siden 1960 tallet (Karlsen 2015). De seinere årene har det blitt ulovlig å lukke nye strekninger. En rekke tiltak er også blitt gjennomført og forholdene i bekkene har endret seg til det bedre flere steder (Karlsen 2015). Tiltak som har blitt utført er oppgradering av avløpsnett i kommunene, endret jordarbeiding og restaurering av habitater for sjøørret. De siste årene har interessen økt hos frivillige organisasjoner, grunneiere og kommuner for å sette i gang tiltak som kan bedre gyte- og oppvekstforholdene for sjøørret i bekkene (Karlsen 2015). I flere av bekkene har det blitt bygget terskler og lagt ut gytegrus.

4 Resultater

Ved utvalgte lokaliteter der det er tilstrekkelig med data for å kjøre meningsfulle trendanalyser har dette blitt gjort. Ved en del lokaliteter, særlig for rennende vann, er det derimot for få data til at dette kan bli gjort, og her har vi istedenfor oppsummert tilstanden i tekst, eventuelt supplert med enkle regresjonsanalyser.

4.1 Klima

Gjennomsnittstemperaturen i Østfold har økt jevnt de siste tretti årene og det har vært en særlig markant temperaturøkning i vårmånedene sammenliknet med resten av året (Vedlegg 7.2, Figur 90). Derimot har våren kommet tidligere de siste 30 årene og temperaturøkningen i vårmånedene er litt høyere enn resten av året (Figur 91). Vi har også undersøkt om det har blitt mer styrtregn i Østfold (altså økt forekomst av mye nedbør på kort tid) ved å bruke måledata fra meteorologisk stasjon i Sarpsborg (SN3190). På denne måleserien ble det kjørt en tidsserieanalyse av timesmålinger av nedbør fra Sarpsborg. Resultatet viste at det ikke var noen forskjell i intensiv nedbør fra 1980 frem til i dag, altså ingen økt forekomst av styrtregn (Seasonal ARIMA time, Winter Method, $p < 0,001$). Nedbørmengden over samme periode viser at det er økning i mengde i forhold til normalen (1961 til 1990). I tillegg viser klimatrender at lufttemperaturen øker og våren kommer tidligere nå enn for noen tiår siden. Det er også en tendens til økt nedbørmengde om våren i vannområdet. Store deler av nedbørfeltet er dekket med marine avsetninger med naturlig høyt innhold av fosfor (mineralsk apatitt). En eventuell økt erosjon i nedbørfelt og bekkeløp vil medføre økt konsentrasjon av fosforrikt suspendert tørrstoff. Forandringer i de klimatiske forholdene påvirker vannforekomstenes lys- og temperaturforhold, og vil igjen kunne påvirke biologiske interaksjoner i vannforekomstene, og derfor biologisk status. Mindre isdekke om vinteren vil kunne føre til en tidligere start på algeoppblomstringen. Dette har betydning for sidevassdragene i vannområdet, mens vannføringen i Glomma er bestemt av temperatur- og nedbørforhold i hele Glommas nedbørfelt.

4.2 Rakkestadelva

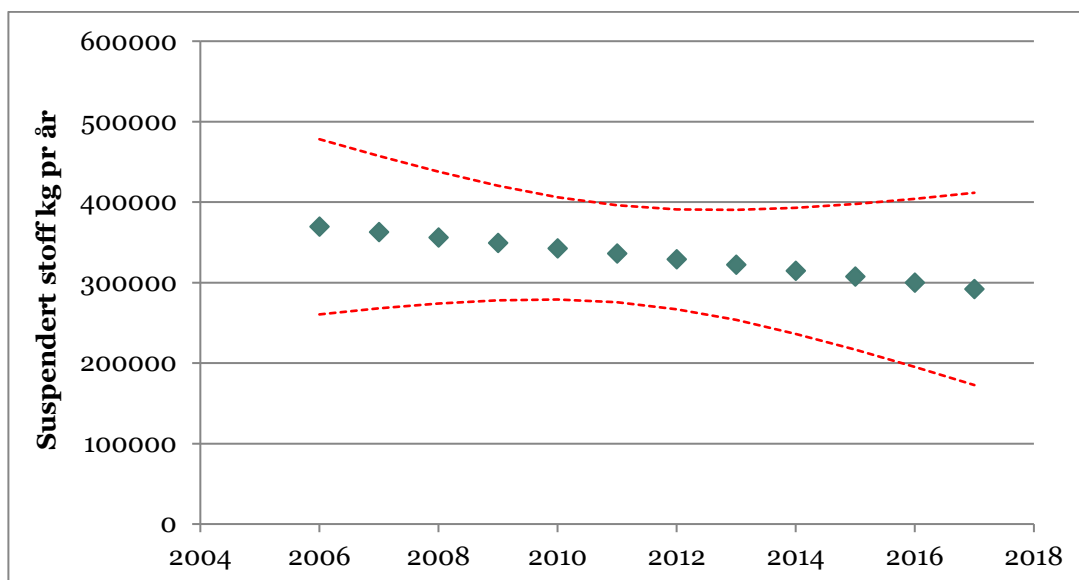
De skogkledde Degernesfjella ligger i de øvre delene av nedbørfeltet i Rakkestadelva. Her er det utfordringer med ettervirkninger av sur nedbør (Roseth og Johansen 2018). Ved en del lokaliteter har man sluttet med kalking, men flere av de biologiske undersøkelsene viser at det er behov for å kalke fremdeles. I nedre deler av nedbørfeltet til Rakkestadelva er det store tilførsler av næringsstoffer, partikler og uønskede bakterier. Dette antas i hovedsak å komme fra landbruksvirksomhet og dårlig avløps-håndtering. Partikler og næringsstoffer kommer også fra erosjon av bekkeløp og raviner som har lite vegetasjon. Fosforkonsentrasjoner i utløpet av Rakkestadelva har vært overvåket hver 14. dag av Fylkesmannen i Viken og Oslo, siden 1996.

Tabell 2. Tilstand for utvalgte vannforekomster i Vannområdet Glomma Sør for Øyeren. Tilstand for tidsrommet 2011-2013 og 2017-2018 er vist.

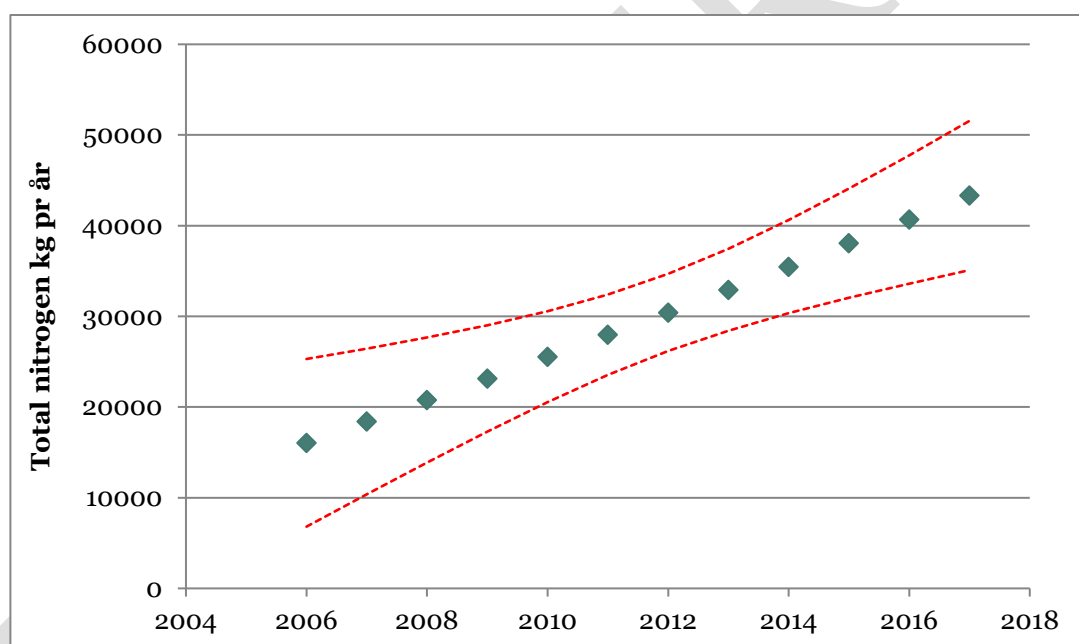
Stasjoner i nedbørfeltet	Tilstand 2011-2013	Tilstand 2017-2018
Levernesbekken	Grønn	Oransje
Tjæra m. fl.	Grønn	Rød
Øverbybekken	Gul	Gul
Bekkefelt Skjeklesjøen	Gul	Rød
Dørja	Gul	Gul
Nakkimbekken	Gul	Gul
Nedre Rakkestadelva	Gul	Oransje
Øvre Rakkestadelva	Oransje	Gul
Skisvassdraget	Gul	Gul
Bekkefelt Ertevannet	Hvit	Gul
Ertevannet	Gul	Oransje
Skjeklesjøen	Oransje	Gul



Figur 19. Multitrendanalyse av tidsserie fra 2006 til 2017 for totalfosfor i Rakkestadelva ved Brekke (002-30751). Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen.



Figur 20. Multitrendanalyse av tidsserie fra 2006 til 2017 for suspendert tørrstoff i Rakkestadelva ved Brekke (002-30751). Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen.



Figur 21. Multitrendanalyse av tidsserie fra 2006 til 2017 for totalnitrogen i Rakkestadelva ved Brekke (002-30751). Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen.

En multitrend-analyse fra 2006 til 2017 av tidsserier for totalfosfor-konsentrasjonen i Rakkestadelva ved Brekke (002-30751, Figur 19) viste at konsentrasjonen har gått ned de siste 11 årene. Rakkestadelva er definert som et leirvassdrag og har en naturlig konsentrasjon av total fosfor på $39 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (se Veileder 2:2018 Klassifisering) Miljømålet for total fosfor i denne vann typen er på $80 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, mens gjennomsnittet (uavhengig av vannføring) i perioden 1996 til 2017 er på $92 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Trendanalysen av konsentrasjoner viser at det er en nedgang på ca. $20 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ siden 1996. Konsentrasjonen av suspendert tørrstoff (basert på årlige gjennomsnitt) har også en nedadgående trend (Figur 20). Derimot viser den samme analysen for konsentrasjonen av totalnitrogen en stigende trend (Figur 21).

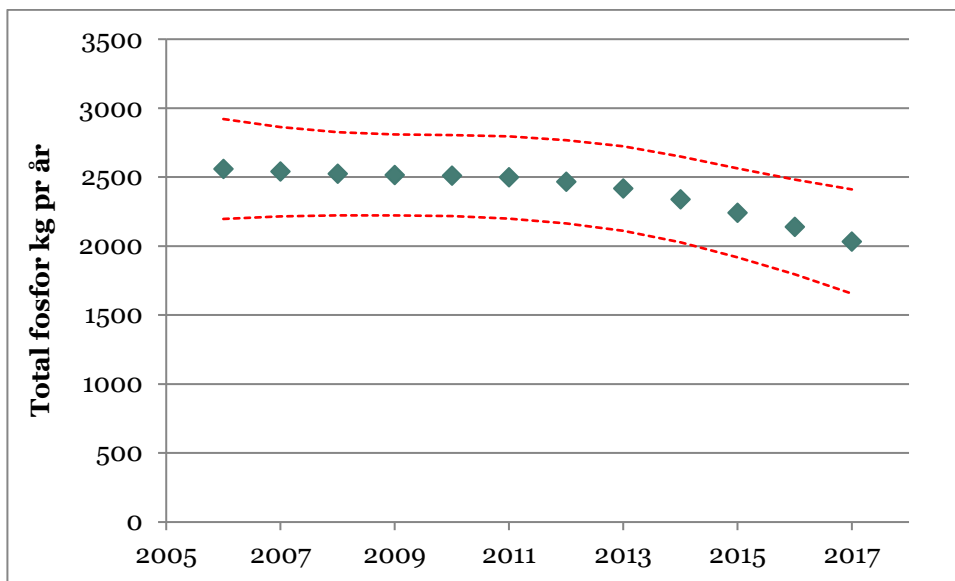
Dagens økologiske tilstand er dårlig; dette er basert på en samlet vurdering av biologiske kvalitetselementer som begroingsalger og bunndyr fra fire stasjoner (Tabell 2). Det er også mye næringsstoffer som fosfor og nitrogen ved flere stasjoner.

4.3 Lekumelven

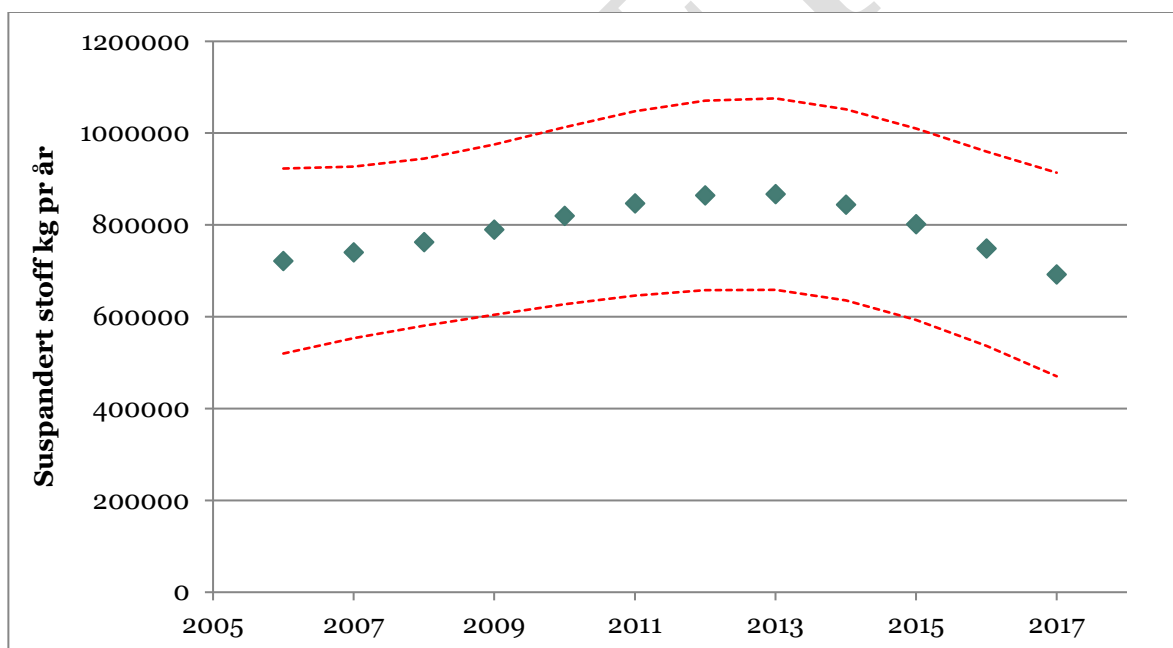
Lekumelven/Hæra får gradvis dårligere tilstand jo lenger ned i vassdraget en kommer når det gjelder fosfor og nitrogen. Dette gjenspeiles også i den økologiske tilstanden (Tabell 3). Visterbekken var i 2011 i god økologisk tilstand for både bunndyr og begroingsalger, mens i 2017 var den økologiske tilstanden dårlig for begroingsalger og moderat for bunndyr. Årsaken til dette er ukjent og ikke undersøkt av NIBIO. Mulige nyere påvirkninger kan være utbygging av E18, og det er også gjort store utvidelser på Nortura Hærland. Elven er ved Rustadfossen og ved Lekum i moderat økologisk tilstand, men er i svært dårlig tilstand ved Åsengen bru. Bergbekken har fått en bedre økologisk tilstand for bunndyr og begroingsalger siden den første målingen i 2011. Trenden for konsentrasjon av total fosfor pr år går også ned i Lekumelven (Figur 22). Trendkurven til fosfor følger ikke trendkurven til suspendert stoff (Figur 23). Nitrogen ser ut til å være på vei opp i Lekumelven slik som i Rakkestadelva (Figur 24).

Tabell 3. Tilstand for utvalgte stasjoner i Lekumelven. Tilstand mhp begroingsalgeindeksen PIT- og bunndyrindeksen ASPT for 2011 og 2016-2018 er vist (fargekodene er vist i Figur 1, og er de som benyttes i vannforskriftsarbeidet).

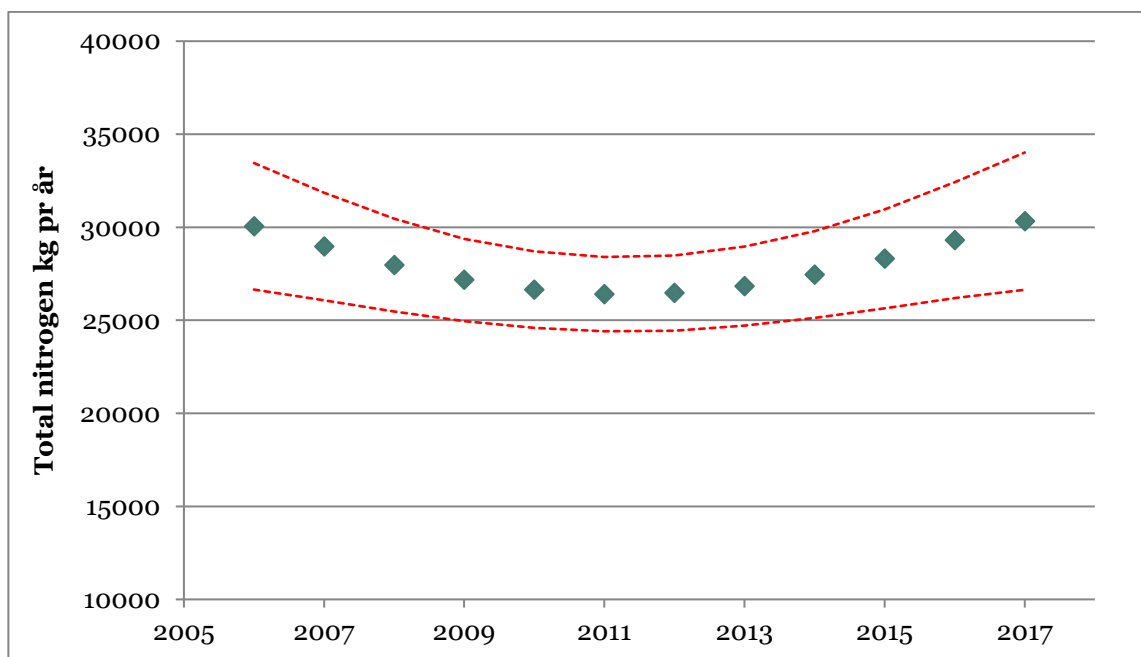
Stasjoner i Lekumelven/Hæra	Nummer	PIT 2011	PIT 2017- 2018	ASPT 2011	ASPT 2016- 2018	Samlet tilstand 2018
Bergbekken	002-3484-R	Orange	Yellow	Yellow	Green	Yellow
Dugla/Visterbekken	002-31104	Green	Orange	Green	Yellow	Orange
Hæra ved Sentvet	002-51531	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow
Hæra ved Åsengen bru	002-51471	Yellow	Red	Green	Red	Red
Rustadfoss	002-51470	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Lekumelven ved Narvestad	002-83328	White	Yellow	White	Yellow	Yellow
Fusbekken/Moenbekken	002-51497	White	Orange	White	Orange	Orange
Bølju, Holmbekken, Bølibekken, Bergbekken	002-51765	White	Yellow	White	Yellow	Yellow
Moenbekken	002-82172	White	Orange	White	Orange	Orange



Figur 22. Multitrendanalyse av tidsserie fra 2006 til 2017 for totalfosfor ved Lekumfoss (002-30714) i Hera. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen.



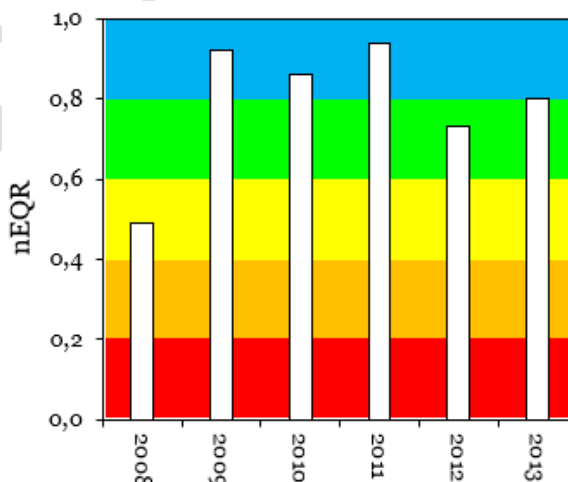
Figur 23. Multitrend analyse av tidsserie fra 2006 til 2017 for suspendert tørrstoff ved Lekumfoss (002-30714) i Hera. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen.



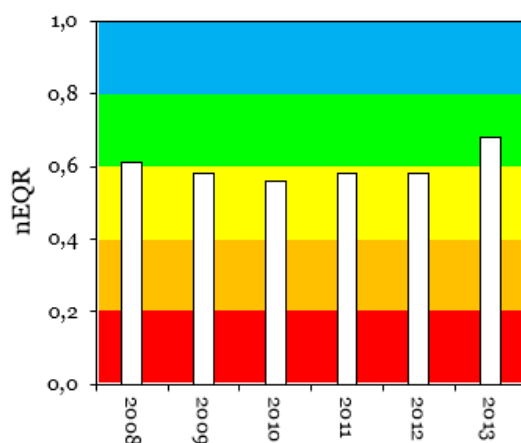
Figur 24. Multitrend analyse av tidsserie fra 2006 til 2017 for totalnitrogen ved Lekumfoss (002-30714) i Hera. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen.

4.4 Solbergfoss

Solbergfoss ligger ved utløpet av Øyeren og vannkvaliteten er derfor sterkt påvirket av forholdene i innsjøen. De siste 10 årene har klorofyllkonsentrasjonen i Øyeren gått ned og planteplanktonsamfunnet har siden 1988 vært i svært god økologisk tilstand (Bækken et al. 2014). Begroingsalger som er tatt ved Solbergfoss har fra 2009 til 2014 vært i svært god til god økologisk tilstand (Figur 25) (Bækken et al. 2014). Derimot har bunndyrsamfunnet vært i moderat økologisk tilstand fra 2008 til 2012, mens de i 2013 og 2015 var i god økologisk tilstand (Figur 26). Fosforkonsentrasjonen ligger i god til svært god tilstand, mens nitrogenkonsentrasjonene er noe dårligere og ligger på grensen til moderat.



Figur 25. Figuren viser den økologiske tilstand basert på begroingsalger (nEQR) fra stasjonen rett ovenfor Solbergfoss. Fargekoder og klassifisering, se Figur 1.



Figur 26. Figuren viser den økologiske tilstand basert på Bunndyr (nEQR) fra stasjonen rett ovenfor Solbergfoss. Fargekoder og klassifisering, se Figur 1.

4.5 Lundebyvannet

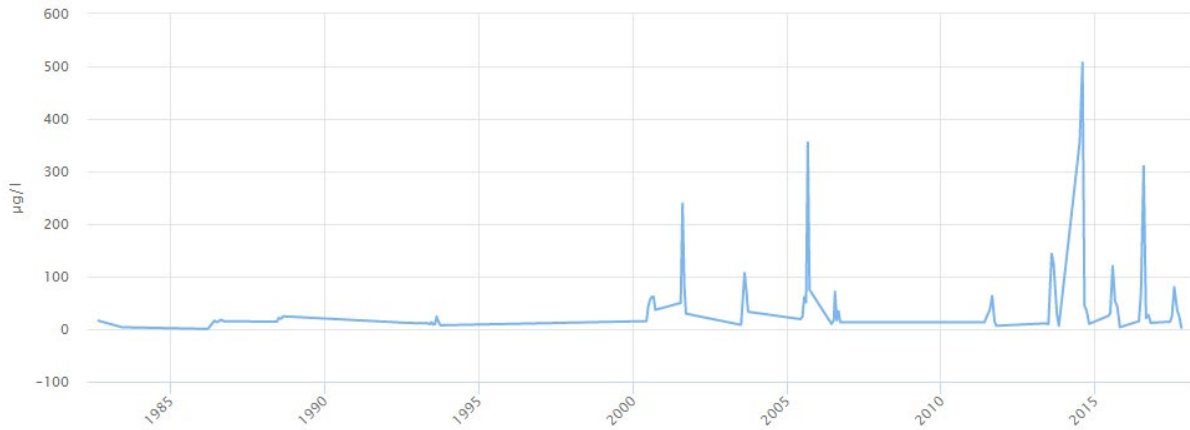
For Lundebyvannet har data fra prøvepunktet LUN1 blitt hentet ut fra Vann-miljø. Plott av rådata og trendanalyser er vist i Figur 27 – 35. Data for trendanalyser er vist i Tabell 3. Selv om data eksisterer fra flere dyp, har kun integrerte prøver fra toppsjiktet blitt benyttet (0 – 4 meter). Det er fordi det kun er her det eksisterer tilstrekkelig med data for å kjøre trendanalyser.

Av biologiske kvalitetselementer viser klorofyll a en signifikant økende trend (Tabell 4; Figur 28). For fysiske/optiske parametere er det i datasettet en signifikant økning i fargetall siden tidlig på 1980-tallet og frem til i dag (Tabell 4; Figur 30).

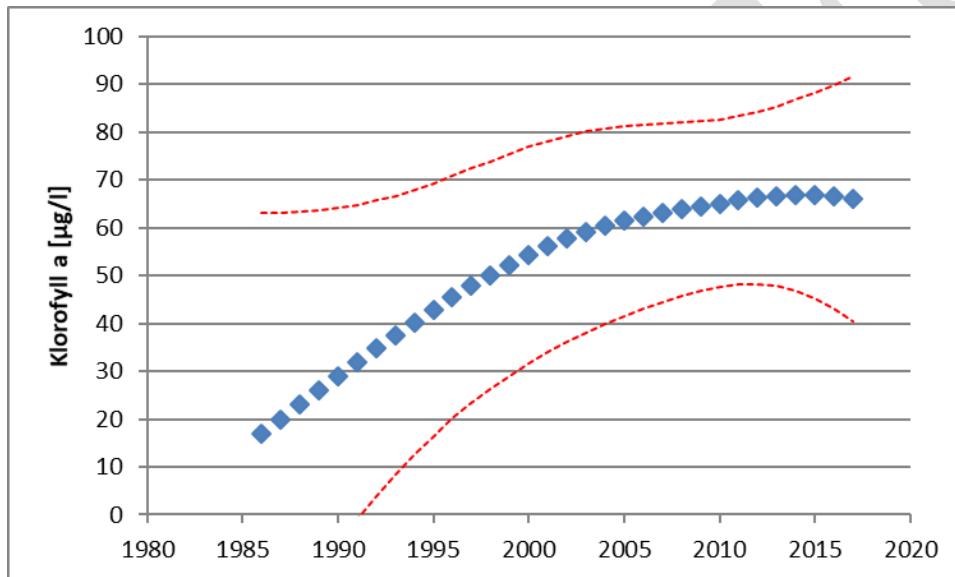
Stor årlig variasjon og tidvis høye konsentrasjoner av klorofyll a kan blant annet tilskrives forekomst av *G. semen* (Faktaboks 1). Tilstedeværelsen av *G. semen* gjør det vanskelig å vurdere økologisk status (se for eksempel Rohrlack og Haaland 2017; Schartau m. fl. 2012). Økt fargetall kan tilskrives mindre sur nedbør over Sør-Norge (Haaland m. fl. 2010). Med økt fargetall viser også siktedypet en tendens til reduksjon. Det er som nevnt heller ikke enkelt å benytte siktedyp til vurdering av økologisk tilstand av humøse innsjøer, da dagens grenser i Vanndirektivet trolig er for strenge. Dette gjelder særlig mht lysbegrensning opp mot naturlig høye konsentrasjoner av alloktont produsert naturlig organisk materiale (NOM).

Tabell 4. Mann-Kendall trender for årsgjennomsnitt (symbol til venstre for /) og årsmedianverdi for Lundebyvannet (LUN1). Symbolene ** og * indikerer signifikansnivå på trend, henholdsvis $p < 0.01$ og $p < 0.05$. Rødt og blått symbol indikerer henholdsvis synkende og stigende trend. Symbolet - indikerer ingen signifikant trend. Rådata er integrerte vannprøver fra toppsjiktet i innsjøene (0 – 4 meter).

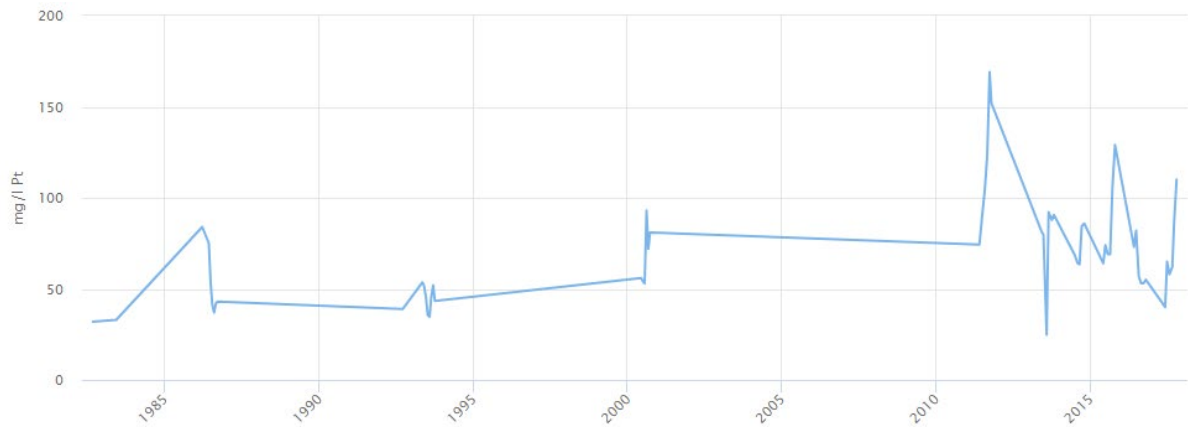
Parameter	LUN1
Klorofyll a	*/-
Totalfosfor	-/-
Totalnitrogen	-/-
Nitrat	-/-
Suspendert tørrstoff	-/-
Fargetall	*/*



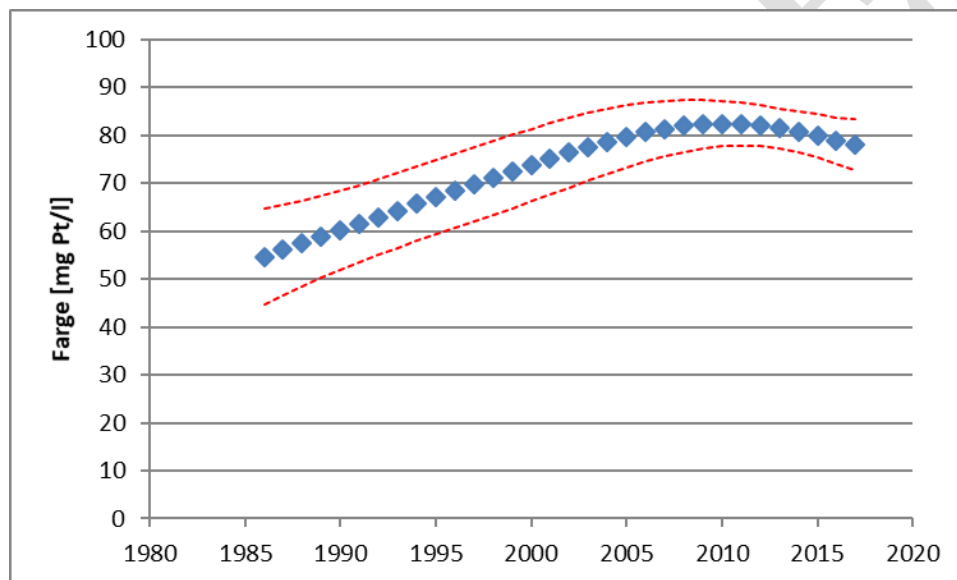
Figur 27. Plott av rådata fra Vann-miljø for klorofyll a i Lundeby tjern (LUN1).



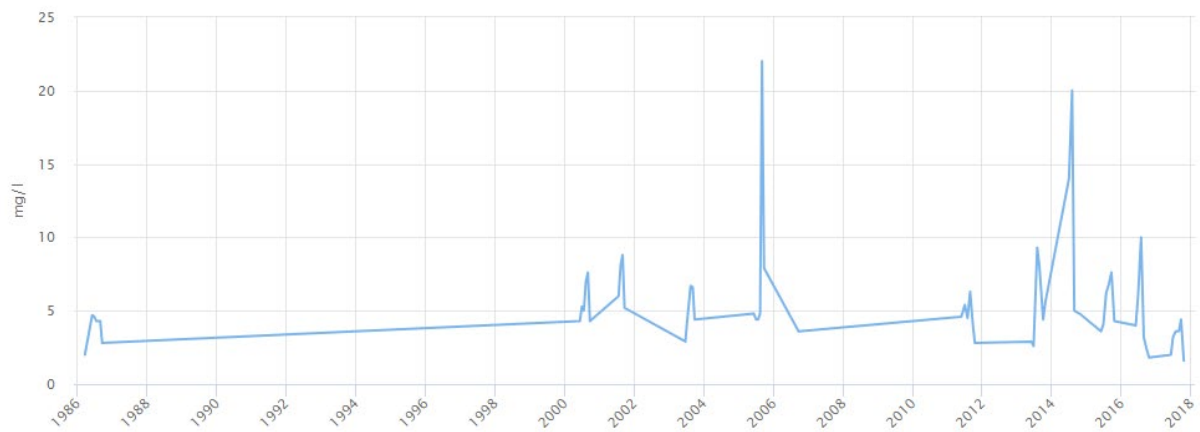
Figur 28. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for klorofyll a i Lundeby tjern (LUN1). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er dårligere for deler av perioden



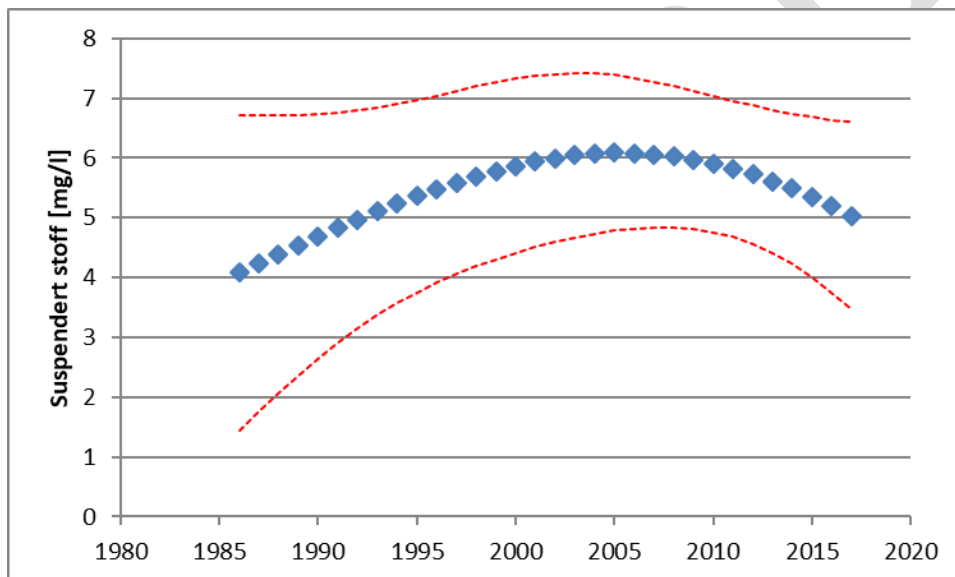
Figur 29. Plott av rådata fra Vann-miljø for fargetall i Lundebytjern (LUN1).



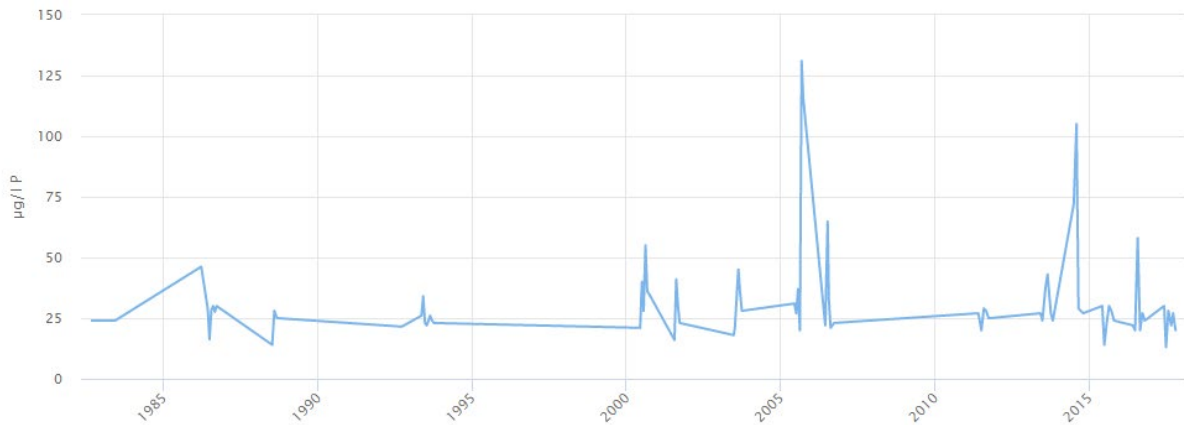
Figur 30. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for fargetall i Lundebytjern (LUN1). Det er blandprøver fra 0 – 4 me-ter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er dårligere for deler av perioden



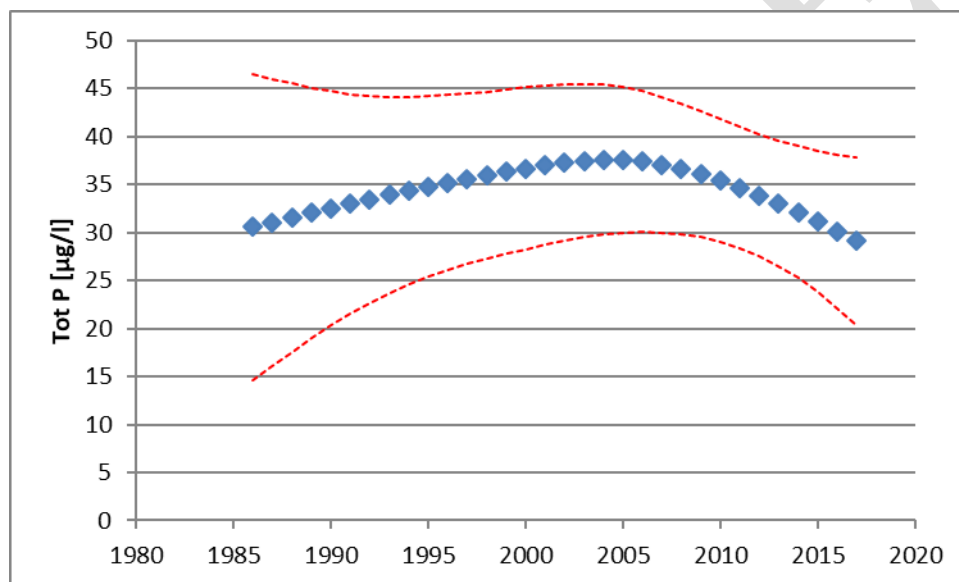
Figur 31. Plott av rådata fra Vann-miljø for suspendert stoff i Lundeby tjern (LUN1).



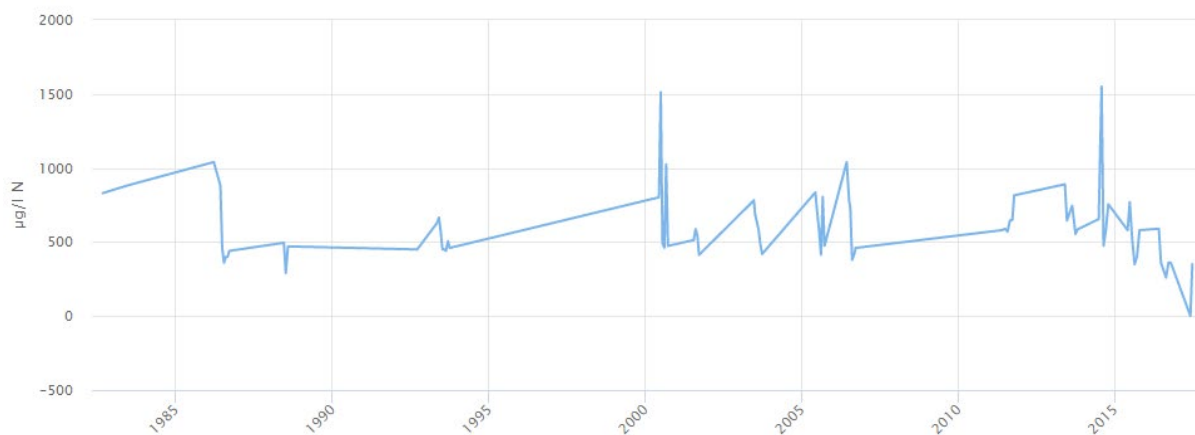
Figur 32. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for suspendert stoff i Lundeby tjern (LUN1). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er dårligere for deler av perioden



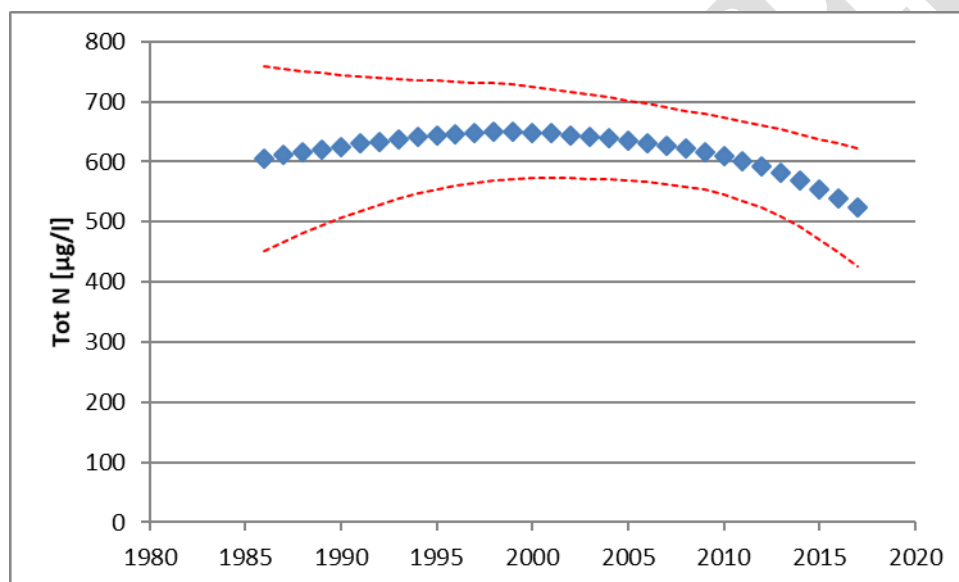
Figur 33. Plott av rådata fra Vann-miljø for totalfosfor (Tot P) i Lundebyttjern (LUN1).



Figur 34. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for totalfosfor (Tot P) i Lundebyttjern (LUN1). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er dårlig for deler av perioden.



Figur 35. Plott av rådata fra Vann-miljø for totalnitrogen (Tot N) i Lundebytjern (LUN1).



Figur 36. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse totalnitrogen (Tot N) i Lundebytjern (LUN1). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er dårligere for deler av perioden.

4.6 Isesjø

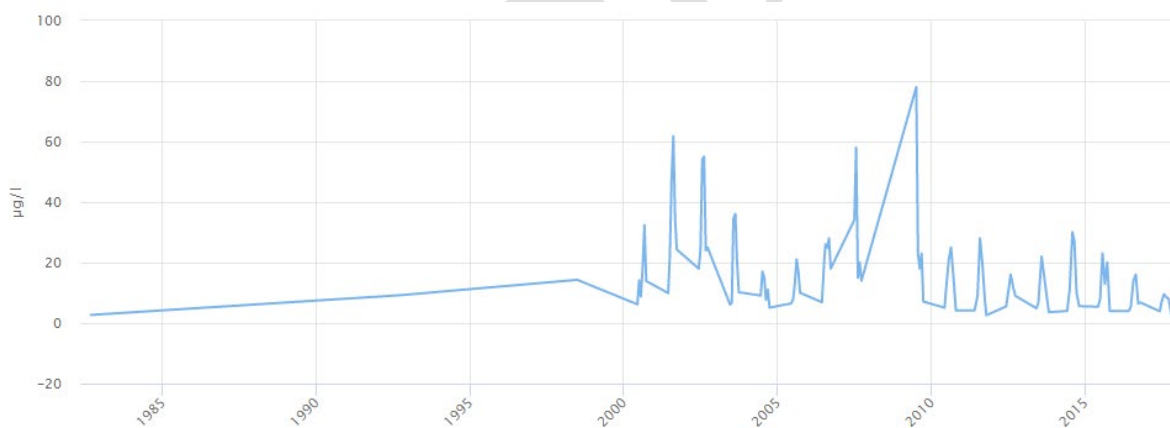
For Isesjø har data fra prøvepunktet ISE2 blitt hentet ut fra Vann-miljø. Plott av rådata og trendanalyser er vist i Figur 37 – 46. Data for trendanalyser er vist i tabell 4. Selv om data eksisterer fra flere dyp, har kun integrerte vannprøver fra toppsjiktet for analyse på lab blitt benyttet (0 – 4 meter). Det er fordi det kun er her det eksisterer tilstrekkelig med data for å kjøre trendanalyser.

Av biologiske kvalitetselementer viser klorofyll a en signifikant synkende trend (Tabell 5; Figur 38). Det er sparsomt med fargedata frem til 2010, men nivået på tidligere analyser i Vann-miljø indikerer at det var vesentlig lavere fargetall for Isesjø tidligere, noe som kan forklare et redusert siktedyp målt mellom 2000 – 2010 (Figur 40). For næringsstoffer har det vært en signifikant økning i konsentrasjonen av totalfosfor (Tabell 5; Figur 44).

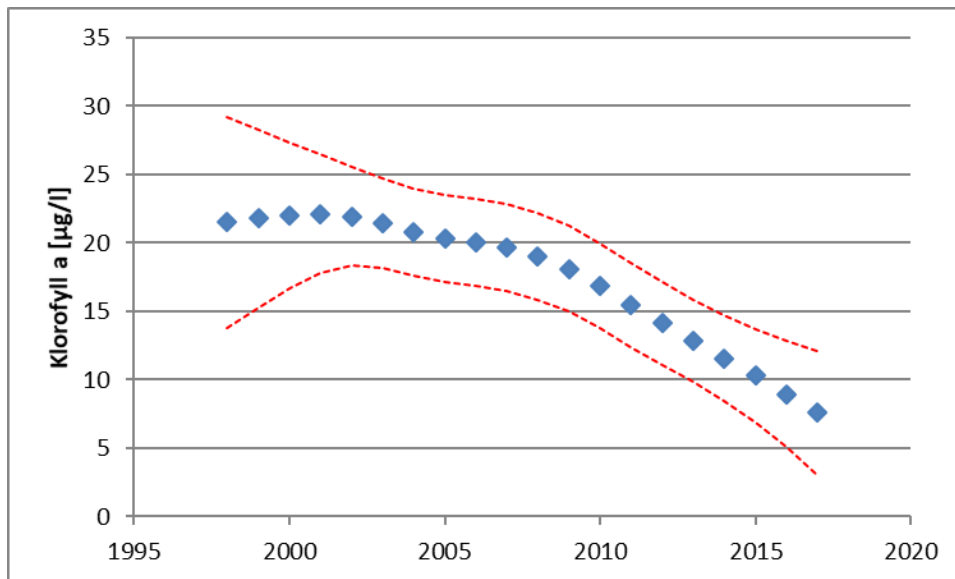
Tilstedeværelsen av *G. semen* gjør det her som for i Lundebyttjern vanskelig å vurdere økologiske status (se for eksempel Rohrlack og Haaland 2017; Schartau m. fl. 2012). Det er som nevnt heller ikke enkelt å benytte siktedyp til vurdering av økologisk tilstand av humøse innsjøer, da dagens grenser i Vanddirektivet trolig er for strenge. Dette gjelder særlig mht lysbegrensning opp mot naturlig høye konsentrasjoner av alloktont produsert naturlig organisk materiale (NOM).

Tabell 5. Mann-Kendall trender for årsgjennomsnitt (symbol til venstre for /) og årsmedianverdi for Isesjø (ISE2). Symbolene ** og * indikerer signifikansnivå på trend, henholdsvis $p < 0.01$ og $p < 0.05$. Rødt og blått symbol indikerer henholdsvis synkende og stigende trend. Symbolet - indikerer ingen signifikant trend. Rådata er integrerte vannprøver fra toppsjiktet i innsjøene (0 – 4 meter).

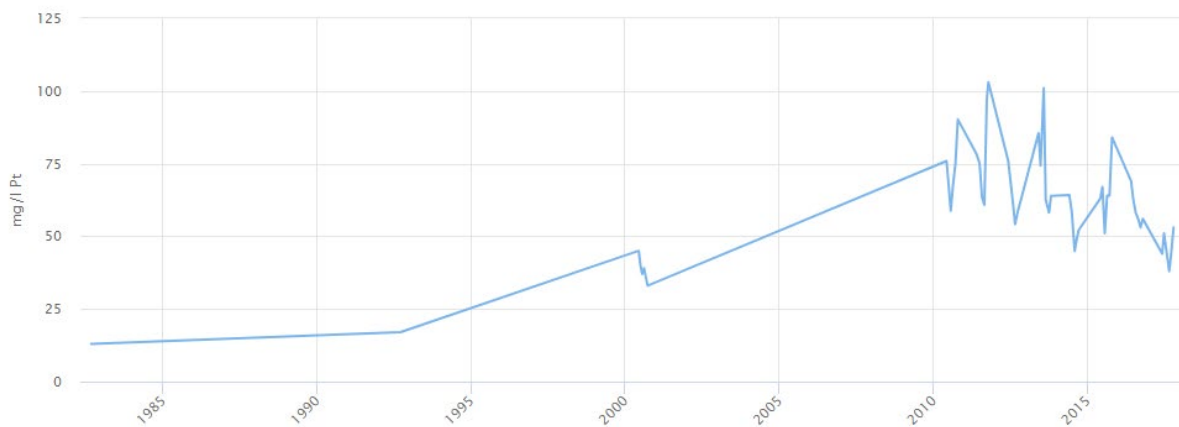
Parameter	ISE2
Klorofyll a	**/**
Totalfosfor	-/*
Totalnitrogen	-/-
Nitrat	-/-
Suspendert tørrstoff	-/-
Fargetall	-/-



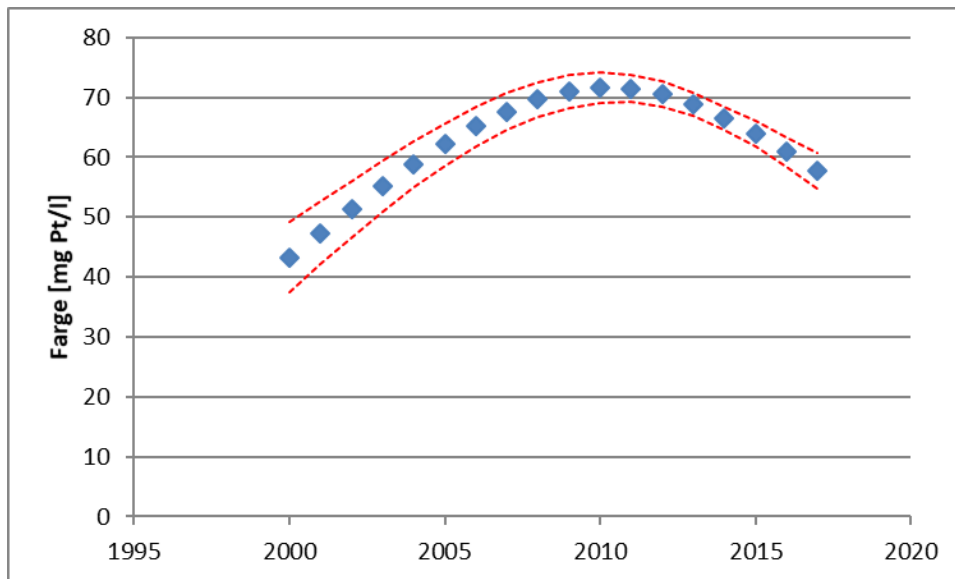
Figur 37. Plott av rådata fra Vann-miljø for klorofyll a i Isesjø (ISE2).



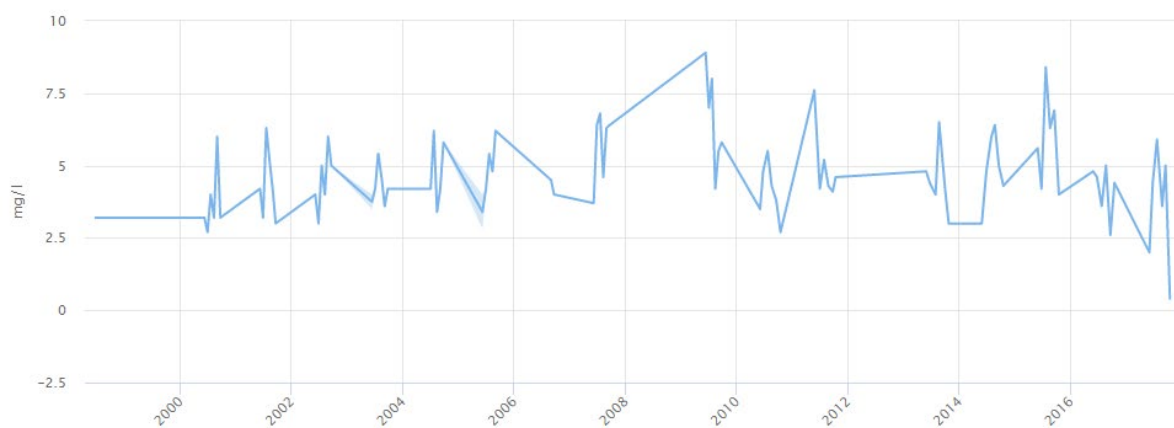
Figur 38. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for klorofyll a i Ilesjø (ISE2). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er dårligere for deler av perioden



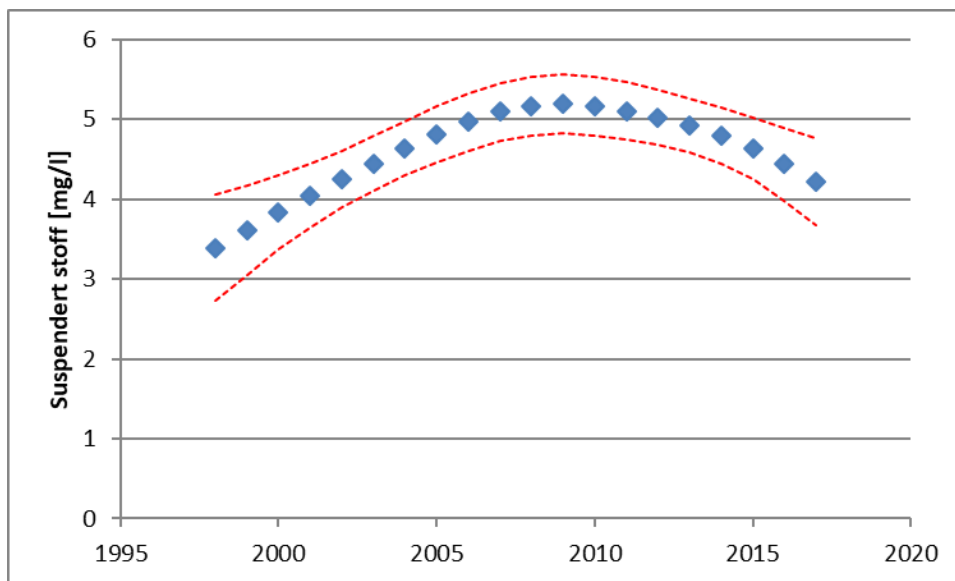
Figur 39. Plott av rådata fra Vann-miljø for fargetall i Ilesjø (ISE2).



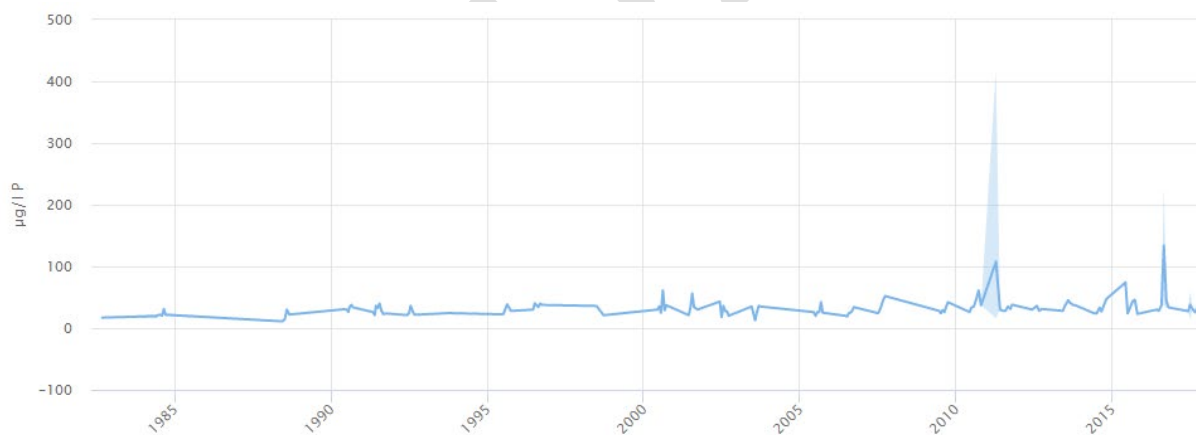
Figur 40. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for fargetall i Isesjø (ISE2). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er dårligere for deler av perioden



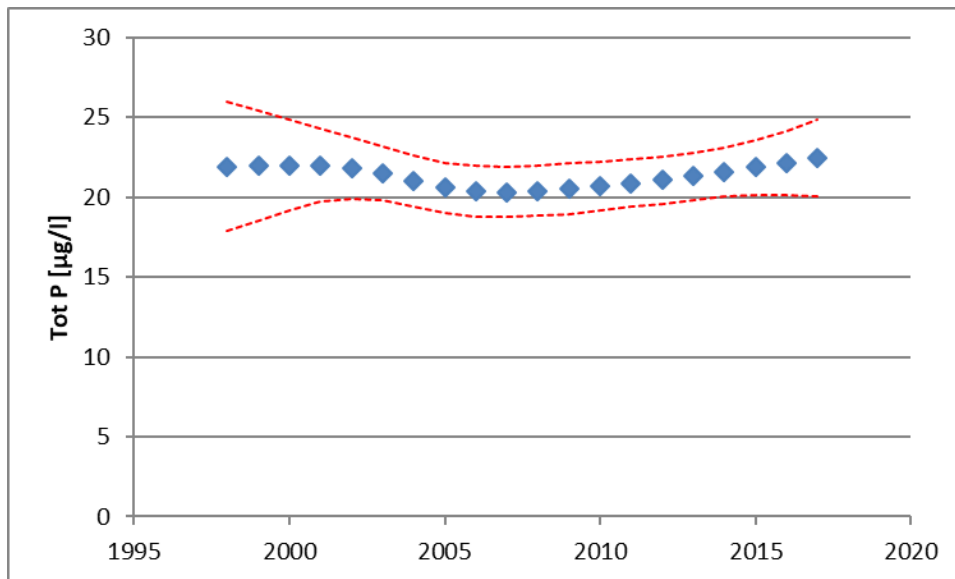
Figur 41. Plott av rådata fra Vann-miljø for suspendert stoff i Isesjø (ISE2).



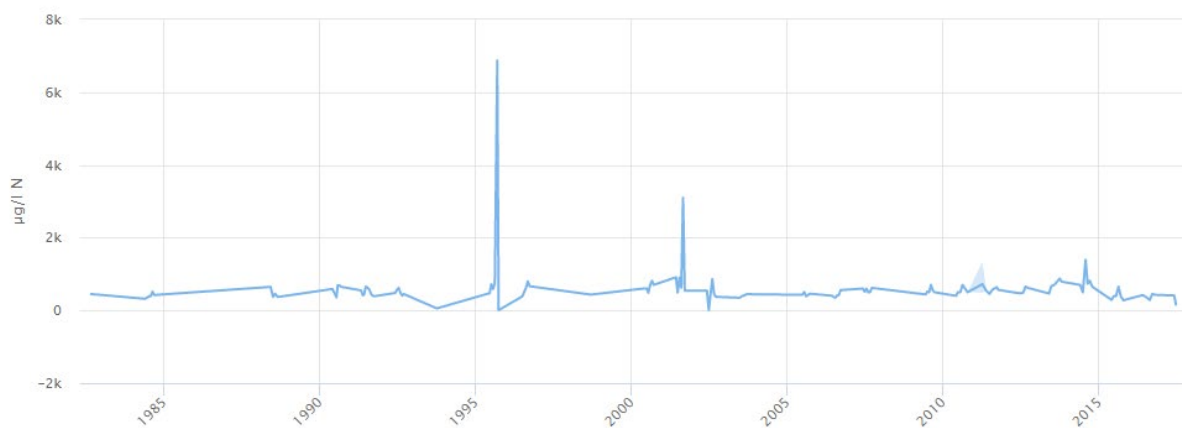
Figur 42. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for suspendert stoff i Ilesjø (ISE2). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er dårlig for deler av perioden.



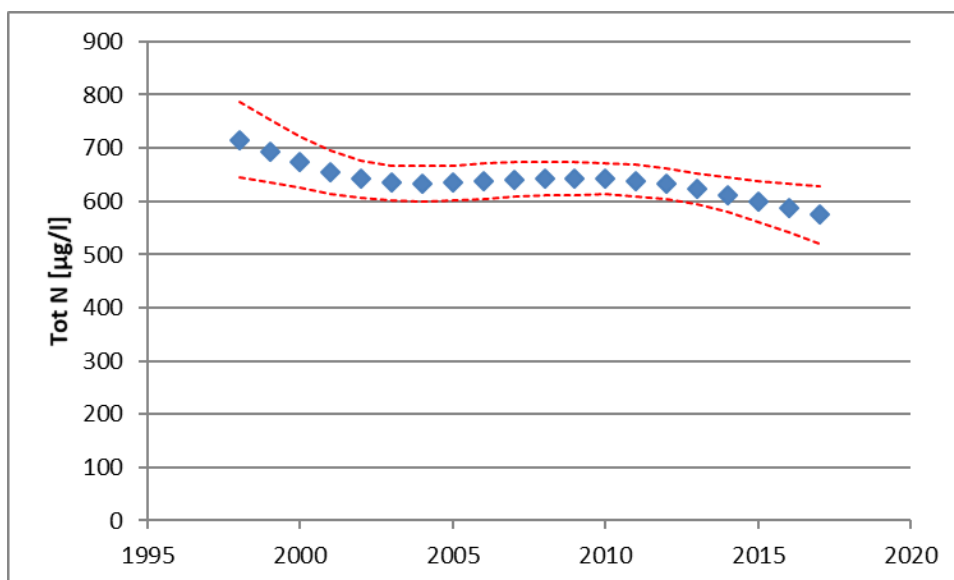
Figur 43. Plott av rådata fra Vann-miljø for totalfosfor (Tot P) i Ilesjø (ISE2).



Figur 44. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for totalfosfor (Tot P) i Isesjø (ISE2). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er dårlig for deler av perioden.



Figur 45. Plott av rådata fra Vann-miljø for totalnitrogen (Tot N) i Isesjø (ISE2).



Figur 46. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse totalnitrogen (Tot N) i Ilesjø (ISE2). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er dårlig for deler av perioden.

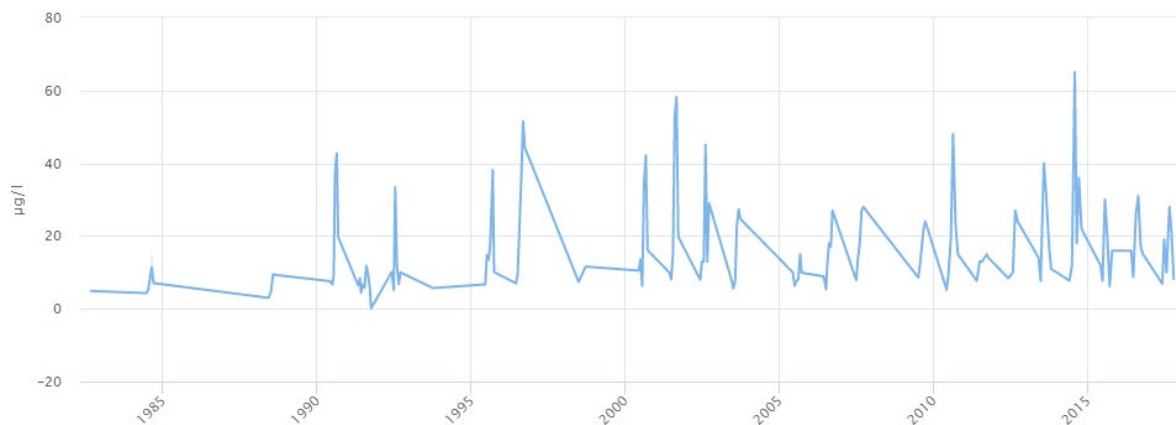
4.7 Tunevannet

For Tunevannet har data fra prøvepunktet TUN1 blitt hentet ut fra Vann-miljø. Plott av rådata og trendanalyser er vist i Figur 47 – 56. Data for trendanalyser er vist i Tabell 6. Selv om data eksisterer fra flere dyp, har kun integrerte vannprøver fra toppsjiktet blitt benyttet (0 – 4 meter). Det er fordi det kun er her det eksisterer tilstrekkelig med data for å kjøre trendanalyser.

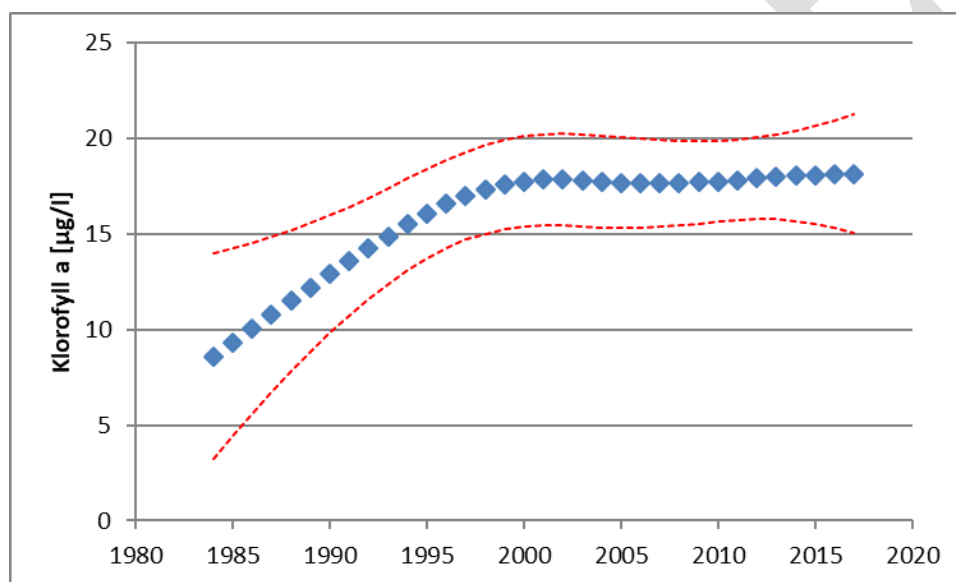
Av biologiske kvalitetselementer viser klorofyll a en signifikant økende trend (Tabell 6; Figur 48). For næringsstoffer har det vært en signifikant økning i konsentrasjonen av totalfosfor (Tabell 6; Figur 54). Det er sparsomt med fargedata frem til 2010, men nivået på tidligere analyser i Vann-miljø indikerer at det var vesentlig lavere fargetall for Tunevannet tidligere. Fra tidlig 1990-tall og frem til i dag har det vært en signifikant økning i fargetallet i Tunevannet (Tabell 6; Figur 50).

Tabell 6. Mann-Kendall trender for årsgjennomsnitt (symbol til venstre for/) og årsmedianverdi for Tunevannet (TUN1). Symbolene ** og * indikerer signifikansnivå på trend, henholdsvis $p < 0.01$ og $p < 0.05$. Rødt og blått symbol indikerer henholdsvis synkende og stigende trend. Symbolet - indikerer ingen signifikant trend. Rådata er integrerte vannprøver fra toppsjiktet i innsjøene (0 – 4 meter).

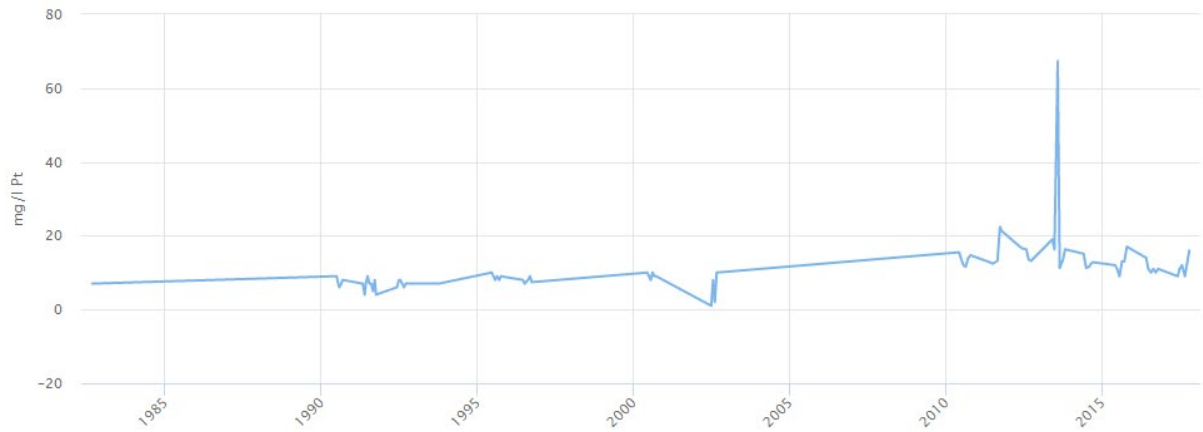
Parameter	TUN1
Klorofyll a	-/**
Totalfosfor	**/**
Totalnitrogen	-/-
Nitrat	-/-
Suspendert tørrstoff	-/-
Fargetall	**/**



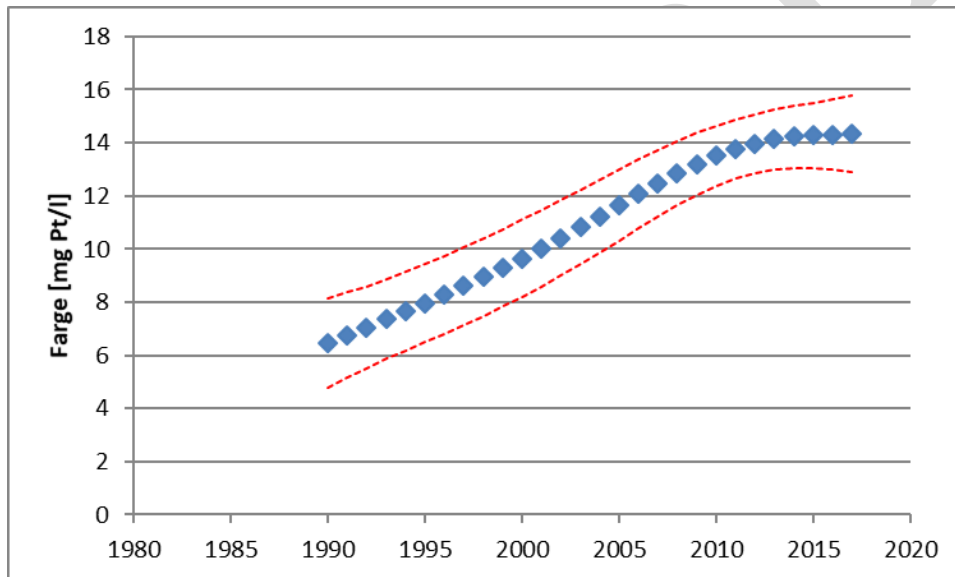
Figur 47. Plott av rådata fra Vann-miljø for klorofyll a i Tunevannet (TUN1).



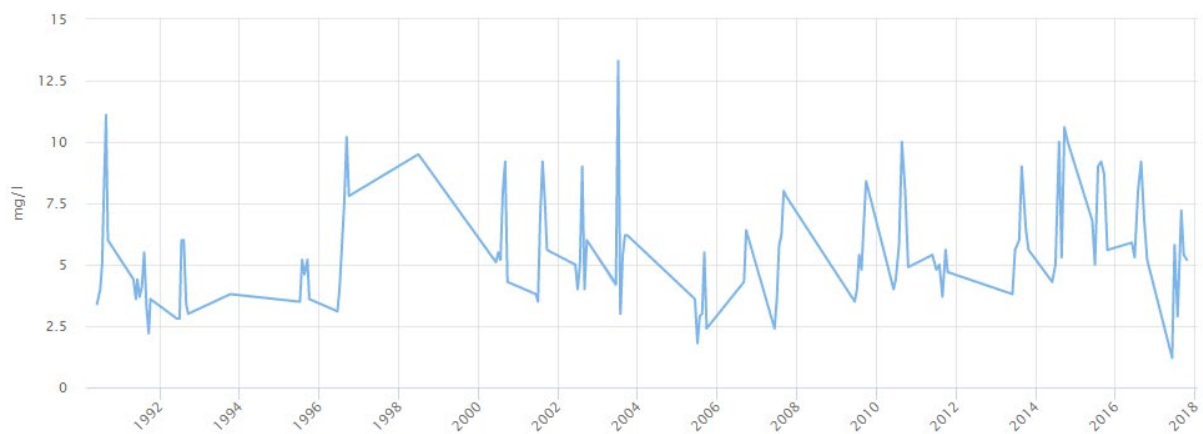
Figur 48. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for klorofyll a i Tunevannet (TUN1). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er dårlig for deler av perioden.



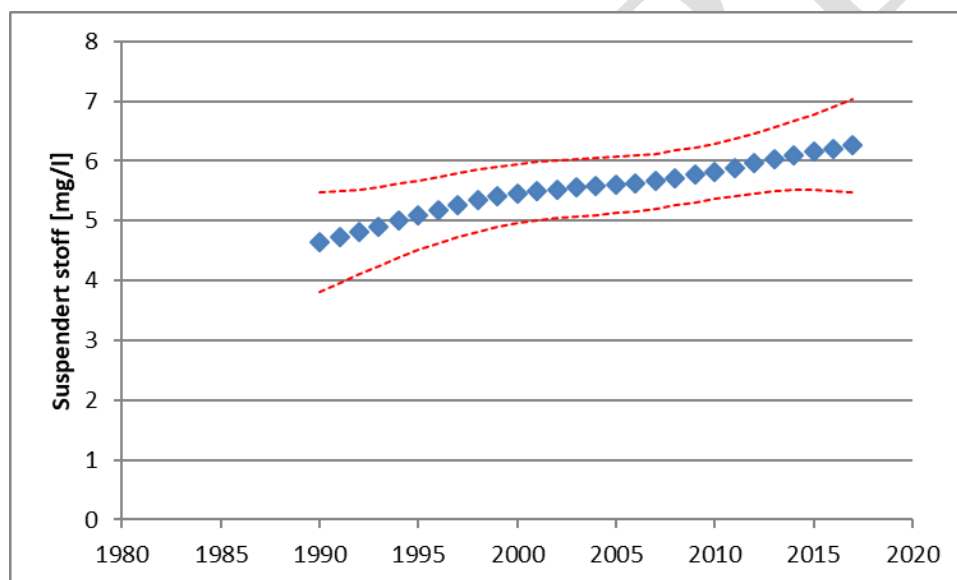
Figur 49. Plott av rådata fra Vann-miljø for fargetall i Tunevannet (TUN1).



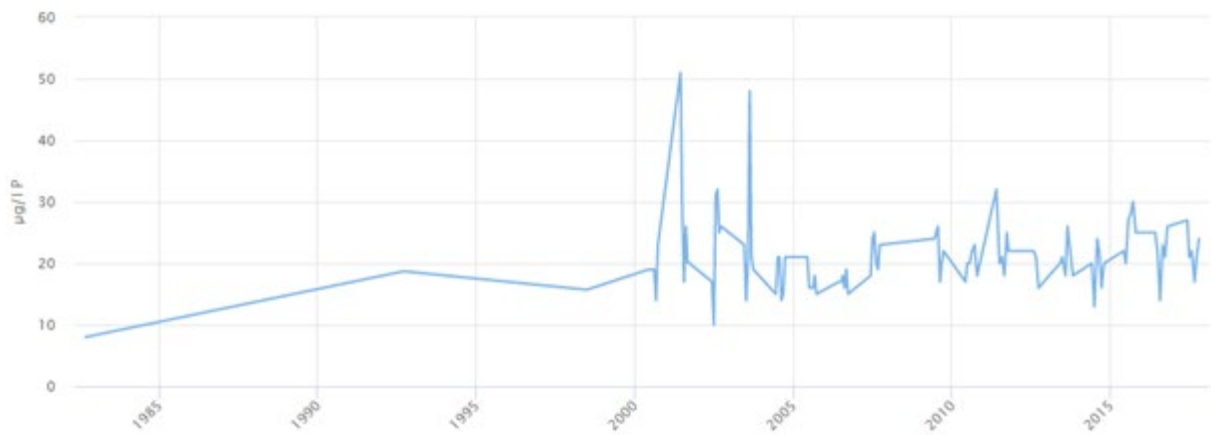
Figur 50. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for fargetall i Tunevannet (TUN1). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er dårlig for deler av perioden.



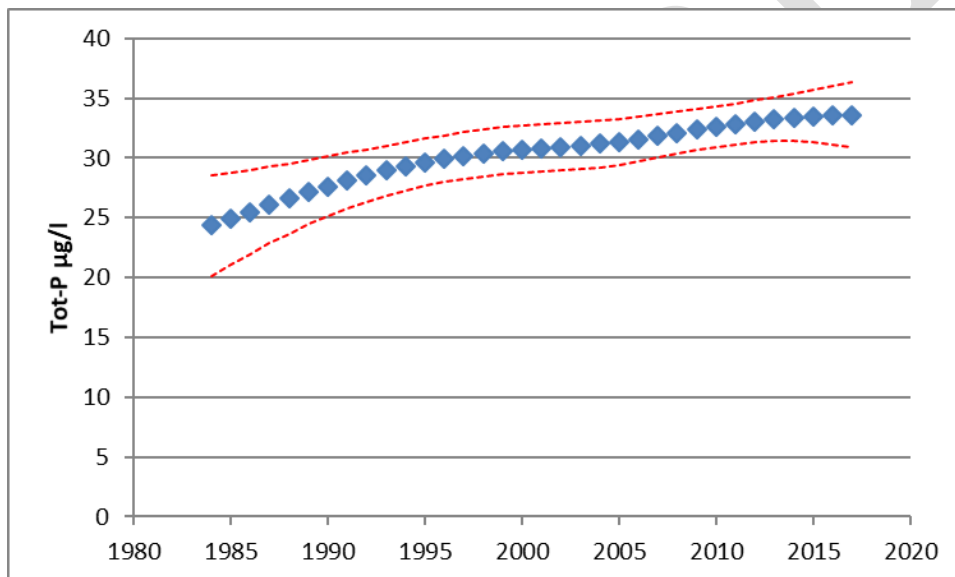
Figur 51. Plott av rådata fra Vann-miljø for suspendert stoff i Tunevannet (TUN1).



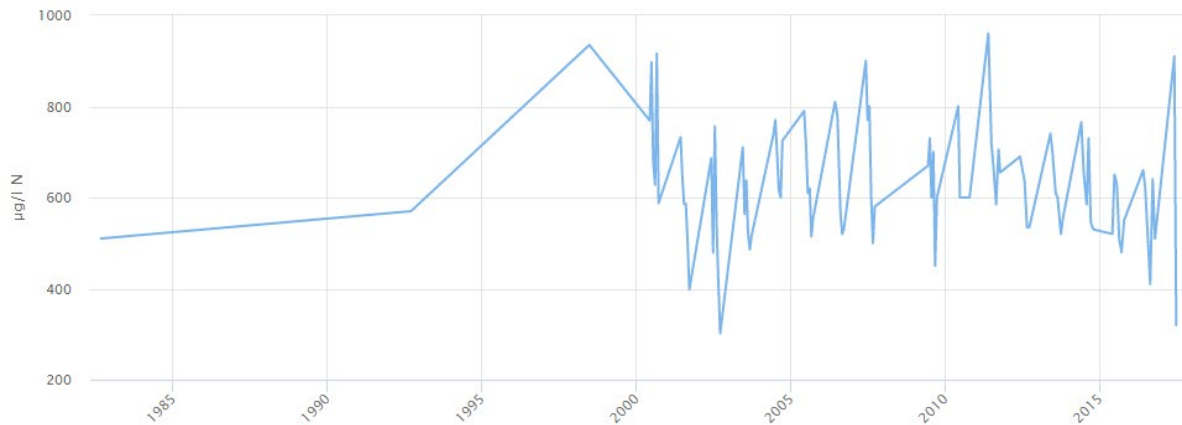
Figur 52. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for suspendert stoff i Tunevannet (TUN1). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er dårlig for deler av perioden.



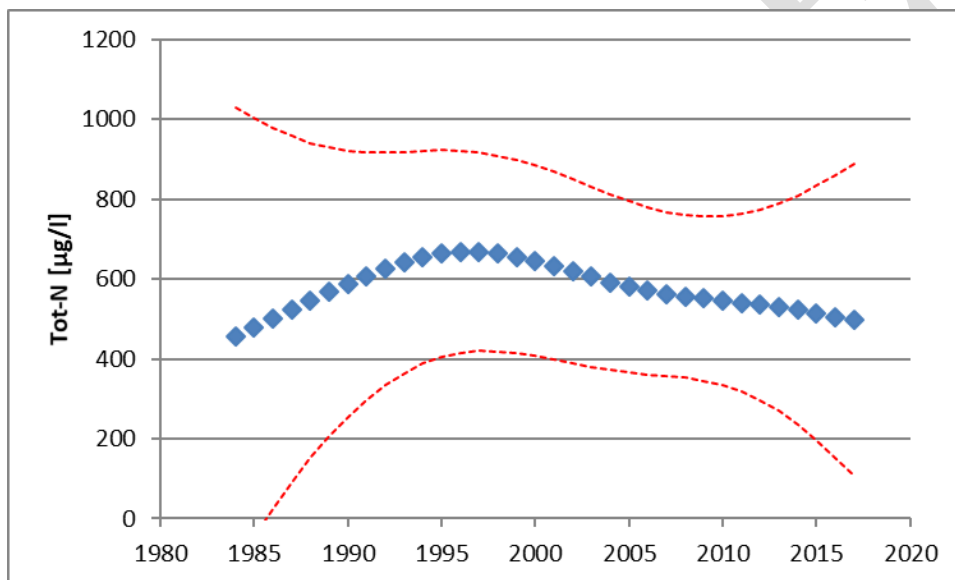
Figur 53. Plott av rådata fra Vann-miljø for totalfosfor (Tot P) i Tunevannet (TUN1).



Figur 54. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for totalfosfor (Tot P) i Tunevannet (TUN1). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er dårlig for perioden 1985 til 2001.



Figur 55. Plott av rådata fra Vann-miljø for totalnitrogen (Tot N) i Tunevannet (TUN1).



Figur 56. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse totalnitrogen (Tot N, $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) i Tunevannet (TUN1). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er dårlig for perioden 1985 til 2001.

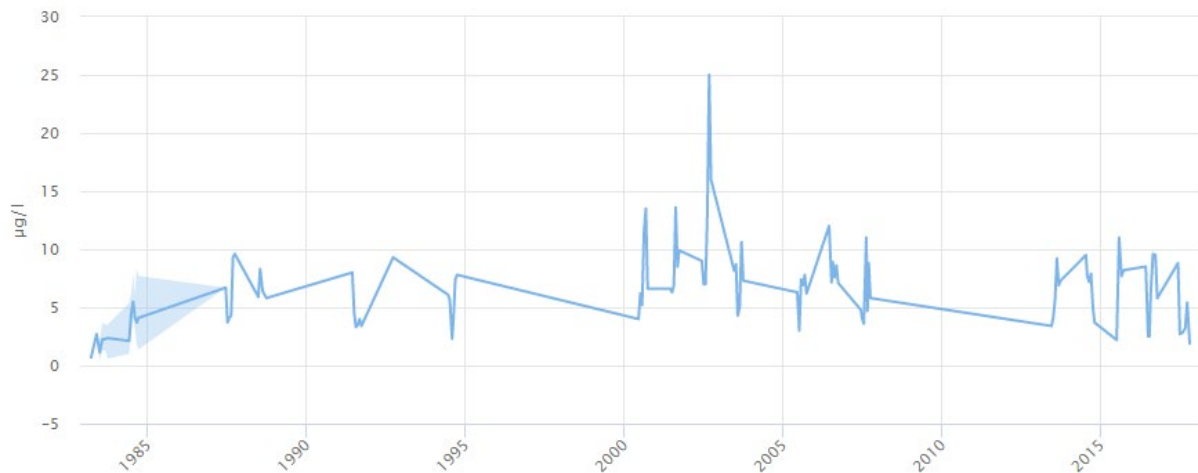
4.8 Lyseren

I Lyseren har data fra prøvepunktet LYS1 blitt hentet ut fra Vann-miljø. Plott av rådata og trendanalyser er vist i Figur 57 – 66. Data for trendanalyser er vist i tabell 7. Selv om data eksisterer fra flere dyp, har kun integrerte vannprøver fra toppsjiktet for analyse på lab blitt benyttet (0 – 4 meter). Det er fordi det kun er her det eksisterer tilstrekkelig med data for å kjøre trendanalyser.

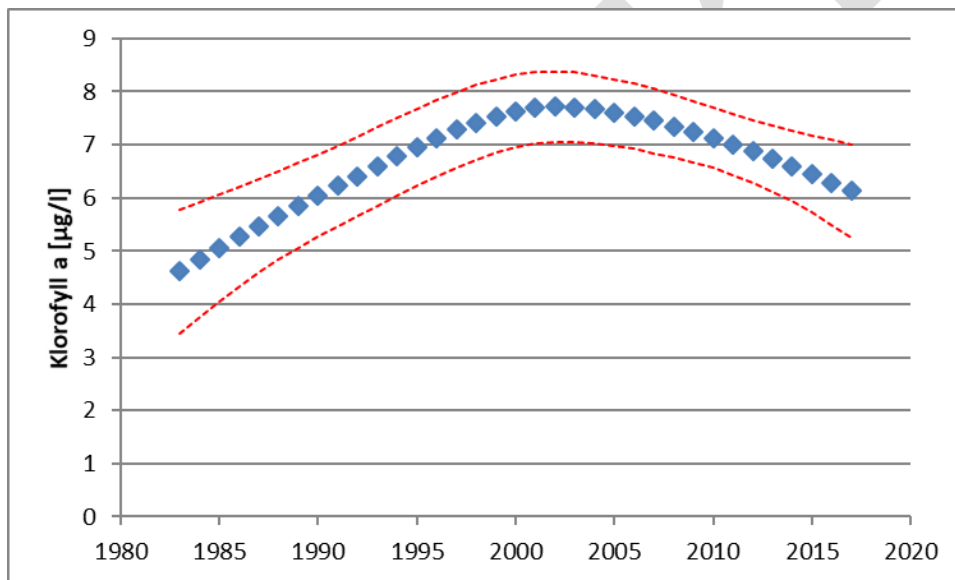
Fra 1980-tallet og frem til i dag har det vært en signifikant økning i fargetallet i Lyseren (Tabell 7; Figur 60). Det er noen mellomår med lite fargedata for innsjøen (se Figur 59), men tendensen er lik det vi finner over store deler av Østlandet. Det ser også ut til å ha vært en økende trend i konsentrasjonen av suspendert stoff, om enn med en del større variasjon mellom prøvetakingsrunder (Tabell 7; Figur 61). For næringsstoffer har det vært en signifikant økning i konsentrasjonen av totalfosfor (Tabell 7; Figur 64).

Tabell 7. Mann-Kendall trender for årsgjennomsnitt (symbol til venstre for /) og årsmedianverdi for Lyseren (LYS1). Symbolene ** og * indikerer signifikansnivå på trend, henholdsvis $p < 0.01$ og $p < 0.05$. Rødt og blått symbol indikerer henholdsvis synkende og stigende trend. Symbolet - indikerer ingen signifikant trend. Rådata er integrerte vannprøver fra toppsjiktet i innsjøene (0 – 4 meter).

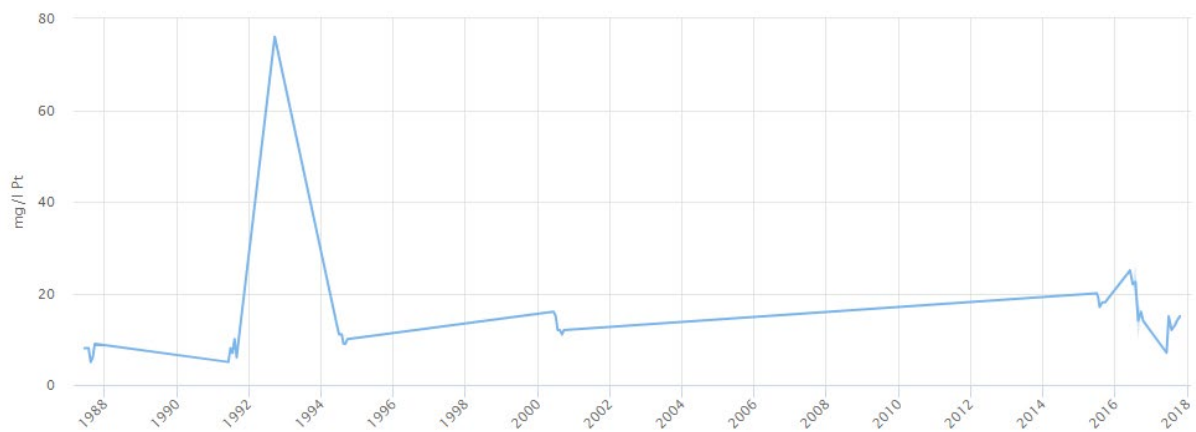
Parameter	LYS1
Klorofyll a	-/-
Totalfosfor	*/**
Totalnitrogen	-/-
Nitrat	-/-
Suspendert tørrstoff	*/-
Fargetall	*/**



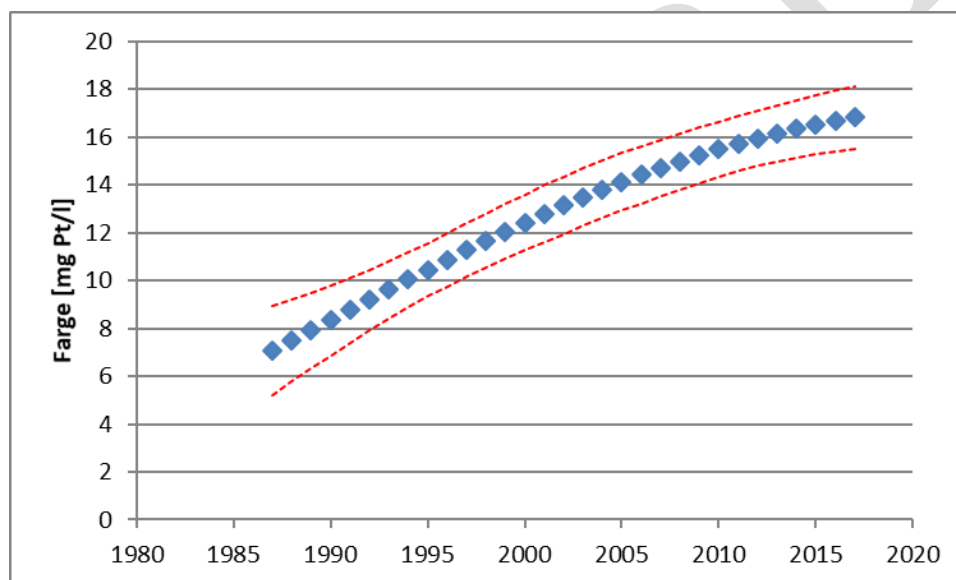
Figur 57. Plott av rådata fra Vann-miljø for klorofyll a ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) i Lyseren (LYS1).



Figur 58. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for klorofyll a ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) i Lyseren (LYS1). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er dårlig for deler av perioden.



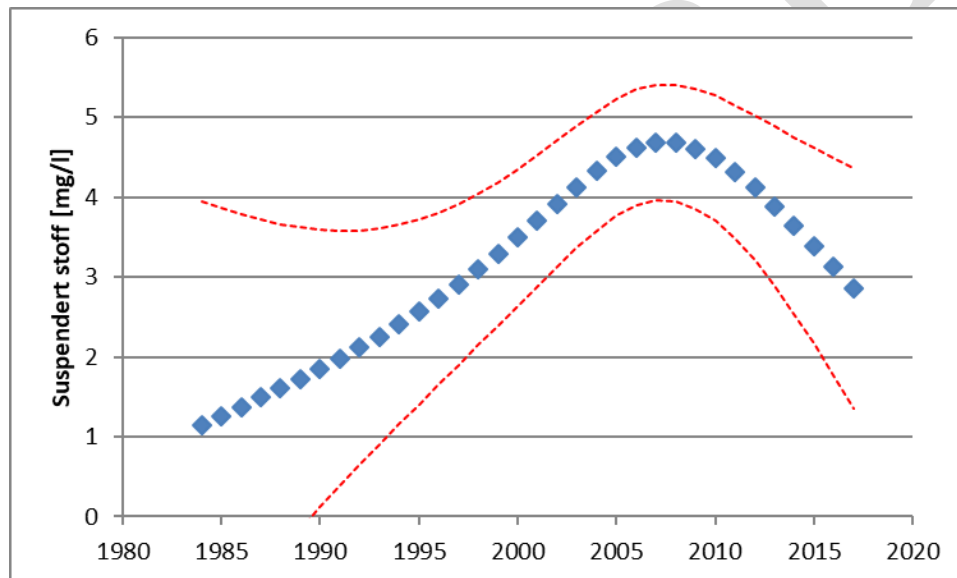
Figur 59. Plott av rådata fra Vann-miljø for fargetall i Lyseren (LYS1).



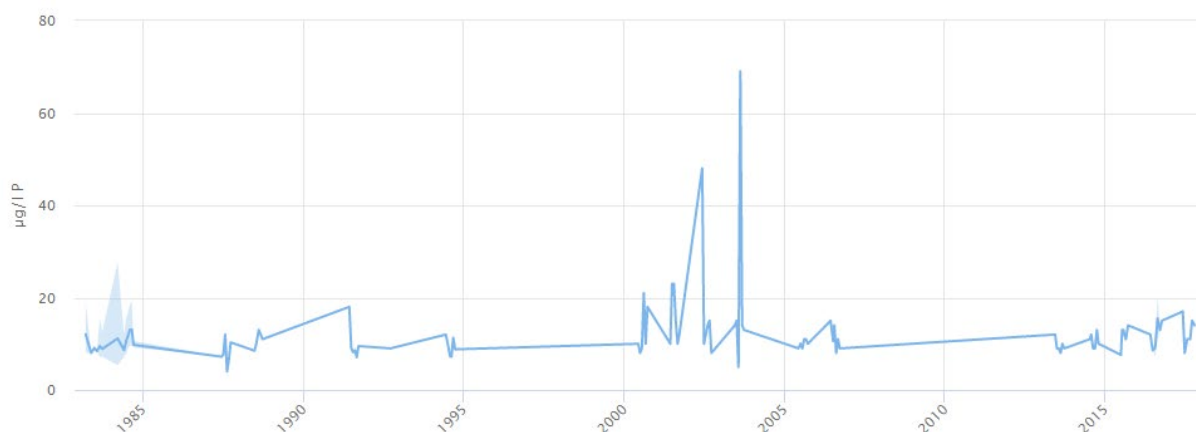
Figur 60. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for fargetall i Lyseren (LYS1). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er svært dårlig for perioden.



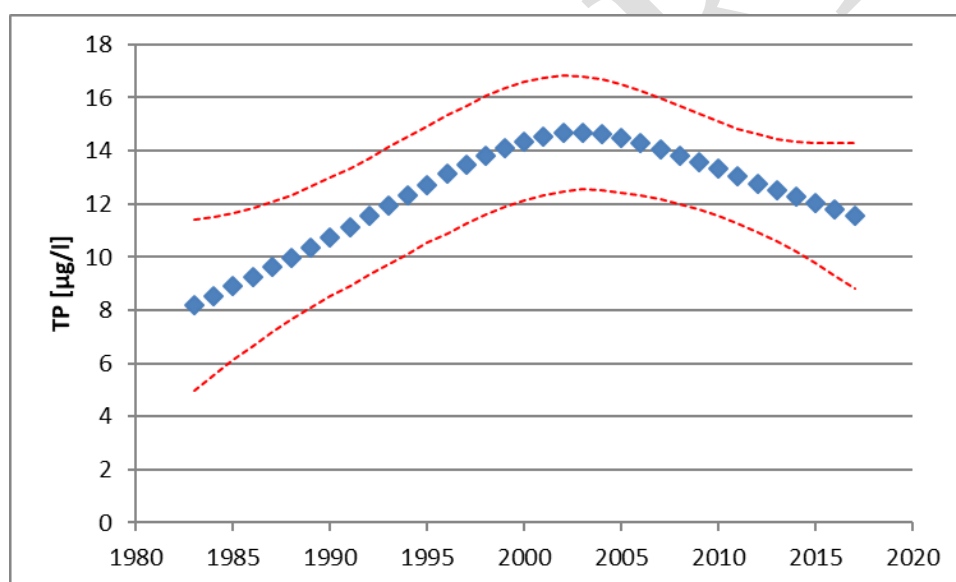
Figur 61. Plott av rådata fra Vann-miljø for suspendert stoff ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) i Lyseren (LYS1).



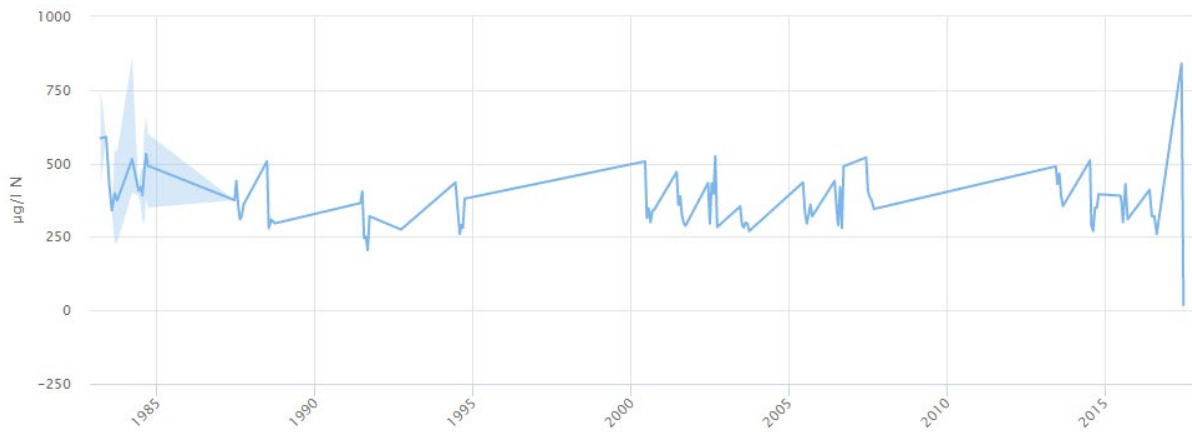
Figur 62. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for suspendert stoff ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) i Lyseren (LYS1). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er dårlig for deler av perioden.



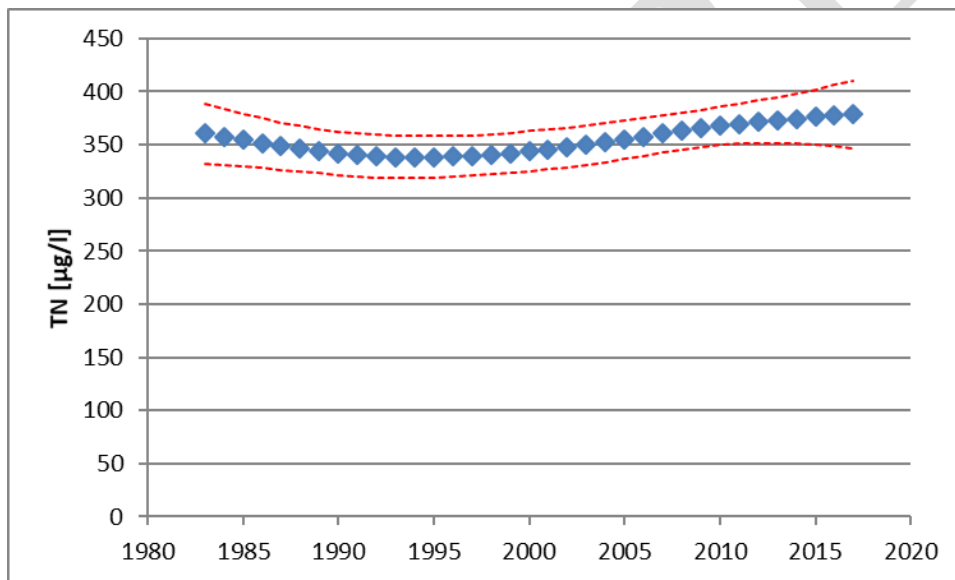
Figur 63. Plott av rådata fra Vann-miljø for totalfosfor (Tot P, $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) i Lyseren (LYS1).



Figur 64. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for totalfosfor (Tot P, $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) i Lyseren (LYS1). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er dårlig for deler av perioden.



Figur 65. Plott av rådata fra Vann-miljø for totalnitrogen (Tot N, $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) i Lyseren (LYS1).



Figur 66. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse totalnitrogen (Tot N, $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) i Lyseren (LYS1). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er dårlig for deler av perioden.

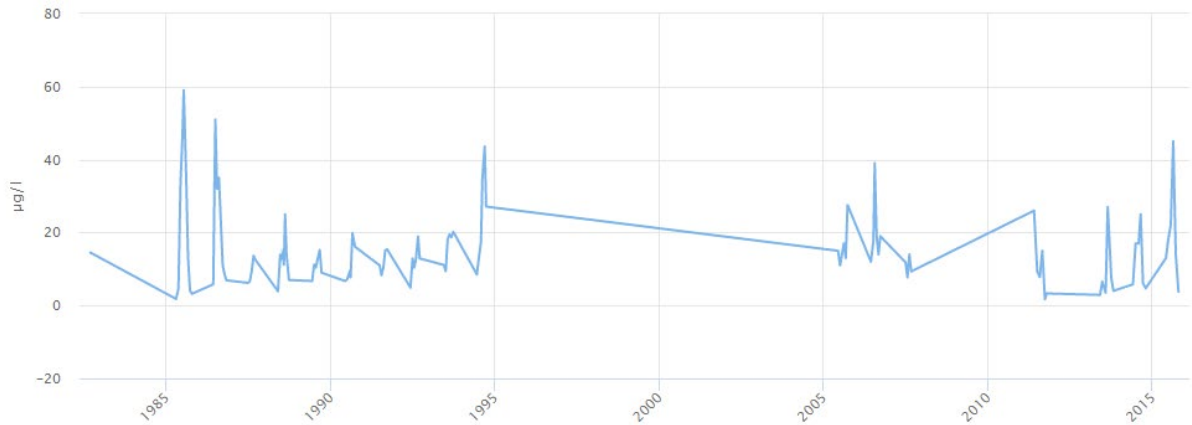
4.9 Skinnerflo

For Skinnerflo har data fra prøvepunktet SKI1 blitt hentet ut fra Vann-miljø. Plott av rådata og trendanalyser er vist i Figur 67 – 76. Data for trendanalyser er vist i tabell 8. Selv om data eksisterer fra flere dyp, har kun integrerte vannprøver fra toppsjiktet for analyse på lab blitt benyttet (0 – 4 meter). Det er fordi det kun er her det eksisterer tilstrekkelig med data for å kjøre trendanalyser.

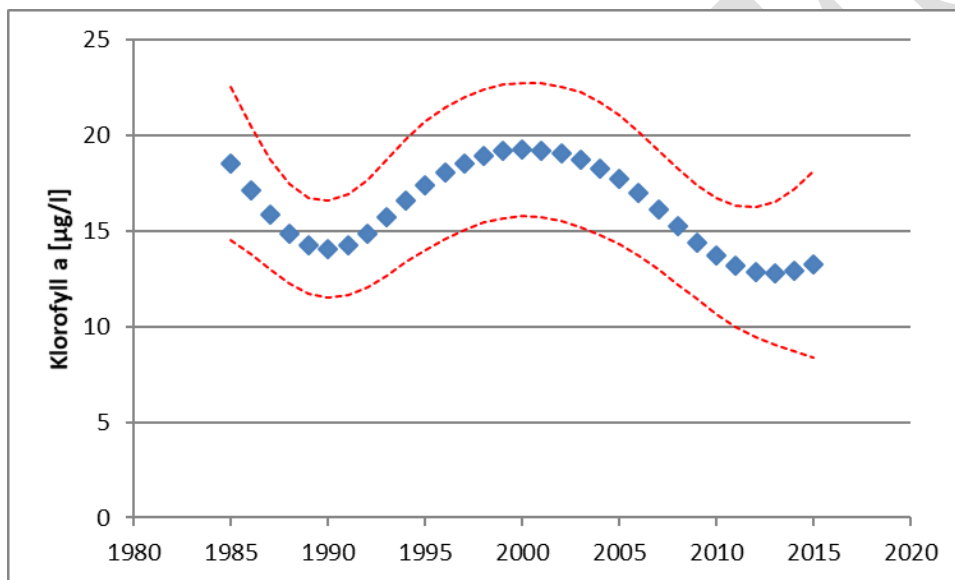
I Skinnerflo er det ikke funnet signifikante ($p < 0.05$; Tabell 8) trender i det datamaterialet som foreligger i databasen Vann-miljø. Det er en del fravær av data på sent 1990-tall og tidlig på 2000-tallet. En del høye konsentrasjoner av næringssalter og klorofyll a er målt på 1980- og tidlig på 1990-tallet (Figur 62-71), men det er til dels også stor årlig variasjon i nivå og ingen signifikant trend er funnet for tidsperioden.

Tabell 8. Mann-Kendall trender for årsgjennomsnitt (symbol til venstre for /) og årsmedianverdi for Skinnerflo (SKI1). Symbolene ** og * indikerer signifikansnivå på trend, henholdsvis $p < 0.01$ og $p < 0.05$. Rødt og blått symbol indikerer henholdsvis synkende og stigende trend. Symbolet - indikerer ingen signifikant trend. Rådata er integrerte vannprøver fra toppsjiktet i innsjøene (0 – 4 meter).

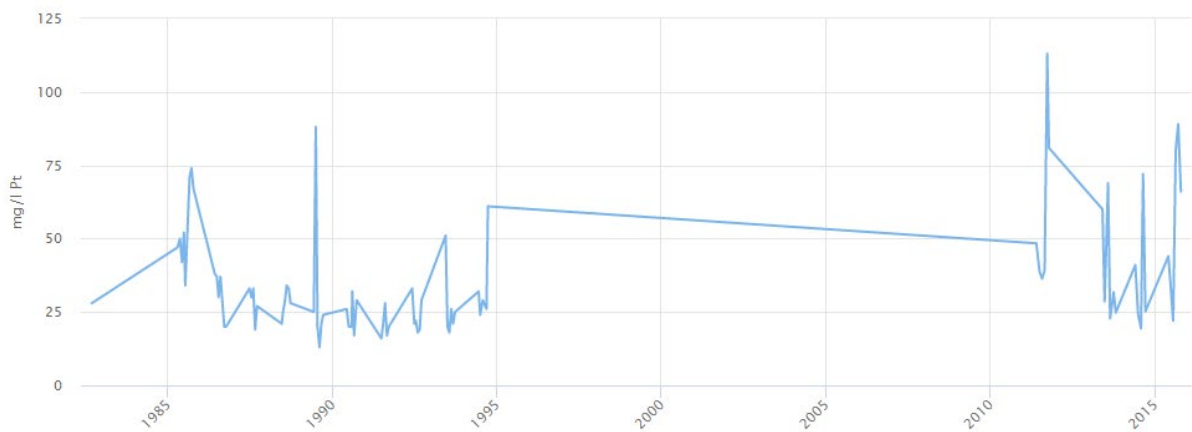
Parameter	SKI1
Klorofyll a	-/-
Totalfosfor	-/-
Totalnitrogen	-/-
Nitrat	-/-
Suspendert tørrstoff	-/-
Fargetall	-/-



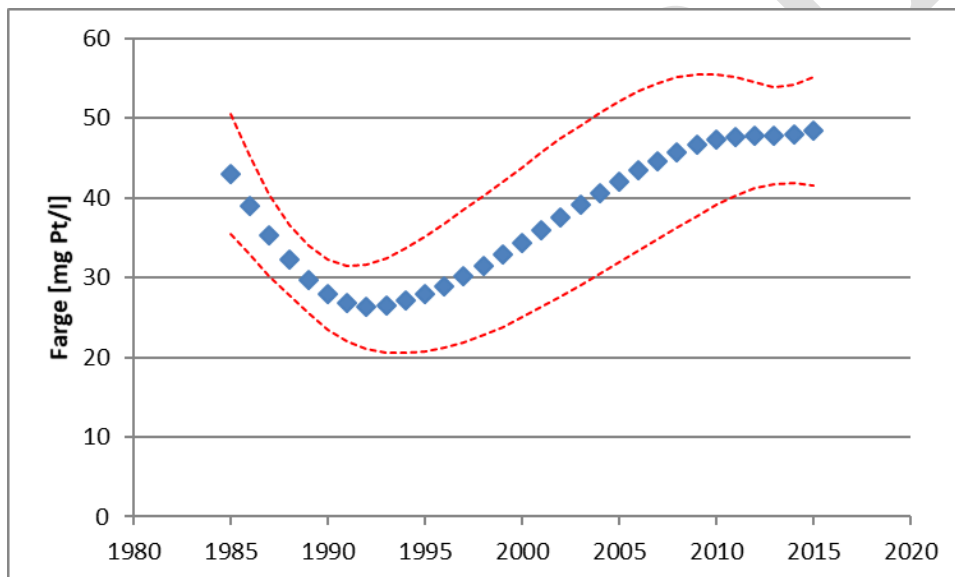
Figur 67. Plott av rådata fra Vann-miljø for klorofyll a ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) i Skinnerflo (SK11).



Figur 68. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for klorofyll a ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) i Skinnerflo (SK11). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag til dels mangler for midten av perioden.



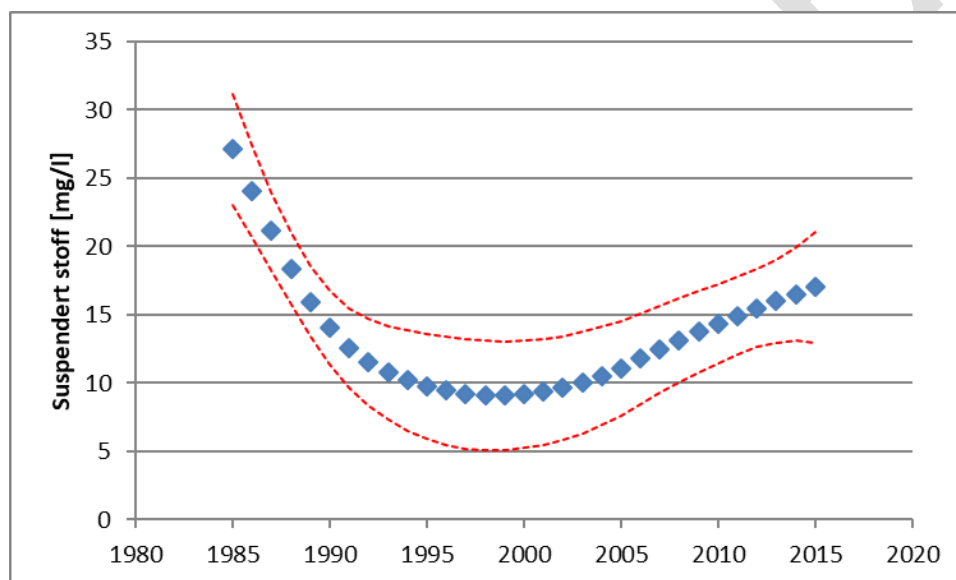
Figur 69. Plott av rådata fra Vann-miljø for fargetall i Skinnerflo (SK11).



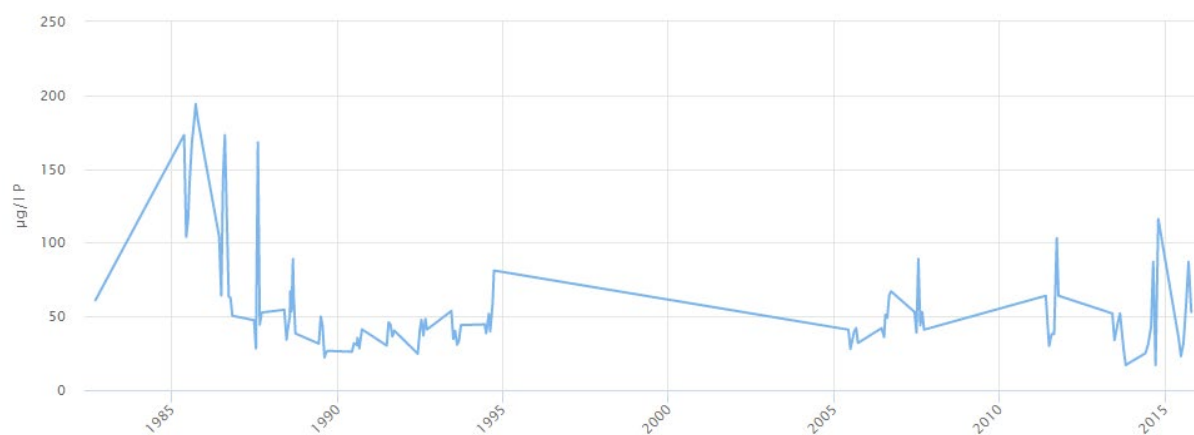
Figur 70. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for fargetall i Skinnerflo (SK11). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag til dels mangler for midten av perioden.



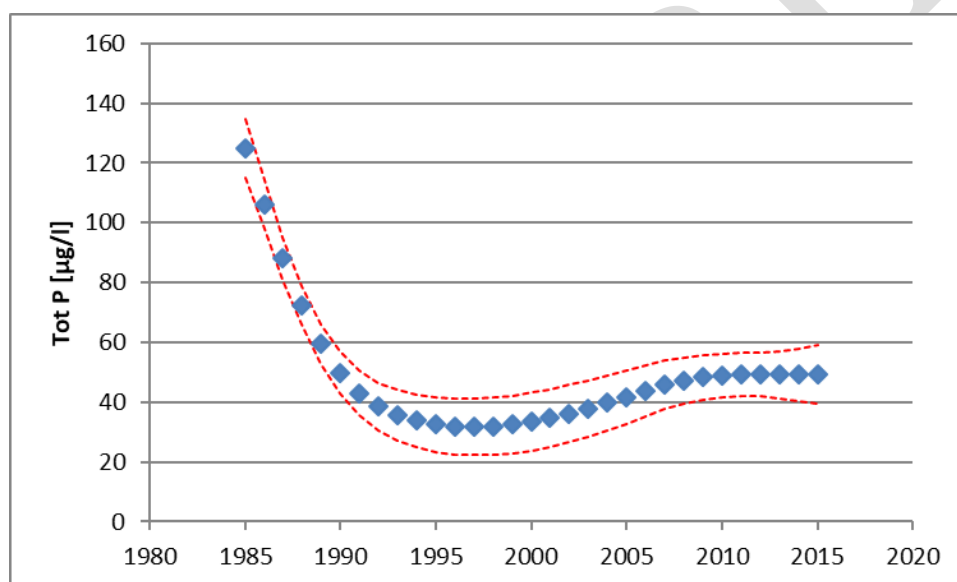
Figur 71. Plott av rådata fra Vann-miljø for suspendert stoff ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) i Skinnerflo (SKI1).



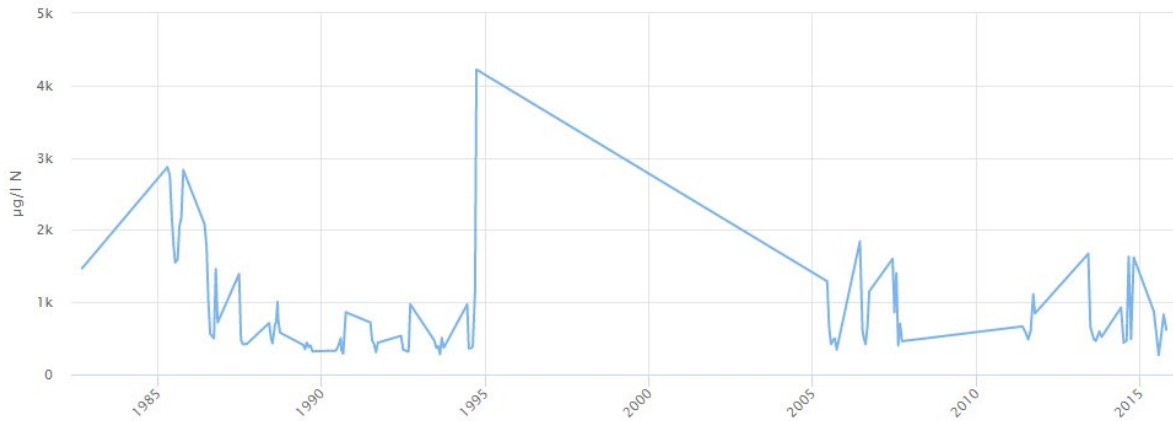
Figur 72. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for suspendert stoff ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) i Skinnerflo (SKI1). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag til dels mangler for midten av perioden.



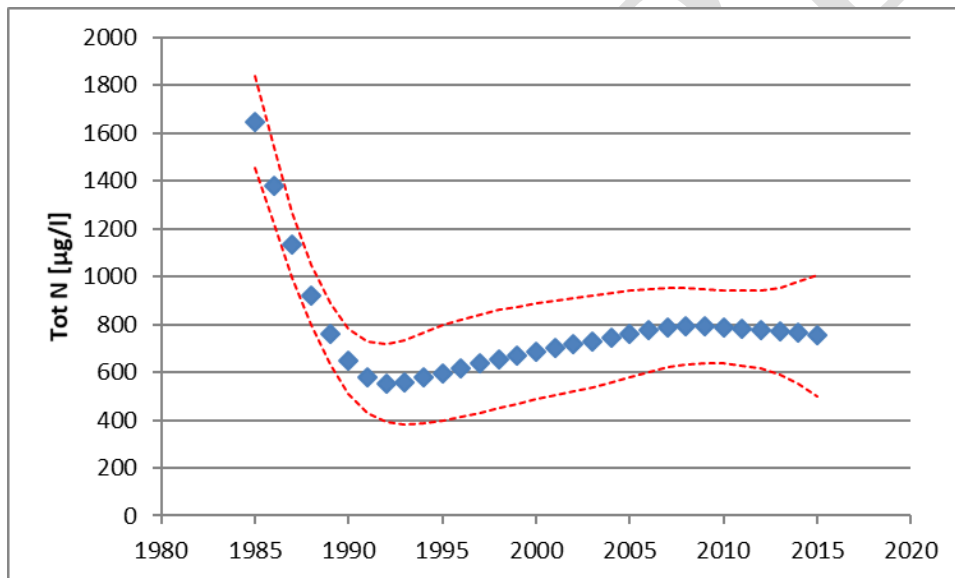
Figur 73. Plott av rådata fra Vann-miljø for totalfosfor (Tot P $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) i Skinnerflo (SK11).



Figur 74. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for totalfosfor (Tot P $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) i Skinnerflo (SK11). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag til dels mangler for midten av perioden.



Figur 75. Plott av rådata fra Vann-miljø for totalnitrogen (Tot N $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) i Skinnerflo (SK11).



Figur 76. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse totalnitrogen (Tot N $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) i Skinnerflo (SK11). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag til dels mangler for midten av perioden.

4.10 Ertevannet

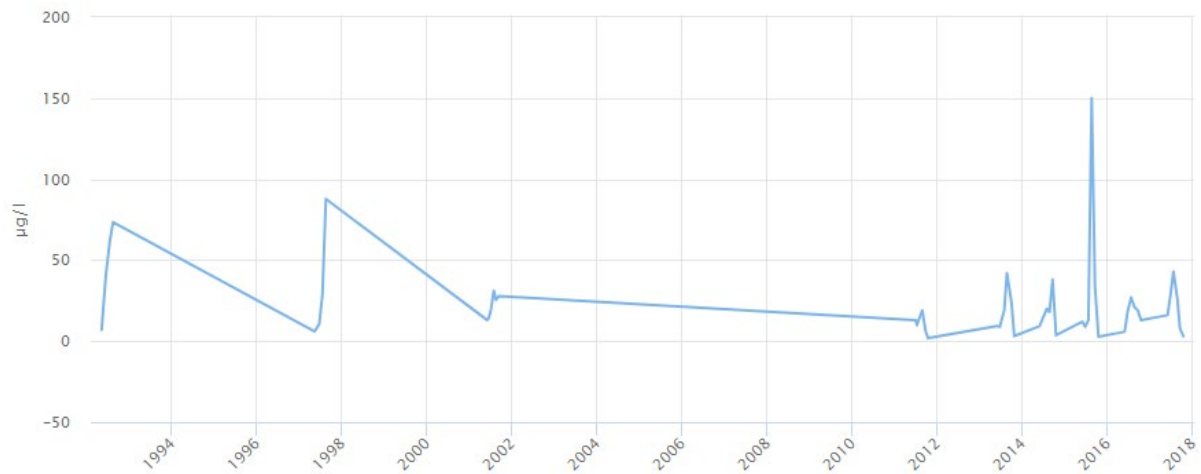
Fra 2011 til 2016 har Ertevannet vært i moderat økologisk tilstand og de dominerende gruppene av alger har vært svelgflagellater (*Cryptomonas*), gullalger (*Synura*) med noen innslag av nåleflagellaten *G. semen* (Simonsen L. 2017). I løpet av 2017 og 2018 har det skjedd en betydelig forverring av tilstanden og innsjøen ligger nå i dårlig økologisk tilstand. Dette skyldes en kraftig oppblomstring av cyanobakterier. Skjeklesjøen har tidvis markant oppblomstring av nåleflagellaten *G. semen* (Simonsen L. 2017).

For Ertevannet har data blitt hentet ut fra Vann-miljø. En litt kortere periode med data benyttes for denne innsjøen sammenliknet med de andre innsjøene vi har sett på, grunnet få tidlige data. Trendanalysene er derfor usikre og må tolkes med forsiktighet. Plott av rådata og trendanalyser er vist i Figur 77 – 87. Data for trendanalyser er vist i tabell 9. Selv om data eksisterer fra flere dyp, har kun integrerte vannprøver fra toppsjiktet for analyse på lab blitt benyttet (0 – 4 meter). Det er fordi det kun er her det eksisterer tilstrekkelig med data for å kjøre trendanalyser.

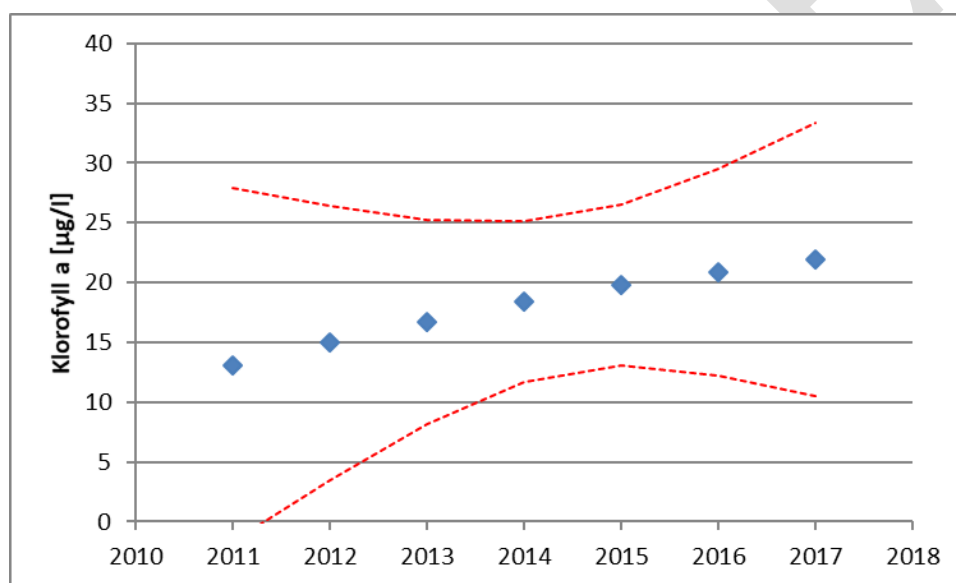
Av biologiske kvalitetselementer viser klorofyll a en svak signifikant økende trend (Tabell 9; Figur 78). De siste årene har det vært en signifikant nedgang i fargetallet i Ertevannet (Tabell 9; Figur 80). Det er som for mange andre innsjøer på Østlandet for de siste årene. Konsentrasjonssvingninger over de siste få årene er trolig vesentlig mer klimastyrte og er nå mindre berørt av sur nedbør (Eikebrokk m. fl. 2017; Haaland m. fl. 2010). Den samme økningen i fargetall fra 1980-tallet og frem til i dag pga tilbakegang av sur nedbør sees også for Ertevannet i Figur 80. For næringsstoffer har det vært en svak signifikant nedgang i konsentrasjonen av totalfosfor og totalnitrogen i Ertevannet (Tabell 9; Figur 86 og 87).

Tabell 9. Mann-Kendall trender for årgjennomsnitt (symbol til venstre for /) og årsmedianverdi for Ertevannet (ERT1). Symbolene ** og * indikerer signifikansnivå på trend, henholdsvis $p < 0.01$ og $p < 0.05$. Rødt og blått symbol indikerer henholdsvis synkende og stigende trend. Symbolet - indikerer ingen signifikant trend. Rådata er integrerte vannprøver fra toppsjiktet i innsjøene (0 – 4 meter).

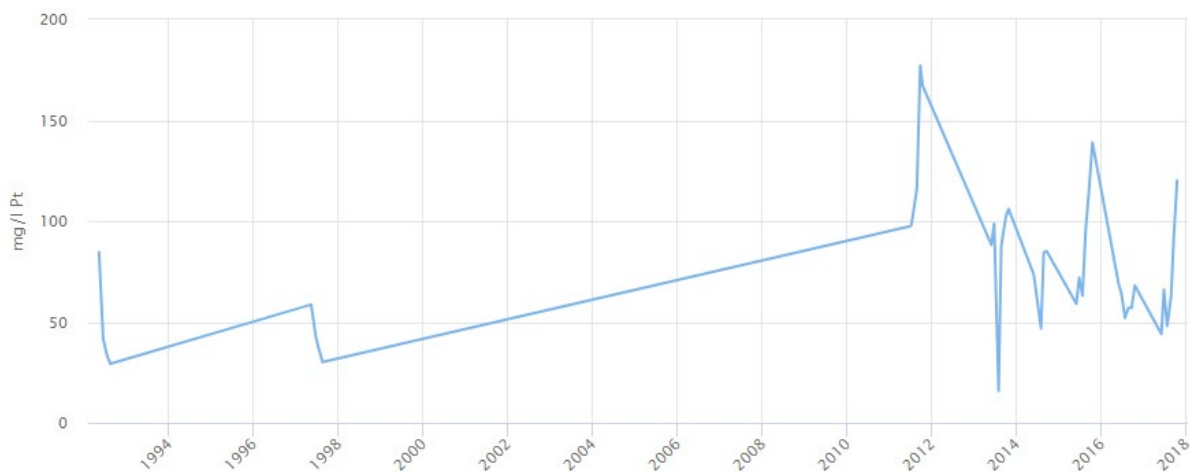
Parameter	ERT
Klorofyll a	-/*
Totalfosfor	*/-
Totalnitrogen	-/*
Nitrat	-/-
Suspendert tørrstoff	-/-
Fargetall	-/*



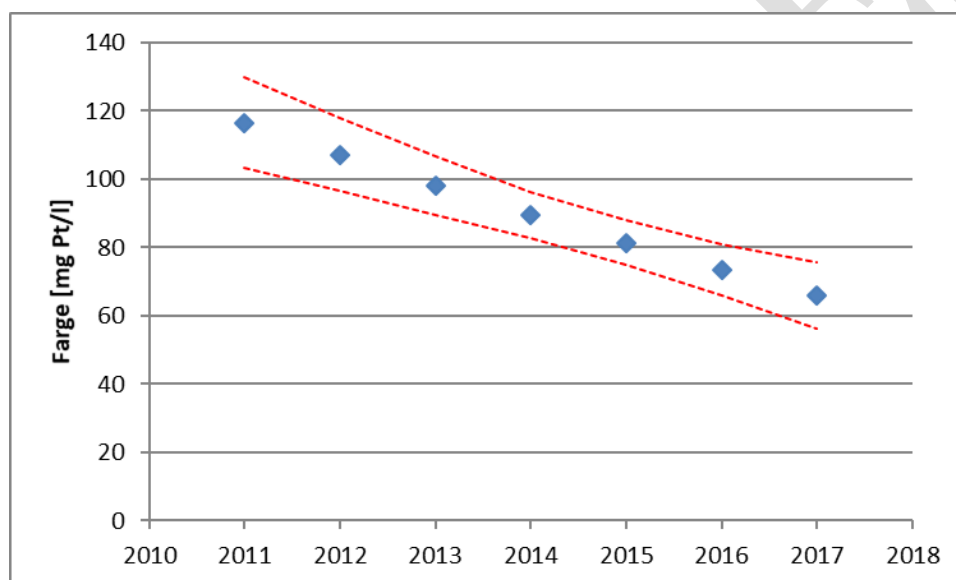
Figur 77. Plott av rådata fra Vann-miljø for klorofyll a ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) i Ertevatnet (ERT).



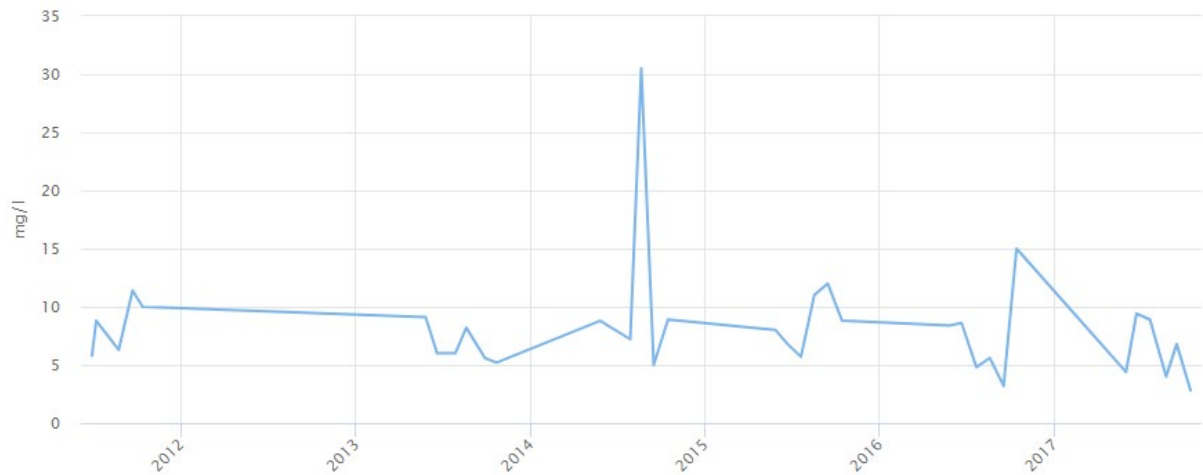
Figur 78. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for klorofyll a ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) i Ertevatnet (ERT). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Merk at datagrunnlag er dårlig for deler av perioden.



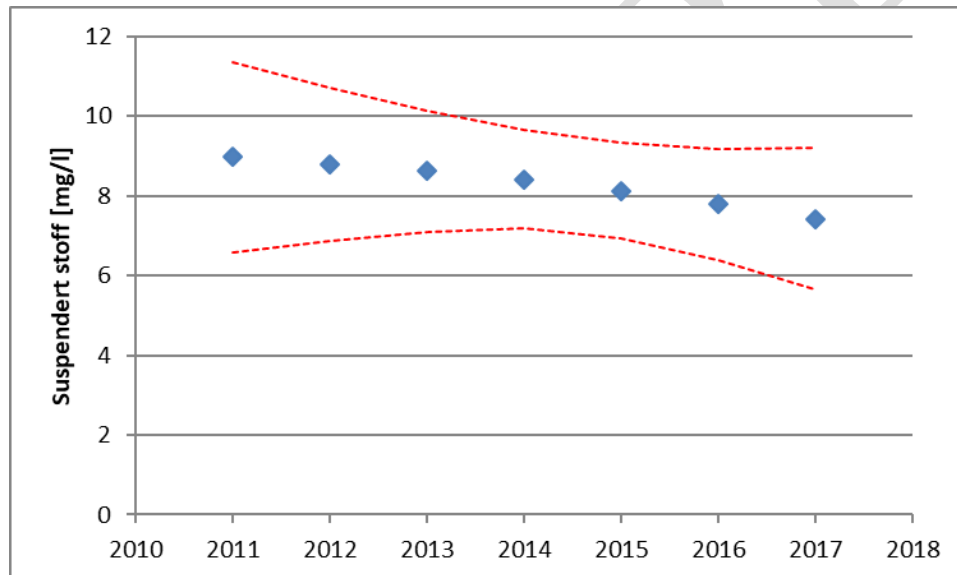
Figur 79. Plott av rådata fra Vann-miljø for fargetall i Ertevannet (ERT).



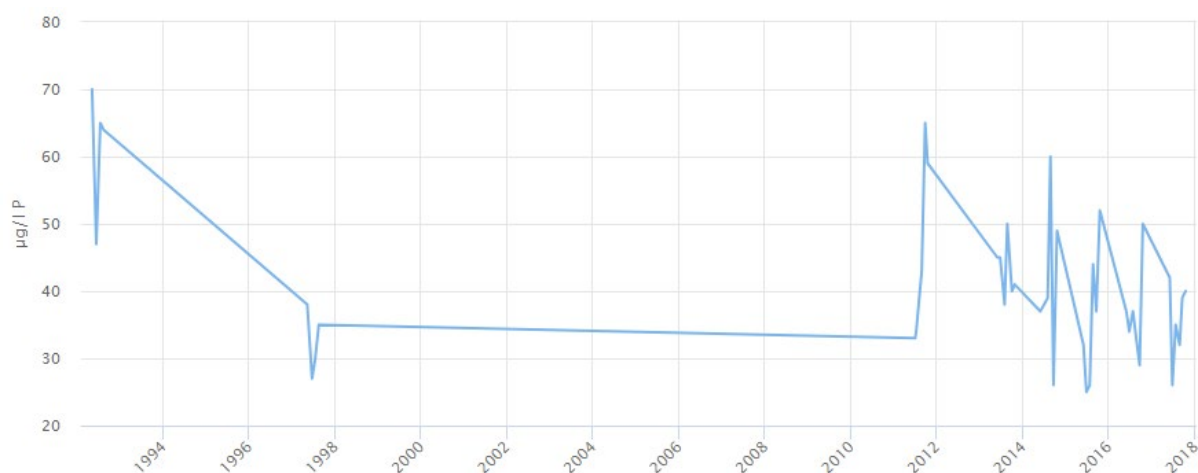
Figur 80. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for fargetall i Ertevannet (ERT). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er noe mangelfullt og at trenden må tolkes med forsiktighet.



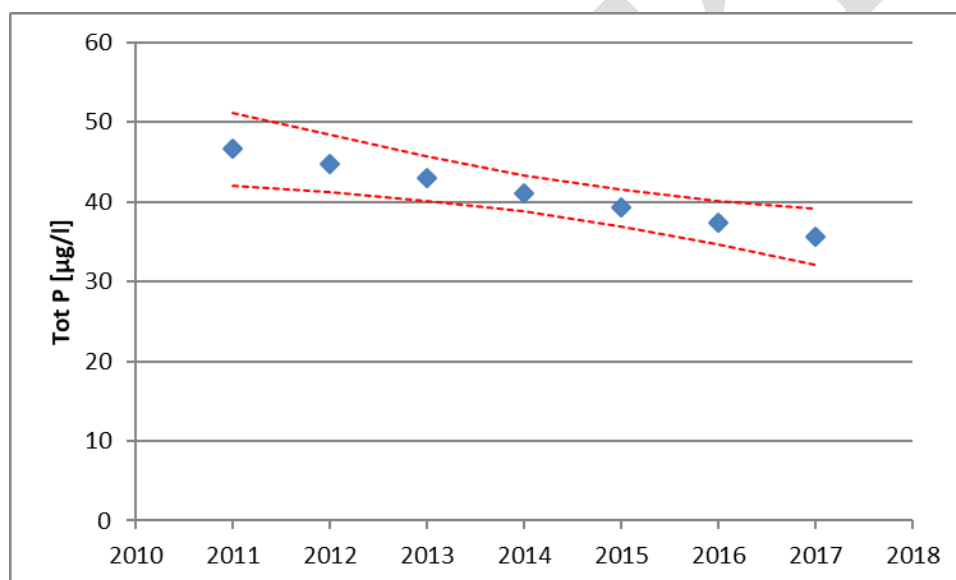
Figur 81. Plott av rådata fra Vann-miljø for suspendert stoff ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) i Ertevannet (ERT).



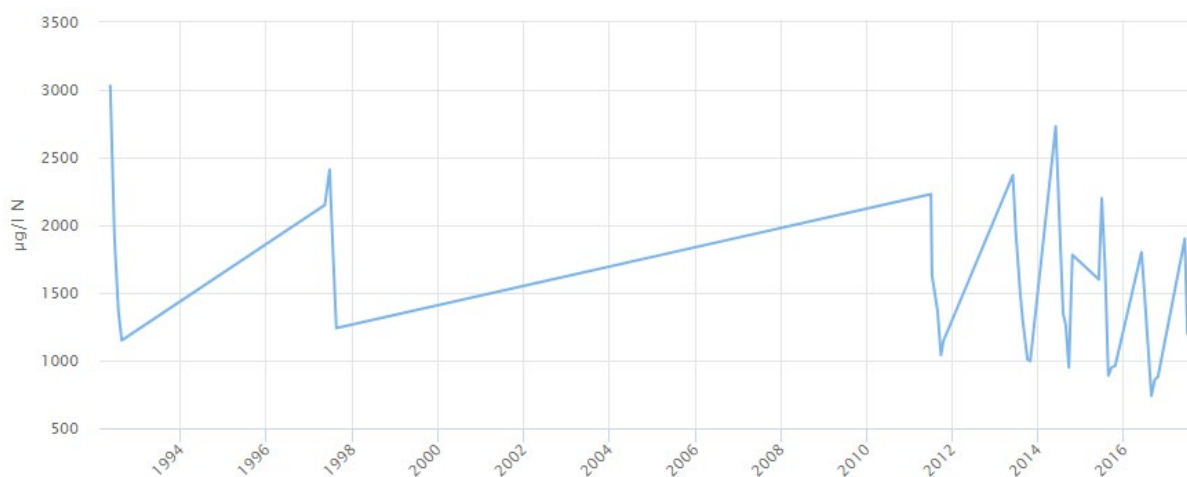
Figur 82. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for suspendert stoff ($\mu\text{m}\cdot\text{l}^{-1}$) i Ertevannet (ERT). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er noe mangelfullt og at trenden må tolkes med forsiktighet.



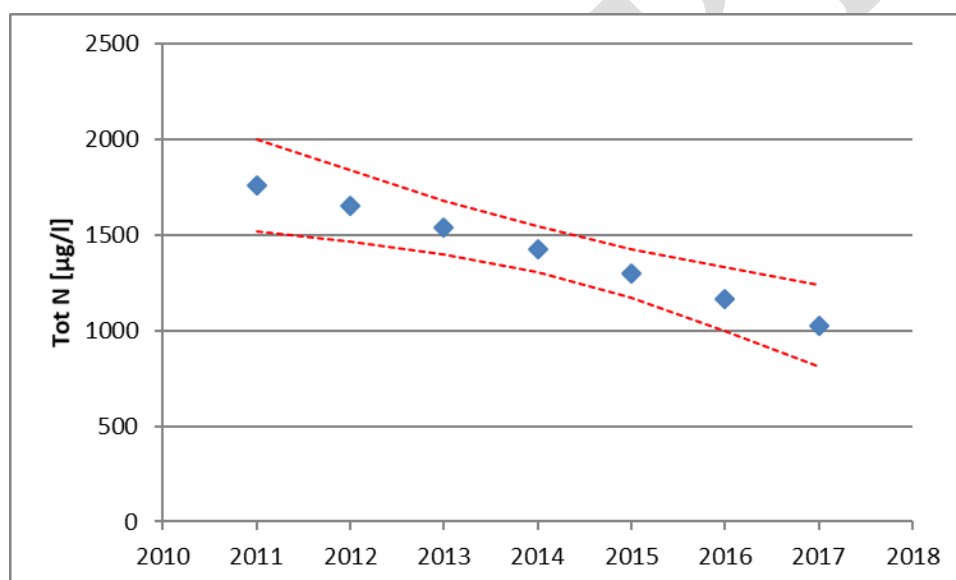
Figur 83. Plott av rådata fra Vann-miljø for totalfosfor (Tot P $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) i Ertevannet (ERT).



Figur 84. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse for totalfosfor (Tot P $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) i Ertevannet (ERT). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er noe mangelfullt og at trenden må tolkes med forsiktighet.



Figur 85. Plott av rådata fra Vann-miljø for totalnitrogen (Tot N $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) i Ertevannet (ERT).



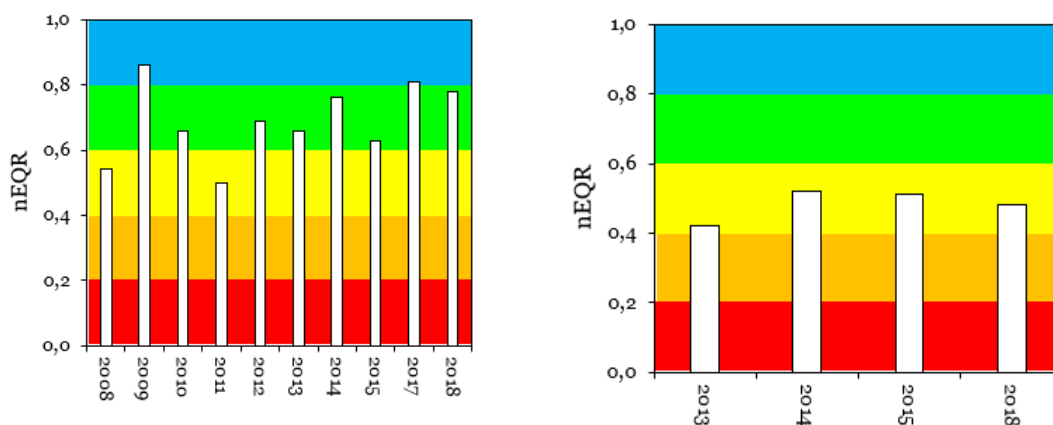
Figur 86. Seasonal Mann-Kendall trendanalyse totalnitrogen (Tot N $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) i Ertevannet (ERT). Det er blandprøver fra 0 – 4 meter som har blitt benyttet. Variasjon mellom månedene (april – oktober) er tatt høyde for i analysen. Firkantene er trendlinjen for konsentrasjonssnitt, og den røde stiplede linjen er standardfeilen. Merk at datagrunnlag er noe mangelfullt og at trenden må tolkes med forsiktighet.

4.11 Glomma nedstrøms Sarpsfoss

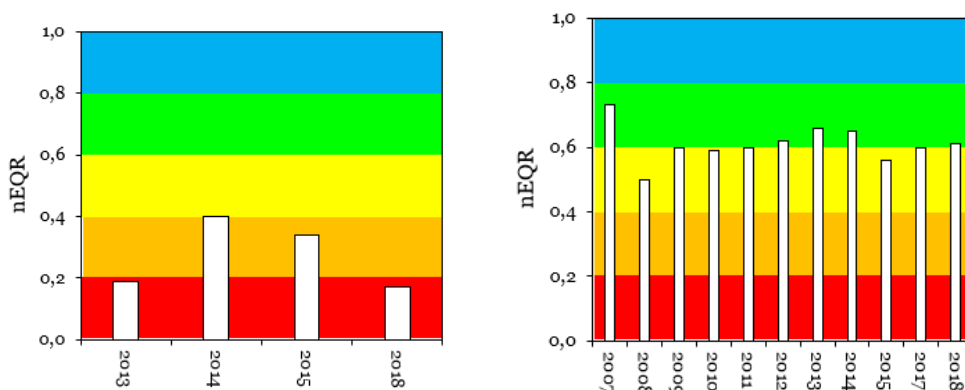
Begroingsalger som er tatt rett oppstrøms Sarpsfoss har fra 2009 til 2014 vært i svært god til god økologisk tilstand, med unntak av 2011 da den økologiske tilstanden var nede i moderat (Bækken et al. 2014). Resultatene fra NIVAs tiltaksrettede overvåking av Glomma ved Borregaard fabrikker i Sarpsborg viser svært dårlig økologisk tilstand for heterotrof begroing, og dette har ikke endret seg i overvåkingsperioden. Fangst av årsyngel av laks på grusørene ved elektrofiske er omtrent den samme fra 2013 til 2016 og er betydelig bedre enn i 2009–2010 (Lindholm et al. 2016). Laksen som ble fanget kom fra naturlig rekruttering. Derimot bunndyrsamfunnet har vært i moderat økologisk tilstand fra 2008 til 2012, mens i 2013 og 2015 var disse i god økologisk tilstand (Lindholm et al. 2016). Ved Sarpsfoss er kalsiumkonsentrasjonene tilsvarende som ved Solbergfoss. Partikkelkonsentrasjonene var noe høyere enn ved Solbergfoss. Konsentrasjonene av fosfor er noe høyere enn ved Solbergfoss, men tilsvarer svært god tilstand i denne type elv. Nitrogenkonsentrasjonen var omtrent den samme som ved Solbergfoss.

Glomma fra Sarpsfossen til samløp Visterflo ved Greåker (002-35-49-R) hadde dårlig økologisk tilstand for bunndyr; svært dårlig økologisk tilstand for laksefisk og heterotrof begroing; og god økologisk tilstand for begroingsalger (Kile et al. 2019a; Kile et al. 2019b). Når det gjelder de vannregionspecifikke stoffer (se forklaring i Veileder 2:2018 Klassifisering) er det krom og sink som har vist konsentrasjoner som overstiger grenseverdiene. Videre nedover i vannforekomsten Glomma fra Greåker til sjøen (002-3551-R), er bunndyrene karakterisert som svært dårlig økologisk tilstand, mens begroingsalgene har moderat økologisk tilstand (Aanes et al. 2016; Kile et al. 2019b)(se Figur 87 og 88).

To bekker som har hatt et sterkere fokus er Grefnesbekken (002-3563-R) og Gatedalsbekken (002-3562-R). Overvåkingen av Grefnesbekken har foregått siden 2009, og viser en svak forbedring totalt sett frem til 2017. Det forekommer fremdeles enkelthendelser med høye bakterieverdier og høyt partikkelinnhold i vannet. Bunndyrene har ikke hatt noen bedring, men begroingsalgene har gått fra svært dårlig til moderat. Bakteriemengden har gått vesentlig tilbake de siste årene. Når det gjelder fosfor viser en enkel regresjon at konsentrasjonen i gjennomsnitt har gått ned med 47%, mens suspendert stoff har en nedgang på 16%. Gatedalsbekken er klassifisert til svært dårlig økologisk tilstand, men det er tatt for få prøver der til å kunne beregne en utvikling over tid.



Figur 87. Den økologiske tilstanden basert på begroingsalger (nEQR) på stasjonen rett ovenfor Sarpsfoss er vist i figuren til venstre. Figuren til høyre er stasjonen som ligger nedstrøms Borregaard Fabrikker. Fargekoder og klassifisering; se Figur 1.



Figur 88. Den økologiske tilstand basert på bunndyr (nEQR) på stasjonen som ligger nedstrøms Borregaard Fabrikker. Figuren til høyre er stasjonen rett ovenfor Sarpsfoss er vist i figuren til venstre. Fargekoder og klassifisering; se Figur 1.

4.12 Glommasjøen

Glommasjøen er en stor og robust resipient, der delnedbørfeltene ikke har særlig innvirkning på vannkvaliteten. Rakkestadelva og Hæra er omtalt tidligere. Sidebekkene på vestsiden av Glommasjøen har en del utfordringer, som høye verdier av koliforme bakterier. Bunndyr og begroingsalger viser samlet sett dårlig tilstand i alle bekkene (Tabell 10), med unntak av Haugsbekken som er i moderat tilstand. Flere av disse bekkene var undersøkt i 2011 og det er lite forandring i økologisk tilstand siden den gang. Haugsbekken har også en brukbar bestand av ørret og hadde god økologisk tilstand for begroingsalger, men moderat for bunndyr i 2011.

Glommasjøen har god økologisk tilstand både på bunndyr og begroingsalger. Når det gjelder fisk er det blitt lagt inn i vann-nett av Fylkesmannen at vannforekomsten har moderat økologisk tilstand. Derimot er det lite data som ligger til grunn for denne vurdering. Det er tatt ut prøver av tungmetaller og de viser god kjemisk tilstand. Det er en forbedring siden 2011 da begroingsalgene var i moderat økologisk tilstand ved Varteig (Haande m. fl. 2012).

Tabell 10. Tilstanden er hentet fra vann-nett og er basert på data fra 2013-2017. Fargekoder og klassifisering; se Figur 1.

Vannforekomst	Nummer	Tilstand PIT	Tilstand ASPT	Samlet tilstand
Mjølkkebergbekken	002-689-R	Orange	Orange	Orange
Hoelsbekken/ Vidnesåa	002-3476-R	Orange	Orange	Orange
Haugen/ Librubekken	002-784-R	Orange	Orange	Orange
Haugsbekken	002-3475-R	Yellow	Yellow	Yellow
Glommasjøen	002-3362-R	Green	Green	Green

4.13 Kystlokaliteter

Trender i tilførsler fra Glomma som overvåkes gjennom Miljødirektoratets Elvetilførselsprogram (RID- Riverine inputs and direct discharges to Norwegian coastal waters) viser at det er en oppadgående signifikant trend fra 1990-2016 for tilførsler av totalnitrogen og fosfat (Kaste et al. 2018). Samtidig har Glomma også hatt en økt vannføring i samme periode, noe som kan forklare økningen i tilførsler (Kaste et al. 2018). Av tilførslene med nitrogen og fosfor til Skagerrak, kommer 1/3 fra bakgrunnsavrenning, 1/3 fra landbruk og 1/3 fra antropogene kilder (Kaste et al. 2018).

Sommeren 2019 gikk Havforskningsinstituttet ut med en pressemelding om at nedgangen for kysttorsken skyldes at også byttedyrene til kysttorsken går ned. Disse funnene baserer seg på en tidsserie som startet tidlig på 1900 tallet. Fiskeridirektoratet har også innført fredingsoner for gytende torsk store deler av kystvannforekomstene til Glomma Sør fra 2019.

I munningen av hovedløpet til Glomma ligger kystvannforekomsten Østerelven (010110405-C), som er brakkvannsområdet rundt Øra. Her har det vært overvåket blæretang for tungmetaller siden 2008. Vannforekomsten har per i dag dårlig kjemisk tilstand på grunn av markert forurensning av krom, jern og titan (Berge and Berge 2016). Dette gjelder også for den neste kystvannforekomsten Ramsøflaket – Østerelven (0101010401). Her er det også funnet oktylfenol og kvikksølv i lever hos torsk, samt perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) i bunnsediment. Det er ellers foretatt en rekke undersøkelser av vannregionspesifikke stoffer, industristoffer, sprøytemidler, samt metaller – ingen har ligget over grenseverdiene (Vann-nett).

4.13.1 Fysisk-kjemiske parametere

Det er også en signifikant økning i tilførsler av nitrogen og fosfor på flere stasjoner i kystvannforekomstene i VGS, og enkelte tider med dårlig siktedyp. Dette knyttes til økt avrenning fra Glomma som også har fått økt vannføring (Walday m. fl. 2018). Tilstanden for vannmassene ved stasjoner nær de åpne delene av fjordområdet klassifiserte til «god» når det gjelder fysisk-kjemiske parametere, mens beskyttede fjordområder har forhøyede nivåer av næringssalter (Walday m. fl. 2018). På flere stasjoner i Hvaler ble det målt lave vinterkonsentrasjoner av nitrat og nitritt. Årsaken er mest sannsynlig vinterproduksjon av planteplankton i overflaten i forkant av målingene (Waday m. fl. 2018).

4.13.2 Bløtbunnsfauna

Alle stasjoner for bløtbunnsfauna i vannforekomst Sandholmene ble klassifisert i god økologisk tilstand. Diversiteten og mangfoldet av arter er normale for Skagerrak, derimot hadde to stasjoner høyt innhold av TOC i sedimentet, som gir en dårlig økologisk tilstand. I forbindelse med utvidelse av Borg Havn ble det tatt bløtbunnsfauna en rekke steder, på stasjonen Kjøkøy (D-2) som ligger et midt i Glomma sitt utløp ved Øra var bløtbunnsfaunaen i moderat økologisk tilstand, mens på Møkkalasset (D10) og Ramsø (I-1) var de i god økologisk tilstand (Borgersen og Walday, 2016; Borgersen et al. 2016).

4.13.3 Makroalger

Fjæresoneundersøkelsene i både Sandholmene og Grimsøykilen viste at arts mangfold var normal for denne kystvannstypen, og det var ingen indikasjon på at stasjonene er eutrofipåvirket. Overvåking av tungmetaller i blæretang har pågått siden 1989 på 10 lokaliteter fra 1,4-21,7 km fra munningen av Glomma. Resultatene har vist at kvikksølv, kadmium, kobber, sink og vanadium kan klassifiseres som ubetydelig-lite forurenset tilstandsklasser ifølge Miljødirektoratets miljøkvalitetskriterier (Veileder 97:03) i alle årene som har blitt undersøkt (Berge 2016). Bly var i konsentrasjoner klassifisert som sterkt forurenset kun i 1995, de andre 9 årene med overvåking har bly vært klassifisert som ubetydelig til lite forurenset. Krom hadde høye verdier i 2011 og ble klassifisert som sterkt forurenset kun det

året, de andre 9 årene har den vært klassifisert som ubetydelig-lite forurenset, med unntak av stasjonen på Kråkerøy (Berge 2016). Titan og jern derimot har på de innerste stasjonene økt siden 1989, og ligger nå på sterkt forurenset helt ut til 11,3 km (Nord-Asmaløy) fra munningen (Berge 2016).

4.13.4 Blåskjell

Fra 2011 til 2014 er det overvåking av forekomst av metallene kvikksølv, kadmium, bly, sink og kobber i blåskjell fra Kirkøy og Singløykvalven. I 2015 ble programmet utvidet til stasjonene Kjøkø, Fugleskjær, Flatskjærene, Kværnskjær og Tilsler. For hele perioden har det vært god kjemisk tilstand på Kirkøy og Singløykvalven, og det har det også vært for de stasjonene som kom til i 2015 (Berge 2016).

4.13.5 Miljøgifter i sediment

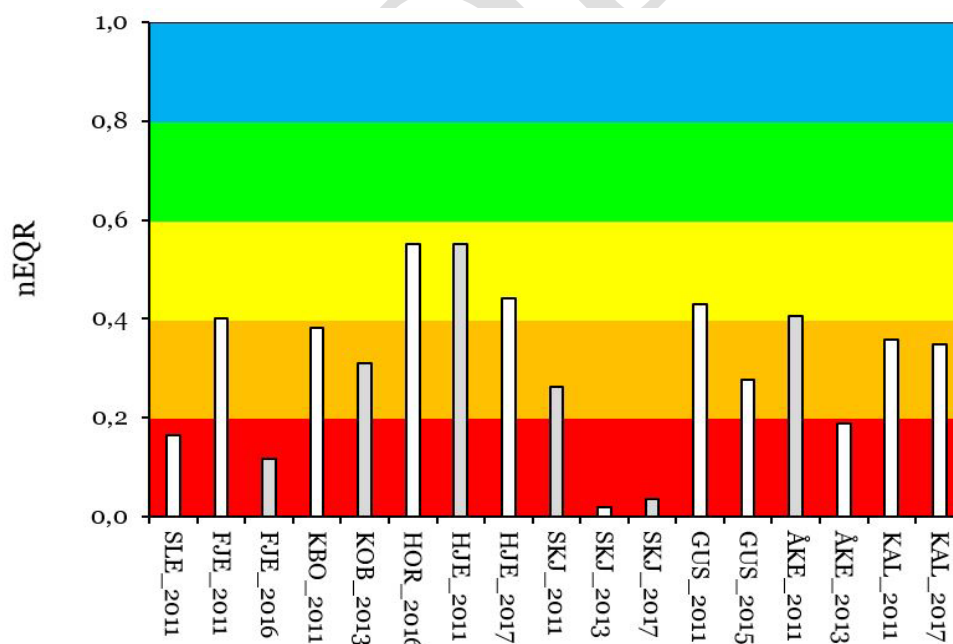
Miljøgifter i sediment viste EQS-verdier som overskrider EUs prioriterte stoffer på samtlige stasjoner i både Sandholmene og Grimsøykilen. Tributyltinn (TBT) nær marinaer er høyt og PAH-forbindelser overskrider EQS-verdiene. Enkelte stasjoner har også høye konsentrasjoner av PCB₇ (Gitmark m. fl. 2018). I forbindelse med utvidelse av Borg Havn ble det tatt miljøgifter etter veileder M-608 i overflatesedimentene en rekke steder, Antracen og PCB₇ hadde konsentrasjoner oppe i moderat på stasjonene Borg 1, Borg 2, Møkkalasset og Svaleskjær. Indeno (1,2,3-cd)pyren og Tributyltinn hadde konsentrasjoner oppe i dårlig tilstand på stasjonene Møkkalasset (Walday et al. 2018).

4.14 Kystbekker

Bekkene langs kysten har måtte vike for økt utbygging av infrastruktur, det gjenspeiles også i deres tilstand. Her er det tatt ut et utvalg på 9 av de 30 viktigste kystbekker i vannområdet (Tabell 11). Bekker av denne typen har høy vannføring en kort periode for så å gå meget raskt tilbake til normal vannføring. Det viser også næringssalt og partikkelkonsentrasjonen. Nesten alle bekkene har en nedgang i konsentrasjoner av *E. coli*, men med tidvis høye enkeltverdier. Begroingsalgene ligger jevnt over rundt moderat tilstand, og en svak forbedring kan sees fra 2011. Bunndyrene har derimot gått ned i tilstand flere steder (se Figur 89). Bekkene Fjelle og Skjeberg har gått fra dårlig økologisk tilstand i 2011 til svært dårlig i 2017.

Tabell 11. Et utvalg av ni av de 30 viktigste kystbekker i vannområdet. De fleste bekkene har begrenset data, de som har data viser at det er stor variasjon i vannkvalitet. Nesten alle bekkene har en svak nedgang av E. coli, men fremdeles innsalg av noen høye verdier.

Vannforekomst	Nummer	Merknad
Slevikbekken	002-1491-R	Lite data
Fjelle/Dale bekken	002-3458-R	Nedgang i koliforme bakterier
Kystbekker Onsøy	002-3550-R	Tidvis høye verdier av koliforme bakterier.
Påvirkede småvassdrag til Singlefjorden	002-3550-R	Lite data
Hjelmungbekken	002-644-R	Nedgang i næringsstofftilførsler og i koliforme bakterier
Skjebergbekken	002-739-R	Viser forbedring på flere parametere
Guslundbekken	002-741-R	Tidvis mye næringsstoffer og koliforme bakterier
Åkentobekken/ Bjønnengbekken	002-745-R	Lite data
Kallerødbekken	003-95-R	Koliforme bakterier går ned, partikkeltransporten er 'stabil'



Figur 89. Økologisk tilstand basert på Bunndyr (nEQR) i de forskjellige kystbekkene i foregående planperiode (hvit) og i denne (grå). Kode i figuren: Slevikbekken (SLE), Fjellbekken (FJE), Kystbekker Onsøy (KBO), Hjelmungbekken (HJE), Skjebergbekken (SKJ), Guslundbekken (GUS), Åkentobekken (ÅKE) og Kallerødbekken (KAL).

5 Diskusjon

5.1 Spesielle vanntyper i vannområdet

Store deler av nedbørfeltene ligger under marin grense i vannområdet Glomma Sør, og nedbørfeltene er dekket marine avsetninger. For leirvassdrag (vanntype R111) er miljømålet for Tot-P estimert til å være 2 x naturtilstanden (tabell 7.9a, fra Veilederen 02:2018). Vassdrag som har marine leirtyper i nedbørfeltet har naturlig et rikt innhold av mineralsk (apatitt) fosfor, derfor er det en sterk sammenheng mellom suspendert stoff (SS) og totalfosfor (Tot-P). Har vassdraget mye erosjon, vil derfor både SS- og Tot-P-konsentrasjonene bli naturlig høye. Det er få steder der det er et naturlig leirvassdrag som ikke er påvirket av menneskelig aktivitet som kan brukes som referansevassdrag. Det henger sammen med at biologien i leirvassdrag ikke er upåvirket og er allerede er stresset. Dette vil da påvirke naturtilstand som settes som referanse. Her er det naturlig høyt innhold av næringsstoff og partikler, som gir naturlig dårlige lysforhold. Derfor har det ikke blitt laget biologiske klassegrenser for leirvassdrag. Det som benyttes til klassifiseringen er Tot-P og løst ortofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$ i filtrert vannprøve). Miljømålet for god/moderat-grensen for $\text{PO}_4\text{-P}$ er satt til $10 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ i gjennomsnitt av minimum 8 prøver i året, ved normale vannføringer. Høyere konsentrasjoner av ortofosfat kan tyde på antropogene tilførsler. Analysene og trendene i denne rapporten med hensyn til økologisk tilstand må ses i forhold til naturtilstanden som kan bli forandret når eventuelle klassegrenser er på plass.

5.2 Rakkestadselven og Lekumelven

Kommunene jobber kontinuerlig med å forbedre vann og avløpssystemene for å begrense utslippene til Rakkestadselven. Målet er å få flere av de private avløpssystemene over til kommunalt nett. Trendanalysen viser at det er en økning av avrenning av totalnitrogen, som viser en dobling av mengden nitrogen pr år fra 2006-2016. Denne økingen av nitrogen kan skyldes et etterslep på utbygging av kommunalt nett, enkelte pumpestasjoner fungerer dårlig, mye av nettet er ikke separert og det går i overvann i nedbørsperioder. Kommunen har pålagt utbedring av spredte avløpsanlegg, men ligger på etterskudd med oppfølging og tilsyn. Spredte avløpsanlegg som ikke fungerer optimalt kan bidra med nitrogen og fosfor til resipient. Videre er kommunen i dialog med fylkesmannen om utbedringer og oppfølging av avvik på renseanlegg etter utslippstillatelsen. Landbruket har igjennom tiltak flere tiår gjennom regionalt miljøprogram og spesielle miljøtiltak i jordbruket. Det anbefales at disse tiltakene fortsetter, og at det dessuten vurderes å øke innsatsen. Landbruket i området har regionale miljøkrav, men ikke så strenge som f.eks. i Vannområdene Haldenvassdraget og Morsa. Det blir ikke minst viktig i et endret klima med fare for økt avrenning. Anbefalte tiltak omfatter bl.a. miljøvennlig jordarbeiding, plante vegetasjon og anlegge gode buffersoner mot vassdragene (gjødslingsfrie), gjødsling etter norm på alle jorder, samt fangdammer der disse kan anlegges. Særlig kan det være stor erosjon i ravedaler, og tiltak i disse bør vurderes.

I 2018 utførte NIBIO beregninger med Agricat 2 modellen for å vurdere hvordan jordbrukstiltakene kan optimaliseres (Starkloff et al. 2018). Anbefalingen var å øke andelen i stubb gjennom vinteren på bratteste jordene (erosjonsklasse 3 og 4). Dette tiltaket ble estimert til en kostnad på 2 millioner kr. Derimot er tiltaket som gir best effekt å legge hele området i stubb, men det er 5 ganger så dyrt. Det er beregnet at dette kan gi en reduksjon av fosfortilførsel på 40% (Starkloff et al. 2018).

Det er laget en god gjennomgang av kantvegetasjon langs Dørja fra Kåen mølle til Rakkestad sentrum. Her er det gitt en rekke anbefalinger til tiltak og skjøtselsplan for disse områdene (Colman m. fl. 2016 a, b). Disse anbefalingene kan også bidra til å begrense partikkeltilførselen og nærings salt til vassdraget, da Dørja har 71% leirdekningsgrad.

Ovenfor marin grense er det behov for tiltak da enkelte deler av nedbørfeltet er preget av ettervirkningene etter sur nedbør (Roseth og Johansen 2018). Et tiltak i Degernesfjella kan være å begynne med bekkekalking for å få opp naturlig gyting av ørret.

Trendanalysen i Lekumelven viser at fosfor er på vei ned, og at det har minket med et halvt tonn i årstiltførsel på 12 år. Suspendert stoff har større variasjon, her er det også en svak nedgang. Derimot ser det ut til at nitrogen er på vei opp. De samme anbefalingene som for Rakkestadelva gjelder også for Lekumelven, ved å øke andelen i stubb gjennom vinteren på bratteste jordene (erosjonsklasse 3 og 4). Dette blir ikke minst viktig i et endret klima med fare for økt avrenning. Anbefalte tiltak omfatter derfor bl.a. miljøvennlig jordarbeiding, plante vegetasjon og anlegge gode buffersoner mot vassdragene (gjødslingsfrie), gjødsling etter norm på alle jorder, samt fangdammer der disse kan anlegges. Særlig kan det være stor erosjon i ravinedaler, og tiltak i disse bør vurderes.

Det er laget en god rapport som har gjennomgått kantvegetasjon langs Lekumelven. Det er gitt en rekke anbefalinger til tiltak og skjøtselsplan (Colman m. fl. 2016 a, b), som gir mindre erosjon i kantene og vil holde tilbake nærings saltene som fra landbruksområdene. En gjennomføring av disse tiltakene kan redusere partikkeltransporten.

5.3 Solbergfoss

Siden 1988 har den økologiske tilstanden til planteplanktonet i Øyeren vært i svært god økologisk tilstand (Bækken m. fl. 2015). Det er også svært god til god økologisk tilstand mht begroingsalger ved Solbergfoss fra 2009 til 2014 (Bækken m. fl. 2015). Også bunndyrsamfunnet har vært i god økologisk tilstand de seneste årene. Fosforkonsentrasjonen ligger i god til svært god tilstand og nitrogen konsentrasjonene er noe dårligere og på grensen til moderat. På grunn av det store nedbørfeltet til Glomma oppstrøms Solbergfoss, er det lite som kan gjøres av eventuelle lokale tiltak for å forbedre tilstanden.

5.4 Innsjøene

Isesjø har en signifikant nedgang i klorofyll a, men det er også stor variasjon mellom år. Tunevannet, Ertevannet og Lundebyvannet har antydninger til økende trender av klorofyll a. Trender i klorofyll a kan derimot være utfordrende å vurdere i Vannområdet. I innsjøer som Lundebyvannet og Isesjø kan algen *G. semen* effektivt utnytte fosforkilder som er lagret i innsjøsedimentet, en tilnærmet stor kilde til fosfor (Rochlack og Haaland 2017). Ved perioder med kraftige oppblomstring av *G. semen* kan bl.a. også nitrat brukes helt opp, slik at det ikke er fosfor som blir begrensende faktor (jf Rohrlack 2018; samt data i Vann-miljø). I forbindelse med vurdering av tiltak for å begrense høye konsentrasjoner av klorofyll a og tidvis høy algebiomasse, bør trolig det å redusere nitrattilførsler fra nedbørfeltet sees nærmere på. I Tunevannet og Lyseren ser det ut til å ha vært en økende trend av fosfor. I Tunevannet har det også vært en svak signifikant økning i klorofyll a, så det kan kanskje tyde på økte algeoppblomstringer via økte fosfortilførsler fra nedbørfeltet. Det er mulig at årsaken til at det fortsatt er algeoppblomstringer i Tunevannet skyldes at det tar lang tid å se effekter av de gjennomførte tiltakene, og oppholdstiden i Tunevannet er 6 år. Det er en økning i fargetall over de siste ti-årene for flere av innsjøene (jf. Vann-miljø og figurene i denne rapporten). Dette skyldes hovedsakelig tilbakegang i sur nedbør. Klimavariasjon som mengde nedbør og temperaturforskjeller kan nå trolig gi større utslag på fargetall mellom år enn tidligere (Eikebrokk et. al. 2017). De siste årene i Ertevannet viste en signifikant nedgang i farge for de siste få årene, og er trolig klimarelatert. Oppsummerende tabell for trender i innsjøene er gitt i Tabell 12.

Tabell 12. Mann-Kendall trender for årsgjennomsnitt (symbol til venstre for /) og årsmedianverdi for utvalgte innsjøer i Vannområdet Glomma sør for Øyeren. Symbolene ** og * indikerer signifikansnivå på trend, henholdsvis $p < 0.01$ og $p < 0.05$. Rødt og blått symbol indikerer henholdsvis synkende og stigende trend. Symbolet - indikerer ingen signifikant trend. Rådata er integrerte vannprøver fra toppsjiktet i innsjøene (0 – 4 meter).

Parameter	LUN1	ISE2	TUN1	LYS1	SKI1	ERT
Klorofyll a	* / -	** / **	- / **	- / -	- / -	- / *
Totalfosfor	- / -	- / *	** / **	* / **	- / -	* / -
Totalnitrogen	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / *
Nitrat	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -
Suspendert tørrstoff	- / -	- / -	- / -	* / -	- / -	- / -
Fargetall	* / *	- / -	** / **	* / **	- / -	- / *

5.5 Glomma og Glommasjøen

Sarpsfoss er i god økologisk tilstand, men ligger helt nede på grensen til moderat økologisk tilstand. Sarpsfoss havnet i 2011 i tilstandsklassen moderat pga et defekt kloakkrør. På denne strekningen av Glomma har det alltid vært mye antropogen påvirkning. Her ligger det meste av Østfolds industri og det er en rekke direkte utslipp til resipient på dette strekket. NIVA har overvåket biologiske og kjemiske kvalitetselementer i Glomma oppstrøms og nedstrøms Borregaard Fabrikker fra 2013 til 2018. Dette for å dokumentere effekter av bedriftens utslipp på økologiske og kjemiske forhold i vassdraget. Prøver av bunnfauna, alger og heterotrof begroing tyder på at bedriftens utslipp påvirker nedre Glomma. Referansestasjonen oppstrøms Borregaard Fabrikker er i god tilstand, mens samtlige stasjoner nedstrøms er i moderat eller dårlig økologisk tilstand. Kjemisk tilstand er god både opp- og nedstrøms utslippspunktene (Kile m. fl. 2019a). NIVA rapporterte at biologiske kvalitetselementer har en noe redusert tilstand nedstrøms utslipp fra Unger Fabrikker AS (Kile et al. 2019b). Dette gjaldt særlig for bunnfaunaen, som var i dårlig tilstand oppstrøms og i svært dårlig tilstand nedstrøms (Aanes et al. 2016). Myndigheten til å skjerpe miljøkravene ligger hos Miljødirektoratet.

Det økologiske tilstanden til Glommasjøen er god. Stasjonene både oppstrøms og nedstrøms viser god økologisk tilstand. Alle næringssaltene i Glommasjøen er i svært god tilstand. Den kjemiske tilstanden er også god. Alle sidebekkene som drenerer inn mot Glommasjøen er derimot i moderat eller i dårlig økologisk tilstand. Tilstanden for fisk er satt til moderat, men er ikke tatt med i vurderingen da dataene er meget usikre. Det anbefales å gjøre grundigere undersøkelser av fiskesamfunnene for å se om det er noen hydromorfologiske tiltak som kan gjennomføres. For den delen av strekningen der anadrom laksefisk gyter under Vamma, anbefales det å lage et eget tiltaksprogram.

5.6 Kystlokaliteter og kystbekker

Alle de store vannforekomstene av kystvann er i svært god til god økologisk tilstand med hensyn til biologiske kvalitetselementer, med unntak av Singlefjorden og Østerelven som er i moderat økologisk tilstand. De litt mindre vannforekomstene som har relativt liten utskifting av vann som Vauerkilen, er i dårlig økologisk tilstand. Her er påvirkningene satt til middels og tiltak omfatter utbedring av

separerte avløpsanlegg. Hunnebotn som er i svært dårlig økologisk tilstand. Denne vannforekomsten har stor grad av påvirkning fra landbruksavrenning.

Vannområdet har lang kystlinje med mange bekker som drenerer rett ut i sjøen, ofte med svært liten vannføring (0,04-0,02 m³ s⁻¹). Mange av disse bekkene er kartlagt med hensyn på anadrom laksefisk, og viser en merkbar forbedring (Karlsen 2015). Derimot er det lite data på andre registreringer når det gjelder andre biologiske kvalitetselementer. Siden bekkelukking har blitt foretatt i begrenset omfang de siste årene, har dette trolig motvirket ytterligere tap av habitater.

Fremdeles er det flere av bekkene der det kuttet ned kantvegetasjon og de blir kanalisert. Derfor er det bra at en har fått på plass en forvaltningsplan for de tre sjørretbekkene Elingårdsbekken, Slevikbekken og Skjebergbekken (Sandem og Simonsen, 2019). Forslag til biotopforbedrende tiltak i sjørretbekken Guslundbekken i Sarpsborg ble utarbeidet i 1997, dette har blitt fulgt opp med en rekke tiltak (Simonsen 1997). Verneplanene for Ytre Hvaler nasjonal park setter begrensinger på aktivitet i kystvannforekomstene som over tid kan føre til en bedring av vannkvaliteten. Et viktig tiltak er å legge inn hensynsoner langs disse bekkene inn i kommunenes planverk når det gjelder kantvegetasjon (se § 11 i vassresusloven) og registrere anadrom strekning inn i kommunens kart. Dette kan hjelpe saksbehandlere i plan å få tatt riktige avgjørelser når det gjelder utbygging i/ved sjørretbekker.

6 Konklusjon

6.1 Generelle trender

Glomma sitt hovedløp er påvirket av hva som skjer oppstrøms Solbergfoss. Her har det vært bra vannkvalitet i flere år, noe vi ser ned til Sarpsfoss. Lengre nede i vassdraget har Glomma lenge vært sterkt preget av industriutslipp. Trendanalysene i Rakkestadelva antyder at tiltak over lang tid gir resultater, og tilførsler av fosfor og suspendert stoff har gått ned. Dette er også tilfelle for fosfor i nabovassdraget Lekumelven/Hera. For innsjøene Tunevannet og Lyseren er det derimot en generell økende trend i fosfortilførsler og i Tunevannet er det også tendenser til økt konsentrasjon av klorofyll a. Endringer i klorofyll a konsentrasjonen finner man også i Lundebyvannet og Isesjø, men trendene behandles varmsomt pga tilstedeværelse av algen *G. semen*. Dette gjelder særlig for Lundebyvannet der konsentrasjonen av *G. semen* kan bli svært høye. Endringer av fargetall i innsjøene har modifisert vannkvaliteten over tid i flere av innsjøene. Det er generelt ingen signifikante endringer i konsentrasjon av suspendert stoff i innsjøene. De store vannforekomstene av kystvann i vannområdet er med få unntak stabile og i god til svært god tilstand, mens de litt mindre kystnære vannforekomstene med relativt liten utskifting av vann er i vesentlig dårligere økologisk tilstand. Mange av de kystnære bekkene som drenerer rett ut i sjøen, viser en merkbart forbedring med hensyn på anadrom laksefisk. Siden bekkelukking har blitt foretatt i begrenset omfang de siste årene har dette trolig motvirket ytterligere av tap av habitater. Derimot er det mange av bekkene som har dårlig økologisk tilstand da det gjelder de biologiske kvalitetselementene. Samtidig som det er en svak bedring av fekal forurensing.

6.2 Bedre tilpasset biologiske klassegrenser

Vannområdet har en del tekniske utfordringer opp mot Vannforskriften. Vannforskriften har per i dag ikke definerte klassegrenser for biologiske kvalitetselementer for leirvassdrag. Her finnes det kun klassegrenser for totalfosfor og ortofosfat (Veileder 2:2018 Klassifisering). Andre utfordringer er bruk av siktedyp til vurdering av økologisk tilstand i humøse innsjøer, da dagens grenser i Vanddirektivet trolig er for strenge mht lysbegrensning, sett i forhold til naturlig høye konsentrasjoner av naturlig organisk materiale (NOM). Som nevnt over er det også en utfordring med innsjøer med kraftig oppblomstringer av *G. semen*. Bedre tilpassete biologiske klassegrenser vil trolig endre økologisk status i flere av vannforekomstene til det bedre.

Litteratur

- Aanes, K. J., M. R. Kile & K. J. P. m. Aanes, 2016. Tiltaksrettet overvåking av potensielle effekter av utslipp fra Unger Fabrikker AS på økologisk tilstand i nedre del av Glomma i 2015. Norsk institutt for vannforskning.
- Arnesen, J.F. 2019. Årsrapport overvåking Glomma Sør for Øyeren 2018. Driftassistansen i Østfold IKS. 26 sider.
- Berge, J. A. & J. A. P. m. Berge, 2016. Tiltaksrettet overvåking av Glommas munningsområde og Hvalerområde for Kronos Titan AS og Borregaard AS. Norsk institutt for vannforskning.
- Borch, H., M. Lindholm, P. Stålnacke, S. Turtumøygard, E. Iversen, T. Tjomsland, Ø. Weholt & M. P. m. Lindholm, 2008. Statusrapport for Glommavassdraget i Østfold. Norsk institutt for vannforskning.
- Borgersen, G., M. Walday & M. P. m. Walday, 2016. Overvåking av Ytre Oslofjord 2014-2018. Bentsundersøkelser i 2015. Fagrapport Monitoring of outer Oslofjord 2014-2018 Benthos Surveys in 2015 Technical report. Norsk institutt for vannforskning.
- Brkljacic, M. S., G. Borgersen, J. K. Gitmark, E. Rinde, L. A. Tveiten & M. S. P. m. Brkljacic, 2017. Undersøkelser i kystvann i Østfold 2016 - Hunnebotn og Vauerkilen. Norsk institutt for vannforskning.
- Bækken, T., M. R. Kile, H. Edvardsen, B. Skjelbred & T. P. m. Bækken, 2014. Overvåking av Glomma, Vorma og Øyeren 2013 Monitoring of the Rivers Glomma, Vorma and Lake Øyeren, SE Norway 2013. Norsk institutt for vannforskning.
- Colman E. Jonathan , R. O. T., Ryvarden Leif, Gregersen Finn, Flydal Kjetil, Meland Vegard, Snilsberg Petter 2016. Kantsonplan for to strekninger av Lekumelva i Eidsberg og Dørja i Rakkestad –Del 1: Bakgrunn med generelle forhold og anbefalinger. vol 03. NaturRestaureringsrapport, 54.
- Colman Jonathan E. , R. O. T., Ryvarden Leif , Gregersen Finn, Flydal Kjetil , Meland Vegard , Snilsberg Petter 2016. Kantsonplan for to strekninger av Lekumelva i Eidsberg og Dørja i Rakkestad – Del 2: Konkrete tiltaksbeskrivelser og kart. vol 03. NaturRestaurering AS, Asplan Viak og Multiconsult, NaturRestaureringsrapport, 33.
- Eikebrokk, B., Haaland, S., Zahlsen, K., Vogt, R.D. 2018. NOMiNOR: Naturlig organisk materiale i nordiske drikkevann. Norsk Vann Rapport 230/2018.
- Gitmark, J. K., G. Borgersen, M. S. Brkljacic, J. Håvardstun & A. Staalstrøm, 2018. Undersøkelser i kystvann Østfold 2017: Sandholmene og Grimsøykilen Monitoring of coastal waters in Østfold 2017: Sandholmene and Grimsøykilen. Norsk institutt for vannforskning.
- Grimvall, A., Hussian, M. and Libiseller, C. , 2005. Semiparametric smoothers for trend assessment of multiple time series of environmental quality data Linköping University.
- Haaland, S., Hongve, D., Laudon, H., Riise, G., Vogt, R.D. 2010. Quantifying the Drivers of the Increasing Colored Organic Matter in Boreal Surface Waters. Environ Sci Technol 44: 2975-2980. doi:10.1021/es903179j.
- Haande, S., T. Eriksen, M. Kile, C. Hagman, H. Borch, R. Brænden, J. F. Arnesen, L. Raudsandmoen & S. P. M. Haande, 2012. Tilstandsklassifisering av vannforekomster i Vannområde Glomma Sør for Øyeren (2011) i henhold til vannforskriften. NIVA rapport. 152 sider.
- Hagman, C.H.C., Ballot, A., Hjermann, D.Ø., Skjelbred, B., Brettum, P., Ptacnik, R. 2015. The occurrence and spread of *Gonyostomum semen* (Ehr.) Diesing (Raphidophyceae) in Norwegian lakes. Hydrobiologia 744: 1-14.

- Hagman, C.H.C., Skjelbred, B., Thrane J.-E., Andersen, T., de Wit H.A. 2018. Growth responses of the nuisance algae *Gonyostomum semen* (Raphidophyceae) to DOC and associated alterations of light quality and quantity. DOI: <https://doi.org/10.3354/ame01894>. AME. 82: 241-251.
- Hongve, D., Løvstad, Ø. & Bjørndalen, K. (1988): *Gonyostomum semen* – a new nuisance to bathers in Norwegian lakes. – Verh. Internat. Verein. Limnol. 23:430-434.
- Karlsen, L. R., 2015. 20 år med el-fiske av sjørretbekker i Østfold (1996-2015) Rapport (Norge Fylkesmannen i Østfold Miljøvernavdelingen : trykt utg). vol 3/2015. Fylkesmannen i Østfold, Miljøvernavdelingen, Moss, 1-224.
- Kaste, Ø., E. Skarbøvik, I. Greipsland, C. B. Gundersen, K. Austnes, L. B. Skancke, J.-L. Guerrero & J. E. Sample, 2018. The Norwegian river monitoring programme – water quality status and trends 2017 Elveovervåkingsprogrammet – vannkvalitetsstatus og -trender 2017. Norsk institutt for vannforskning.
- Kendall, M.G. 1975. Rank Correlation Methods, 4th edition, Charles Griffin, London.
- Kile, M. R., J. L. Kemp, E. E. Andersen, E. Lund, S. B. Ranneklev & J. Thaulow, 2019a. Tiltaksrettet overvåking av Glomma ved Borregaard 2018 Operational monitoring of Glomma at Borregaard 2018. Norsk institutt for vannforskning.
- Kile, M. R., J. L. Kemp, S. B. Ranneklev & E. E. Andersen, 2019b. Tiltaksrettet overvåking av potensielle effekter av utslipp fra Nordic Paper AS på økologisk og kjemisk tilstand i nedre del av Glomma i 2018 Operational monitoring of Glomma at Nordic Paper AS 2018. Norsk institutt for vannforskning.
- Kværnø, S., H. Borch, I. Greipsland, A. G. Blankenberg, H. Eggestad & M. Bechmann, 2014. Beregning av landbruksavrenning i et utvalg av vannområder i vannregion Glomma. Bioforsk.
- Lindholm, M., M. R. Kile, E. Lund, J. Thaulow, M. H. Myren & M. P. M. Lindholm, 2016. Tiltaksrettet overvåking av Glomma ved Borregaard 2016 ; Operational monitoring of Glomma – emissions from Borregaard Ind. Ltd. Norsk institutt for vannforskning.
- LiU (Linköping University) (2008). <http://www.ida.liu.se/divisions/stat/research/>. Accessed 2008-08-20.
- Mann, H.B. 1945. Non-parametric tests against trend, *Econometrica* 13:163-171.
- Naustvoll, L. J., M. Norli, J. R. Selvik & M. G. Walday, 2018. Overvåking av Ytre Oslofjord 2014-2018. Tilførsler og undersøkelser i vannmassene i 2017. Fagrapport ; Overvåking av Ytre Oslofjord 2014-2018. Tilførsler og undersøkelser i vannmassene i 2017. Fagrapport. NIVA.
- Ptacnik, R., Solimini, A.G., Brettum, P. 2009. Performance of a new phytoplankton composition metric along a eutrophication gradient in Nordic lakes. *Hydrobiologia* 633:75–82
- Rohrlack, T. 2018. Low temperatures can promote cyanobacterial bloom formation by providing refuge from microbial antagonists. *AIMS Microbiology*. DOI: 10.3934/microbiol.2018.2.304.
- Rohrlack, T. & Haaland, S. 2017. Paleolimnologisk undersøkelse av Lundebyttjern i Eidsberg kommune. MINA fagrapport 44. ISSN: 2535-2806. 20 sider.
- Rohrlack, T. & Haaland, S. 2019. Transport av næringsstoffer og humus til Lundebyttjern i Eidsberg kommune. MINA fagrapport 55. ISSN: 2535-2806. 54 sider.
- Roseth, R. & Ø. Johansen, 2018. Sandvannsbekken i Degernesfjella, Rakkestad. Automatiske målinger av vannkvalitet og uttak av vannprøver for å klarlegge leveforhold for fisk. vol 4. Norwegian Institute of Bioeconomy Research, Ås, Norway, 20.

- Schartau, A.K.L., Lagergren, R. og Hesthagen, T. 2012. The INTERREG project Enningdalselven. Comparison of Norwegian and Swedish monitoring methodology and systems for classification of ecological status with respect to the Water Framework Directive. – NINA Rapport 875. 72 pp.
- Seandem Kjell, S. L., 2019. Forvaltningsplan for tre sjørretbekker Elingårdsbekken, Slevikbekken og Skjebergbekken. Norconsult, Norconsult, 66.
- Sen, P. 1968. Estimated of the regression coefficient based on Kendall's Tau. J Am Stat Assoc 39:1379-1389
- Simonsen, L., 1997. Biotopforbedrende tiltak i sjørretbekker : metodehåndbok med eksempler på tiltaksplaner for Gunnarsbybekken i Rygge og Guslundbekken i Sarpsborg, vol nr 6/97. Fylkesmannen i Østfold, Miljøvernnavdelingen, Moss.
- Solbrække E & Bislingen MY (2016). Vannområde Glomma sør. Langtidsplan 2016-2021.
- Solheim, A.L., Berge, D., Tjomsland, T., Kroglund, F., Tryland, I., Schartau, A.K., Hesthagen, T., Borch, H., Skarbøvik, E., Eaggestad, H.O., Engebretsen, A. 2008. Forslag til miljømål og klassegrenser for fysisk-kjemiske parametre i innsjøer og elver, og egnethet for brukerintresser. NIVA rapport. L.NR. 5708-2008. 81 sider.
- Stabell T (2019) Klassifisering av innsjøer i Vannområde Glomma sør for Øyeren etter kvalitetsselementet «planteplankton». Datarapport, 2018. FAUN rapport 001-2019.
- Starkloff, T., M. Bechmann & S. Turtumøygard, 2018. Lokal tiltaksplan for Rakkestadelva. NIBIO.
- Theil, H. 1950. A rank-invariant method of linear and polynomial regression analysis. I, II, III, Nederl. Akad. Wetensch., Proc., 53: 386–392, 521–525, 1397–1412.
- Walday, M. G., J. K. Gitmark, L. J. Naustvoll & J. R. Selvik, 2018. Overvåking av Ytre Oslofjord 2014-2018. Årsrapport for 2017 Overvåking av Ytre Oslofjord 2014-2018 Årsrapport for 2017. Norsk Institutt for Vannforskning.

Vedlegg

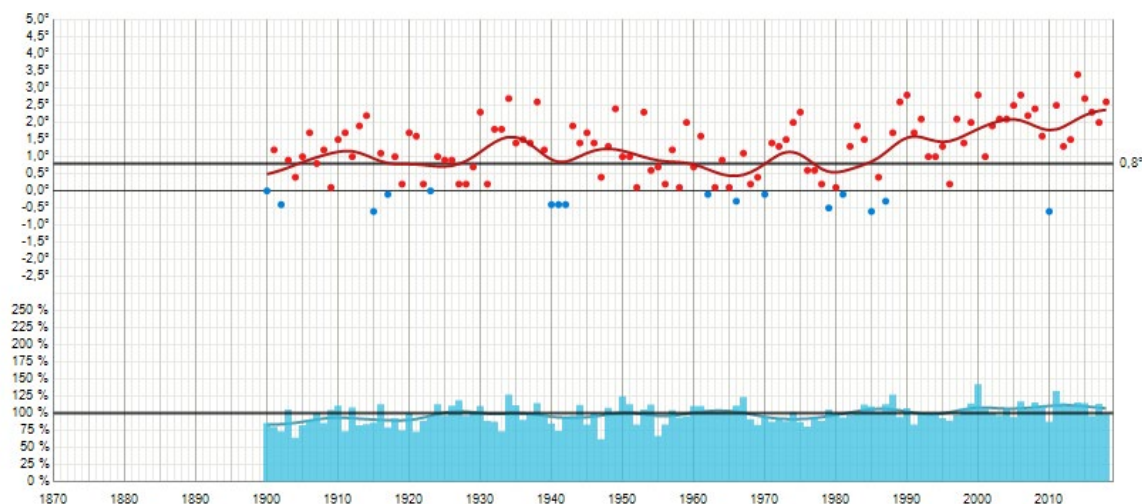
V1 Leirdekningsgrad

Tabell 13. Nedbørfeltstørrelser, dekningsgrad av marin leire, samt beregnet naturlig konsentrasjon av totalfosfor i vannforekomster for vannområdet Glomma Sør for Øyeren (Data fra Kværnø m. fl. 2014).

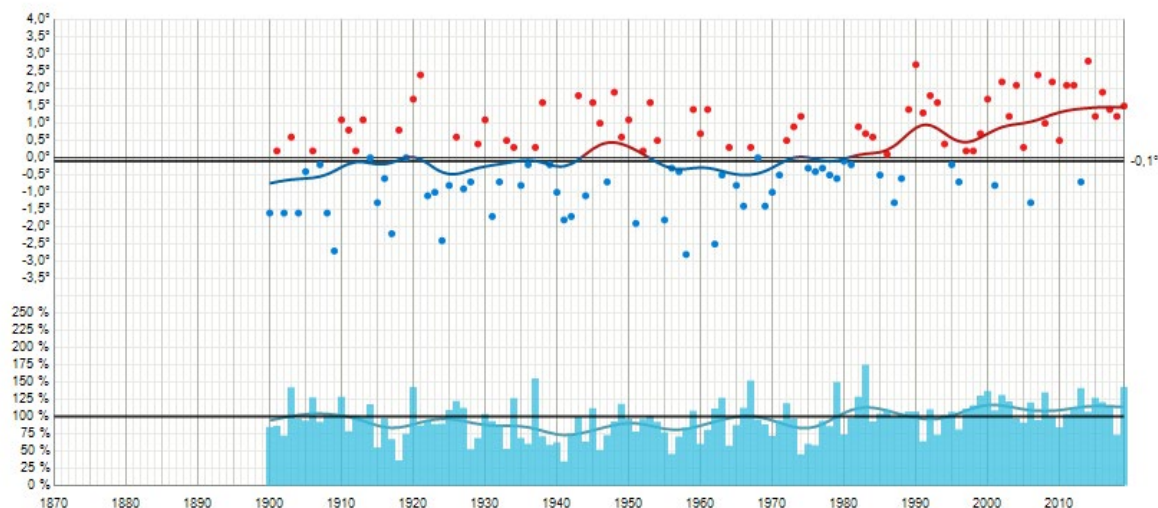
RESNR2	Delfelt	Nedbørfelt (km ²)	Prosent areal marine avsetninger	Naturlig konsentrasjon av totalfosfor (µg/l)
GS1a	Lysern	29	18 %	21 (17 - 24)
GS1b	Smalelva	16	73 %	57 (49 - 66)
GS2	Hyllibekken	9	73 %	57 (49 - 66)
GS3	Kjosbekken	26	55 %	46 (39 - 52)
GS4	Skarnesbekken	14	48 %	41 (35 - 47)
GS5	Mjelkebekken	6	62 %	50 (42 - 57)
GS6	Engerbekken	13	84 %	65 (55 - 75)
GS7	Kolstadbekken	4	79 %	61 (52 - 71)
GS8	Glomma fra Øyeren	87	76 %	59 (50 - 68)
GS9	Hera Sør	68	76 %	60 (51 - 69)
GS9a	Isesjøen	26	31 %	30 (25 - 34)
GS9b	Moenbekken	25	89 %	68 (58 - 78)
GS10	Dugla	33	39 %	34 (29 - 40)
GS11	Hera nord	95	46 %	39 (33 - 45)
GS12a	Lundebyvann	23	27 %	26 (22 - 30)
GS12b	Øvre Dalsvelva	16	19 %	22 (18 - 25)
GS13	Glomma Øvre Øst	78	72 %	57 (49 - 66)
GS14	Hoelsbekken	46	58 %	47 (40 - 54)
GS15	Haugen/Libru bekken	21	78 %	60 (51 - 70)
GS16	Dorja	54	61 %	49 (42 - 57)
GS17	Rakkestadelva	185	46 %	39 (33 - 45)
GS18	Fjellomrader Rakke	74	3 %	11 (9 - 12)
GS19	Øverbybekken	15	57 %	47 (40 - 54)
GS20	Skisvassdraget	37	64 %	51 (44 - 59)
GS21	Tjerna	19	18 %	21 (17 - 24)
GS22	Ertevann	38	41 %	36 (31 - 41)
GS23	Skjeklesjøen	41	18 %	21 (18 - 24)
GS24	Glomma Østfold S	101	37 %	33 (28 - 38)
GS25	Bekkefelt nipa N	27	34 %	31 (27 - 36)
GS26	Obybekken	17	18 %	21 (18 - 24)
GS27a	Rokkevann	33	28 %	27 (23 - 32)
GS27b	Børtevann	50	20 %	22 (19 - 26)
GS28	Tveterbekk	17	33 %	31 (26 - 36)
GS30	Aagaardselva pluss	94	34 %	31 (27 - 36)
GS31	Visterfloa pluss	34	61 %	49 (42 - 57)

V2 Klimadata

Klimadata fra Meteorologisk Institutt viser at gjennomsnittstemperaturen i Østfold har økt jevnt de siste tretti årene (Figur 90). Derimot har våren kommet tidligere de siste 30 årene og temperaturøkningen i vårmånedene er litt høyere enn resten av året (Figur 91).



Figur 90. Grafen viser langtidsstatistikk for temperatur og nedbør for Østfold siden målingene begynte 1900 (Metrologisk Institutt). Normalperioden er gjennomsnittsvær over en periode på tretti år vises som en tykk horisontal strek. Linjen er en utjevning over 10 år. Normalperioden i dag er fra 1961 til 1990. Prikkene viser beregna gjennomsnittlig temperatur i måneden for hvert år. De blå stolpene i bunnen av bildet viser hvor mye nedbør som har falt sammenlignet med normalen i prosent — tegnet som en tykk strek over stolpene. Den blå linjen er en utjevning over 10 år.



Figur 91. Klima statistikk for Østfold i vår månedene (mars, april, mai) siden målingene begynte 1900 (metrologisk institutt). Normalperioden er gjennomsnittsvær over en periode på tretti år vises som en tykk horisontal strek. Linjen er en utjevning over 10 år. Normalperioden i dag er fra 1961 til 1990. Prikkene viser beregnet gjennomsnittlig temperatur i måneden for hvert år. De blå stolpene i bunnen av bildet viser hvor mye nedbør som har falt sammenlignet med normalen i prosent— tegnet som en tykk strek over stolpene. Den blå linjen er en utjevning over 10 år.

REVIDERES

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.

