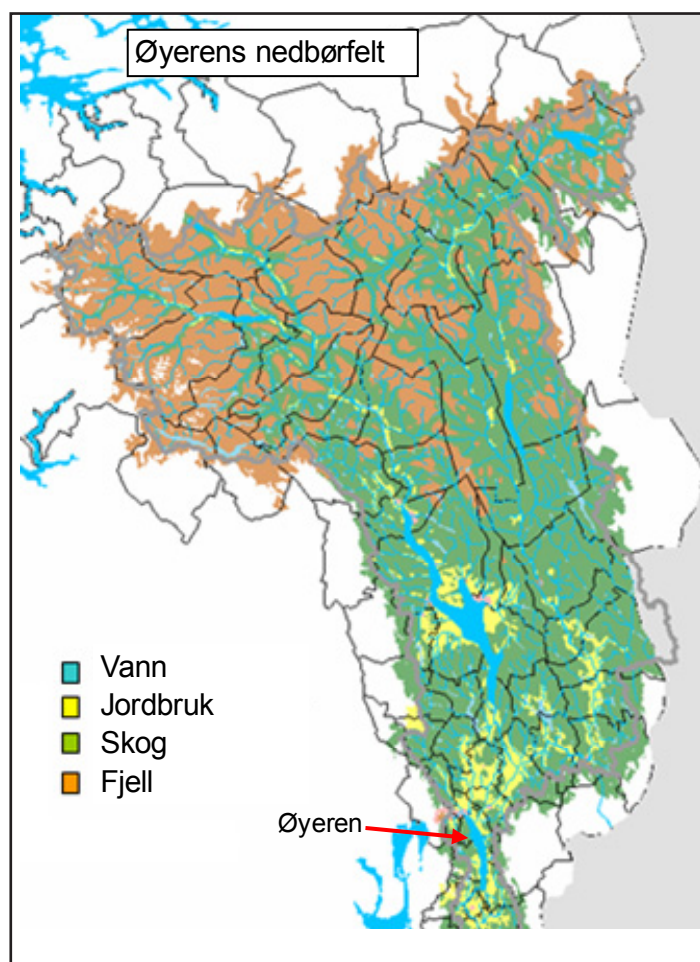


# Utvikling av miljøtilstanden i Øyeren 1980-2010



**Hovedkontor**

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

**Sørlandsavdelingen**

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

**Østlandsavdelingen**

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

**Vestlandsavdelingen**

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

**NIVA Midt-Norge**

Pirsenteret, Havnegata 9  
Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Utvikling av miljøtilstanden i Øyeren 1980-2010	Løpenr. (for bestilling) 6226-2011	Dato 15.10. 2011
	Prosjektnr. Undernr. 10356	Sider Pris 18
Forfatter(e)  Dag Berge	Fagområde Vannressursforvaltning	Distribusjon Fri
	Geografisk område Akershus	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Oslo og Akershus	Oppdragsreferanse Leif Nilsen
---	----------------------------------

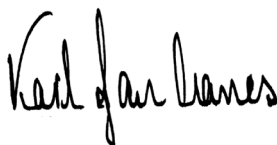
**Sammendrag**

Øyeren er blitt overvåket i mer enn 30 år og i denne rapporten sammenstilles resultatene fra hele perioden. I 1980-årene gjennomgikk innsjøen en markert forbedring av eutrofisituasjonen, noe som falt sammen med den store kloakksaneringen i denne perioden. I 1990-årene var tilstanden ganske god, mens det nå de siste 10 årene har vært en svak økning av mengde og fosforkonsentrasjon igjen. Situasjonen er imidlertid ikke på langt nær så ille som den var i 1980 og forut for dette. Klassifisert etter det gamle SFT systemet er miljøtilstanden i Øyeren i klasse mindre god, som vil tilsvare vanndirektivets klasse "moderat økologisk tilstand". Det er ikke mulig å klassifisere Øyeren etter vanndirektivets klassifiseringsveileder direkte da det ikke er utarbeidet interkalibrerte klassegrenser ennå for store dype innsjøer. Det er fortsatt behov for å redusere både fosforkonsentrasjon og mengde i Øyeren for at innsjøen skal komme i god økologisk tilstand.

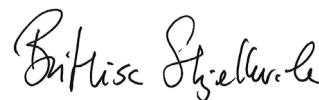
<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Overvåking</li> <li>2. Eutrofiering</li> <li>3. Økologisk tilstand</li> <li>4. Øyeren</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Monitoring</li> <li>2. Eutrophication</li> <li>3. Ecological status</li> <li>4. Lake Øyeren</li> </ol>
---	---



Dag Berge  
Prosjektleder



Karl Jan Aanes  
Forskningsleder



Brit Lisa Skjelkvåle Monsen  
Forskningsdirektør

Norsk institutt for vannforskning  
Oslo

# **Utvikling av miljøtilstanden i Øyeren**

## **1980-2010**

Oslo 15.10.2011

---

Saksbehandler:

Dag Berge

## Forord

Utgangspunktet for denne rapporten var at NIVA ble bedt om å sette sammen overvåkingsdata fra Øyeren fra 1980 – 2010 i et såkalt ”Faktaark”, dvs. en populærrapport på en 2-3 sider. Man skulle vurdere utviklingen i Øyerens forurensningssituasjon med hensyn til eutrofiering (trendanalyse), samt at man skulle vurdere den økologiske tilstanden etter vanddirektivets klassifiseringsveileder. Forslag til fakta-ark ble lagt fram 6. januar 2011.

Fakta-arket ble diskutert på møte hos Fylkesmannen i Oslo og Akershus 18. januar, og man fant flere interessante ting i materialet som ikke var tilstrekkelig avklart. Prosjektet ble derfor utvidet til å omfatte en vurdering av hvordan man skal dele inn Øyeren i vannforekomster, samt vurdere overvåkingsresultatene både etter det nye klassifiseringssystemet basert på vanddirektivet og det gamle systemet utviklet av SFT (nå Klif) under prosjektet Miljømål for vannforekomstene. Prosjektet ble da for stort til at det kunne rapporteres som et fakta-ark, og det rapporteres derfor som en NIVA-rapport.

Kommentarer fra oppdragsgiver kom først i slutten av mai, og hovedgrunnen til forsinkelsen var at det fra sentralt hold (Klif og DN) har utgått beskjed om ikke å benytte Klassifiseringsveilederen etter vanddirektivet på store dype innsjøer, da systemet ikke er interkalibrert for denne innsjøtypen ennå. Klassifisering av økologisk status etter vanddirektivet er derfor tatt ut av rapporten, og klassifisering er kun gjort etter det gamle, velfungerende og gjennomprøvde SFT systemet ”Miljømål for vannforekomstene”. Det knyttes imidlertid noen kommentarer til den foreløpige klassifiseringen etter vanddirektivet.

Siden rapporten opprinnelig var laget som et populærvitenskaplig fakta-ark som også skulle gi leseren litt generell kunnskap om Øyeren, er rapporten litt annerledes skrevet og bygget enn en tradisjonell overvåkingsrapport. Vi takker for et interessant prosjekt og for spennende faglige diskusjoner med Fylkesmannens miljøvernnavdeling.

Oslo, 15.10. 2011

*Dag Berge*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Øyeren – en oase av artsrikdom i norsk innsjølandskap</b>	<b>7</b>
<b>2. Miljøpåvirkninger</b>	<b>8</b>
<b>3. Overvåkingsresultater fra Øyerens hovedvannmasser</b>	<b>9</b>
3.1 Konsentrasjon av total fosfor	9
3.2 Konsentrasjon av total nitrogen	10
3.3 Algemengde uttrykt som konsentrasjon av klorofyll-a	10
3.4 Fosfor eller nitrogen som styrer algemengden i Øyeren?	11
3.5 Algemengde målt som totalt algevolum	11
<b>4. Øyeren karakterisert etter Vanddirektivet</b>	<b>12</b>
4.1 Er Øyeren sterkt modifisert?	13
4.2 Hvilken vanntype tilhører Øyerens Hovedvannmasser?	13
4.3 Inndeling av Øyeren i vannforekomster	13
4.4 Klassifisering av økologisk tilstand i Øyerens hovedvannmasser etter vanddirektivet	16
4.5 Klassifisering av Øyeren etter SFT veiledere Miljømål for vannforekomstene.	16
4.6 Akseptabel fosforbelastning etter SFT-veileder 95:01	17
<b>5. Litteratur</b>	<b>18</b>

---

## Sammendrag

Miljøsituasjonen i de frie vannmasser i Øyeren er overvåket gjennom ca 30 år. De siste 5 årene er det bare samlet inn data, uten at disse er rapportert. I den foreliggende rapporten sammenstilles dataene fra hele overvåkingsperioden fra 1980 og fram til og med 2010. Overvåkingen er nå en del av den koordinerte overvåkingen av Vannregion Glomma. Oppdragsgiver er Fylkesmannen i Oslo og Akershus, Miljøvernavdelingen.

Innsjøen gjennomgikk en betydelig bedring i eutrofitilstanden i løpet av 1980-årene, og fra og med 1990 har miljøtilstanden i Øyeren vært relativt god med hensyn til eutrofiering (overgjødning), som er den viktigste påvirkningen av innsjøen. Basert på fosfor og algemengde gitt som klorofyll-a viser imidlertid dataene en svak, men statistisk signifikant økning de senere årene. Analysene av algevolum og algesamfunnets artssammensetning antyder også en liten økning, men denne er ikke statistisk signifikant. Algesamfunnet, både med hensyn til mengde og artssammensetning, er nå i overgangssonen mellom næringsfattige (oligotrofe) innsjøer og middels næringsrike (mesotrofe) innsjøer, mens de ved overvåkingsens begynnelse i 1980 lå i overgangssonen mesotroft/eutroft (næringsrikt) nivå.

Øyeren er en spesiell innsjø. I nordenden kommer tre elver inn og danner et stort delta, som er Nord Europas største innlandsdelt. Nordre Øyeren har et enestående rikt og variert liv av fugl, fisk og vannplanter, og ble derfor i 1975 vernet gjennom Nordre Øyeren Naturrestat. Området fikk RAMSAR status i 1985 for sin viktighet som fuglebiotop, særlig for vandrende vannfugl. Siden istiden er ca 2/3 av Øyeren nærmest fylt igjen med erosjonsmateriale fra de innkommende elver. Den nordre delen av innsjøen er derfor meget grunn og har rask gjennomstrømning. Den søndre tredjedelen av innsjøen, som denne overvåkingen omfatter, er fortsatt en normal dyp fjordsjø. Men også her har innsjøen meget høy gjennomstrømning i mai, juni og juli sammenliknet med andre store innsjøer i Norge, og algeveksten holdes nede av denne grunn på forsommeren. Innsjøen passer derfor nokså dårlig inn i de fleste vurderingssystemer for tilstandsklassifisering.

Karakterisert etter vanddirektivet vil Øyeren bestå av tre vannforekomster. 1) Svelle, 2) deltaet og deltaplattformen, og 3) den dype søndre delen. De to første av disse er elver, mens den siste er innsjø. Kun den siste vannforekomsten er omfattet av overvåkingen ved Solbergåsen prøvetakingsstasjon.

Vurdert etter SFT's veileder 95:01 Miljømål for vannforekomstene, er fortsatt algemengde og fosformengde ca 40 % for høyt for at innsjøen kan sies å være i god økologisk tilstand. Den foreliggende, foreløpige, versjonen av den norske klassifiseringsveilederen for vanddirektivet er feil mht å klassifisere eutrofiestatus i store, dype innsjøer, og det har derfor ikke vært mulig å foreta en korrekt innplassering av Øyeren etter det nye systemet som norske vannforekomster skal forvaltes etter i fremtiden.

## Summary

Title: Development of the environmental status of Lake Øyeren

Year: 2011

Author: Dag Berge

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5961-2

The environmental conditions in Lake Øyeren have been monitored for more than 30 years. This report compiles the data for the whole period.

The lake went through a considerable improvement with respect to eutrophication during the 1980'ies, due to installation of sewage treatment in the catchment. After approximately 1990 the environmental condition has been relatively good. The last ten years, however, the concentration of total phosphorus and chlorophyll-a have increased somewhat, and it may indicate that there is a slow eutrophication taking place. The algal species composition is still relatively healthy, so the situation is not critical. There has been a large increase in the population and the human activity in areas just upstream the lake due to the new Oslo airport establishment at Gardermoen. This increase is still going on, so there will be a need for monitoring the lake for several years ahead.

Lake Øyeren is a special lake, since 2/3 of its area is filled in with sediments from the incoming rivers, and most of this area is shallower than 3 m. The southernmost 1/3 of the lake is still a deep fjordlake (max depth 76 m). Being an expansion of River Glomma, the shallow northern 2/3 of the lake has water renewal time from 1-3 days which prevent development of normal phytoplankton populations like in lakes. This part of the lake is therefore functionally a river, while the southern deep part is a lake.

Characterized after the rules of the Water Framework Directive (WFD), the Lake is divided into three waterbodies, 1) Svelle, 2) the delta, including the delta platform, and 3) the deep southern part. The two first waterbodies are rivers, whereas the last one is a lake. The monitoring data are from the deep lake part.

Evaluated after the former Norwegian classification system (Guidance SFT-95:01) the lake is still overloaded by phosphorus and both the P-concentration and algal biomass need to be reduced by approximately 40 % to get the lake healthy.

The present version of the Norwegian Classification Guidance for the WFD, is not correct with respect to classification of the eutrophication status for large, deep lakes, and a correct classification of Lake Øyeren according to the WFD is not possible for the moment.

# 1. Øyeren – en oase av artsrikdom i norsk innsjø-landskap

Som de fleste andre norske innsjøer er Øyeren (figur 1) dannet av isens graving under siste istid. Isen trakk seg tilbake fra dette området for ca 10000 år siden. I den tidligste perioden i isens tilbaketrekning var det direkte kontakt mellom Vänern, Haldenvassdraget og Glomma nedenfor Kongsvinger (den såkalte Ancylussjøen). Dette har medført at Øyeren har et uvanlig stort antall arter av vannlevende organismer, sammenliknet med de fleste andre norske innsjøer. Den dag i dag har Øyeren fremdeles god økologisk kontakt med omverdenen ved at den ligger sentralt i de lavere deler av Norges største vassdrag, som mottar tilrenning fra store deler av Østlandsområdet (40000 km<sup>2</sup>), samt at den hver høst og vår besøkes av fugler fra store geografiske områder langt utenfor Norges grenser. Flere vannplanter synes å ha blitt spredd til Øyeren med fugl. Fiskevandring foregår i hele vassdraget, selv om reguleringene i dag utgjør vandringshindre mellom flere vassdragsavsnitt. Øyerens varierte og rike natur har gjort at uvanlig mange av "innvandrerne" har hatt mulighet til å slå seg ned og danne livskraftige bestander. Øyeren er Norges klart mest artsrike innsjø når det gjelder fisk (25 arter), fugl (260 arter) og vannvegetasjon (50 ekte vannplanter og 325 arter når man inkluderer sumpvegetasjonen).

I nordenden kommer det inn tre elver; Glomma, Nitelva og Leira. Glomma er størst og bidrar med 90 % av det innkommende vann. De to andre elvene, Nitelva og Leira, munner ut omtrent på samme sted som Glomma. Alle disse elvene har i deler av året betydelig slamføring. Midlere årstransport av slam (sand, silt og leire) i Glomma anslås til ca. 200 000 tonn. I Nitelva er årstransporten ca. 18 000 tonn pr. år, mens den i Leira er på ca. 90 000 tonn i året. Når det slamholdige elvevannet møter det stillestående innsjøvannet, synker partiklene til bunns og danner sedimenter. Et resultat av de tre elvene, med ulikt flommønster, materialtransport, sedimentasjon og erosjon, som munner ut i innsjøen omtrent på samme sted, er at det i årenes løp er bygget opp et stort deltaområde, som faktisk i dag er Nord-Europas største innlandsdelta. Mens elver graver i landskapet, vil innsjøer etter hvert fylles igjen som følge av at det elvetransporterte materialet sedimenterer der. Den, etter norske forhold, store sedimenttransporten i Øyerens innkommende elver gjør at Øyeren fylles forholdsvis raskt igjen sammenliknet med mange andre innsjøer. På grunn av sedimentasjon av elvetransportert materiale er nå hele den nordre 2/3-del av Øyeren grunnere enn 5 m, mens den søndre tredjedelen fortsatt er dyp fjordsjø med maks dyp på 76 m, se tabell 1.

Nordre Øyeren er et komplekst natursystem av forgrenede elveløp, våtmarker, sandbanker, bakevjer, grunne laguner, avsnørte meandersjøer, meandrerende elver, øyer og mer åpne innsjøarealer. Økosystemet her er av typen "det grunne produktive brasmevannets karakter". Drar man til sydenden av Øyeren opplever man et økosystem av "den dype næringsfattige innsjø karakter" med sik og krøkle, altså en innsjø i den andre enden av trofiskalaen. Det er helt uvanlig at man finner en slik spennvidde i natursystem i en og samme innsjø. Denne store variabiliteten i naturtyper og alt det den fører med seg av biodiversitet, gjør Øyeren helt unik i norsk og nordisk sammenheng, og det er av stor verdi å bevare innsjøen i en god økologisk tilstand. For mer generell info, se Berge et al. 2002.

**Tabell 1. Hydromorfologiske data fra Øyeren (NVE Atlas):**

Høyde over havet	101 m
Overflateareal	89 km <sup>2</sup>
Areal nedbørfelt	40440 km <sup>2</sup>
Volum	1274x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Årlig avløp	21481 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Maks dyp	76 m
Middeldyp	14 m
Teoretisk oppholdstid	0,06 år



## 2. Miljøpåvirkninger

Øyeren er utsatt for en rekke menneskeskapte miljøpåvirkninger hvorav de viktigste er:

- Regulering
- Landbruksforurensning
- Kommunale utslipp
- Industriutslipp

Øyeren ble første gang regulert i 1862, den gang for å bedre forholdene for båttrafikk og fløting. Forut for dette var innsjøen uregulert og hadde fra naturens side store vannstandsvariasjoner med hele 10-13 m forskjell mellom lav vannstand på senvinter og flom vannstand i mai-juni. Øyeren er i hele tiden etter dette regulert mot en mindre vannstandsvariasjon.

I dag er forskjellen mellom høyeste og laveste regulerte vannstand (HRV og LRV) bare 2,8 m. Det er ca 50 kraftstasjoner i Øyerens nedbørfelt og ca 35 kraftverksmagasinene. Nær 10 % av Norges elektrisitetsproduksjon foregår i Glommavassdraget. Likevel er reguleringsgraden liten og magasinene oppstrøms Øyeren har bare kapasitet til å magasinere 15 % av Øyerens årlige tilsig. Øyeren vil derfor alltid være flomutsatt.

Reguleringen av Øyeren og dens nedbørfelt må sies å være nokså miljøvennlig sammenliknet med mange andre regulerte innsjøer. Reguleringen har liten betydning for de økologiske forholdene i sjøen. Det er i denne regulerte tilstanden at deltaområdet nord i Øyeren har fått de unike naturverdier mht raste- og beiteplass for trekkende våtmarksfugl, og den rike vannvegetasjonen og fiskelivet, som har gjort at innsjøen er vernet gjennom RAMSAR konvensjonen. Disse verdiene i Nordre Øyeren Naturreservat har vist seg å være svært følsomme for selv små endringer av reguleringsregimet og forurensninger, slik at dette overvåkes nøye både av regulanten og miljømyndighetene.



Figur 1. Øyerens hovedvannmasser overvåkes ved prøvetakingsstasjon ut for Solbergåsen.

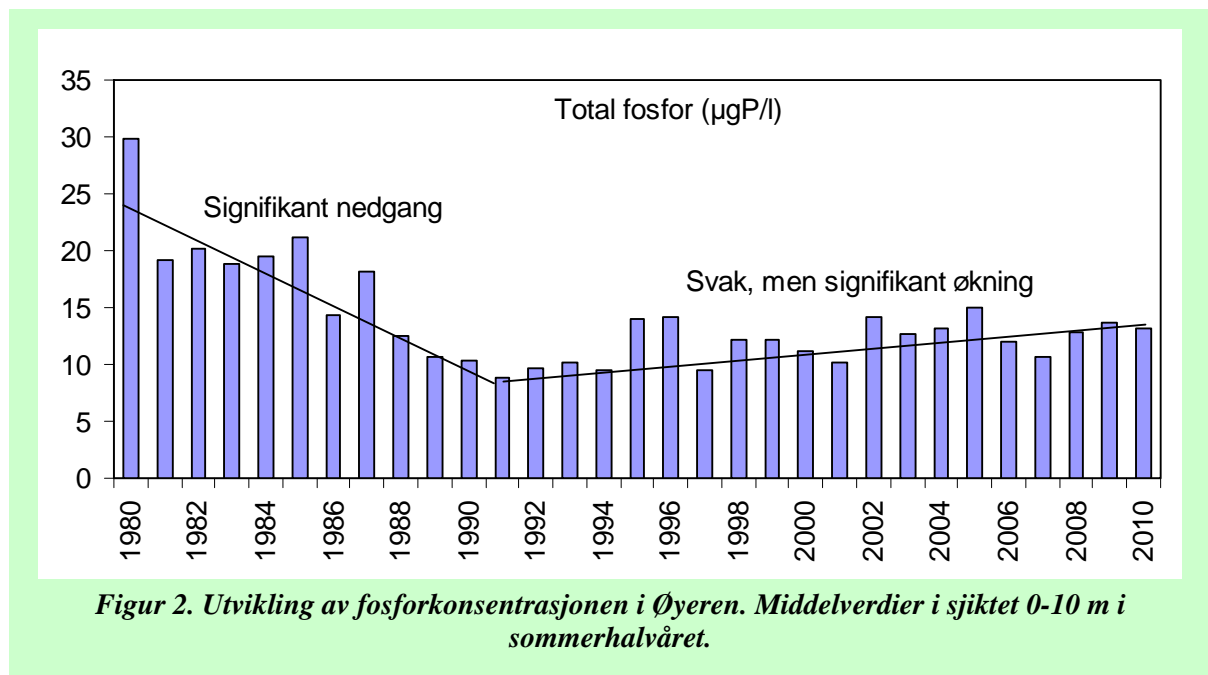
### 3. Overvåkingsresultater fra Øyerens hovedvannmasser

Avløpssambandet Nordre Øyeren (ANØ), tidligere interkommunalt selskap, startet opp overvåking av Øyeren i slutten av 1970-årene. Dette var tiltaksrettet, regional overvåking finansiert av kommunene, fylkesmannen og delvis av fylkeskommunen. Fra og med 1996 ble overvåkingen av Øyeren for hovedstasjonen ved Solbergåsen innlemmet i programmet "Samordnet vannkvalitetsovervåking i Glomma" som var et samarbeidsprosjekt mellom SFT (nå Klif) og Fylkesmennene. Senere har fylkesmennene overtatt ansvaret for dette prosjektet, men overvåkingen finansieres av KLIF i sin helhet. Noen sentrale overvåkingsrapporter som det er hentet data fra er Nicholls (1993), Martinsen (1996), Kjellberg (2002), Bekken og medarb. (2008).

Øyerens vannkvalitet er blitt overvåket siden 1980 med prøvetaking ut for Solbergåsen, se figur 1. Dette er i nordre delen av innsjøens dypbasseng. Nordover fra innløpet til bukta til venstre for stasjonsmerket blir innsjøen raskt grunnere enn 5 m, se dybdekart figur 6.

#### 3.1 Konsentrasjon av total fosfor

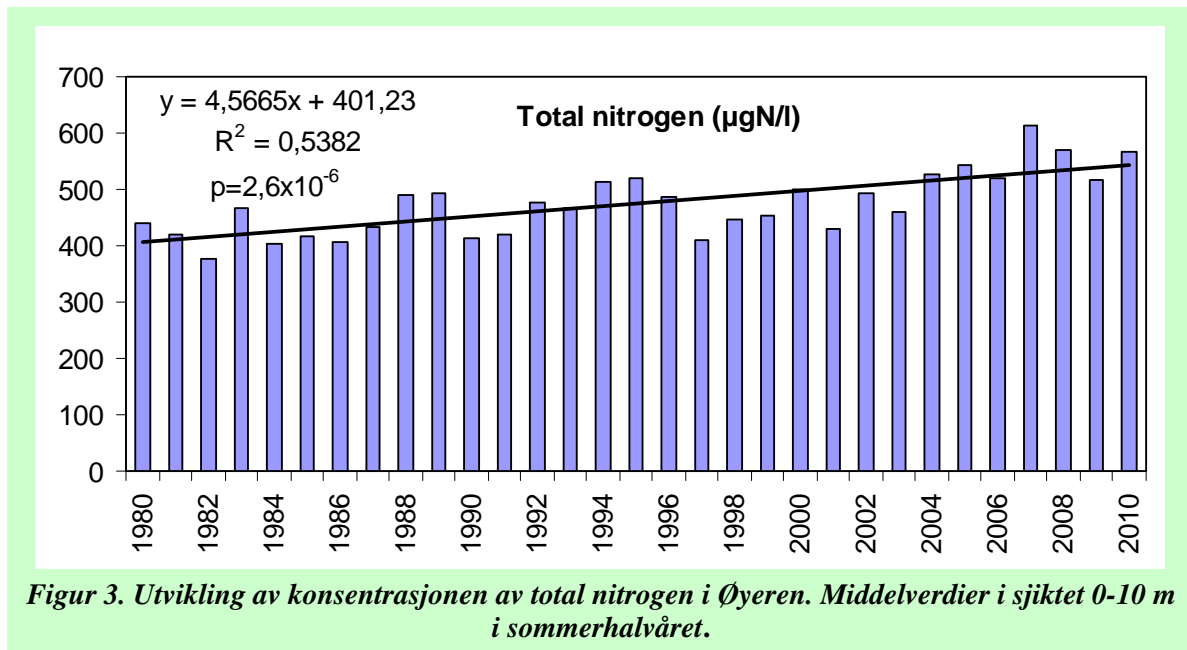
Fosfor er regnet som det viktigste næringsstoffet for algevekst i innsjøer, og nøkkelen til å kontrollere algemengden i innsjøen ligger i å kontrollere tilførselen av dette elementet fra nedbørfeltet. Konsentrasjonen av total fosfor i Øyerens overflatelag (epilimnion) er vist i figur 2.



Fram til begynnelsen av 1990-åra falt fosforkonsentrasjonen signifikant fra vel 20 µgP/l til ca 10 µgP/l ( $p=0,0001$ , lineærregresjon fra 1980-1991). Dette fallet er helt sikkert hovedsakelig et resultat av innsatsen med sanering og rensing av kommunalt avløpsvann. Noe skyldes også sanering av punktkilder i landbruket, samt industri. Deretter har vært en svak økning av fosforkonsentrasjonen igjen. Vinkelkoeffisienten på trendlinjen er her signifikant positiv ( $p=0,01$ ). Årsaken til denne økningen er ikke klarlagt, men er trolig i hovedsak økt avrenning fra landbruket og økt menneskelig aktivitet etter etableringen av Oslos nye hovedflyplass på Gardermoen.

### 3.2 Konsentrasjon av total nitrogen

Nitrogen er også et hovednæringsstoff for algeproduksjon, men siden dette bindes dårlig i jorda, renner det lett av til vassdrag. Vassdragene har derfor som regel nærmest alltid et overskudd av dette næringsstoffet. I marine områder er det på den annen side ofte dette næringsstoffet som er i mangel for algene. Figur 3 viser utviklingen av konsentrasjonen av nitrogen i Øyerens overflatelag fra 1980 til i dag.

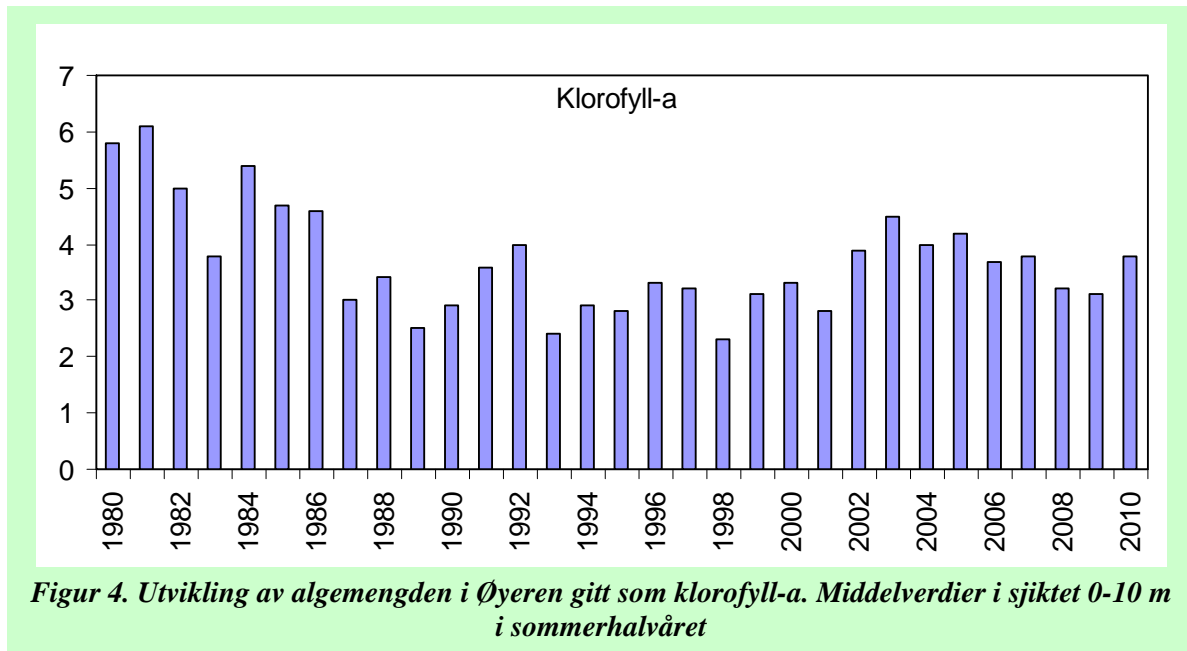


Figur 3. Utvikling av konsentrasjonen av total nitrogen i Øyeren. Middelerverdier i sjiktet 0-10 m i sommerhalvåret.

I motsetning til for fosfor viser total nitrogen en jevn økning gjennom hele perioden og er i snitt 30 % høyere nå enn i 1980. Økningen er statistisk signifikant (lineærregresjon,  $p < 0,005$ ). Årsaken til dette er høyst sannsynlig i hovedsak økt gjødsling i landbruket. Det er kun få renseanlegg i nedslagsfeltet som renser for nitrogen, men trolig nok til at bidraget fra kloakk skulle være mindre nå enn i starten på perioden.

### 3.3 Algemengde uttrykt som konsentrasjon av klorofyll-a

Vannets innhold av klorofyll-a er et indirekte mål på algemengde, og har ved flere tester vist seg å være det sikreste mål på algemengden. Figur 4 viser konsentrasjon av klorofyll-a i Øyerens overflatelag i overvåkingsperioden. Utviklingen er i store trekk lik den vi så for total fosfor: Først en signifikant nedgang fram til 1990, deretter litt opp og ned, men med en svakt økende trend som så vidt er statistisk signifikant ( $r^2 = 0,22$ ,  $p = 0,028$ ). Algemengden ligger nå på mellom 3-4 µg kl-a per liter, mens den lå på 5-6 da overvåkingen startet i 1980. Selv om algemengden er lavere enn før, så er det urovekkende at det igjen er en økende trend.



**Figur 4. Utvikling av algemengden i Øyeren gitt som klorofyll-a. Middelerverdier i sjiktet 0-10 m i sommerhalvåret**

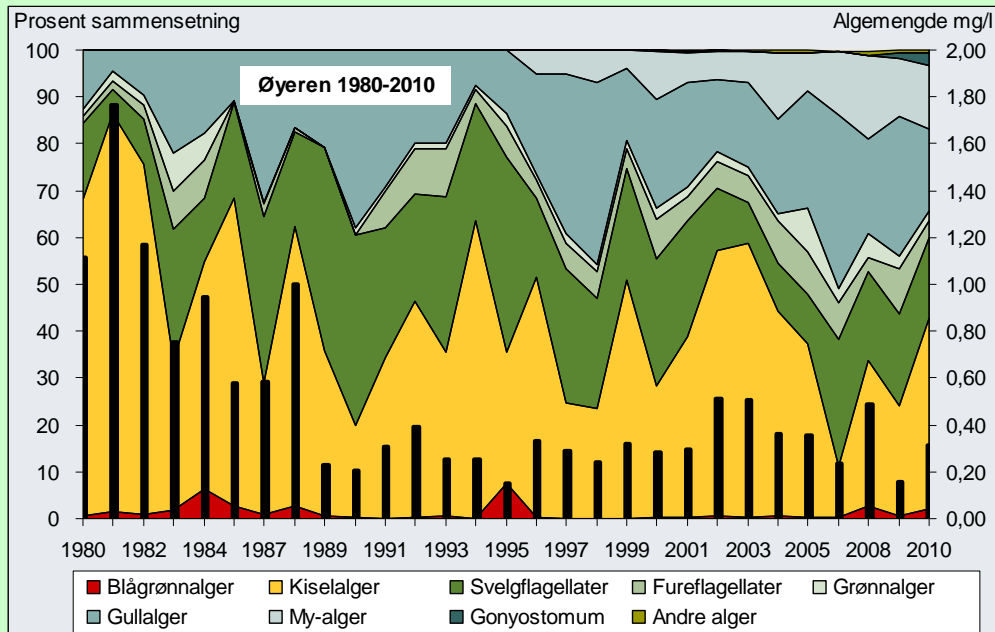
### 3.4 Fosfor eller nitrogen som styrer algemengden i Øyeren?

Denne diskusjonen dukker opp med jevne mellomrom, og vi har sett litt nøyere på dette forholdet i Øyeren og laget en regresjonsanalyse over samvariasjonen mellom hhv. fosfor og algemengde, og nitrogen og algemengde.

Regresjonsanalysen av middelerverdiene viser at 51 % av variasjonen i algemengde kan forklares av variasjoner i fosforkonsentrasjonen. Sammenhengen er sterkt signifikant,  $r^2=0,51$ ;  $p=6,9 \times 10^{-6}$ . Nitrogen viser ingen sammenheng med algemengden ( $r^2=0,08$ , vinkelkoeffisienten er negativ =  $-0,004$ ,  $p=0,13$ ). N:P forholdet i Øyeren ligger i dag på ca 60, samt at vel halvparten av nitrogenet forligger som nitrat til en hver tid, resten er hovedsakelig bundet i algebiomassen. I Øyeren er det derfor ingen tvil om at det er fosfor som styrer algemengden. Nitrogen er til stede i rikelig overskudd hele sommeren.

### 3.5 Algemengde målt som totalt algevolum

Figur 5 viser resultatet av mikroskopianalyser av kvantitative algeprøver over overvåkingsperioden fra 1980 – 2010. Her er de ulike artene identifisert av algetaksonom og talt opp, volumberegnet og gruppert. Ved å anta at egenvekten av algene er 1 (siden de jo flyter rundt i vannet), får man algemengden gitt som milligram per liter, som er de svarte søylene i figuren. Fargekartet viser den prosentvise sammensetningen av de viktigste algegruppene gitt i legenden nederst på figuren. En slik mikroskopianalyse er mye mer personavhengig enn kjemiske metodikk som benyttes for bestemmelse av algemengden som klorofyll-a, og den regnes derfor for noe mer usikker. For Øyeren er imidlertid algene analysert av NIVAs algeekspert, Pål Brettum, i hele perioden, noe som gjør at vi anser at verdiene fra år til år er godt sammenliknbare.



**Figur 5.** Algemengde (svarte søyler, høyre akse) og algesamfunnets prosentvise sammensetning av de ulike algegrupper i Øyeren i ulike år. Middelverdier i sjiktet 0-10 m i sommerhalvåret.

Forløpet for algemengden (svarte søyler) er noenlunde det samme som for total fosfor og for algemengden uttrykt som klorofyll-a, nemlig med et markert avtak de 10 første årene som følge av sanering av kommunal kloakk i nedbørfeltet, og siden litt opp og ned, men hele tiden innenfor et betydelig lavere biomassenivå enn før kloakksaneringen. I begynnelsen av 1980-åra var algemengden på et meso-eutroft nivå, mens den etter 1990 har ligget i det oligotrofe området. Man kan kanskje også her ane en liten økning i tiden etter 1990, men ved regresjonsanalyse får man at denne er meget svak og den er ikke statistisk signifikant (vinkelkoeffisient 0,004 og  $r^2=0,07$  og  $p=0,25$ ). Algesammensetningen har utviklet seg i riktig retning gjennom hele perioden, med avtak av de eutrofiindikerende gruppene blågrønnalger og kiselalger og med større innslag av gullalger og my-alger, som ofte er oligotrofiindikerende.

Basert på den mikroskopiske algeanalysen har man ikke holdepunkter for å si at Øyeren igjen er inne i en negativ utvikling, noe man kunne få inntrykk var på gang ut fra analysen av total fosfor, og også for klorofyll-a, der man fant en svak men statistisk signifikant økning fra 1990 og frem til i dag. Det kan ha sammenheng med at fosforøkningen skyldes økt erosjonspåvirkning. Fosfor bundet til erosjonsmateriale gir mindre algeutbytte enn andre fosforkilder.

## 4. Øyeren karakterisert etter Vanddirektivet

Vi har hittil vurdert Øyeren som én innsjø i de aller fleste sammenhenger. I enkelte forvaltnings-sammenhenger har man imidlertid også hittil operert med flere oppdelinger av Øyeren, som for eksempel mht. naturvern er det spesielle forvaltningsregler for Nordre Øyeren Naturreservat som i hovedsak er deltaområdet med Svelle. I fiskeforvaltnings-sammenheng deler man gjerne Øyeren i to,

den grunne nordre delen (Gjedde-brasme-gjørs typen), og den dype søndre delen som betraktes som en typisk norsk fjordsjø (ørret, røye, sik typen). Etter vanddirektivet vil Øyeren bli inndelt i flere vannforekomster. Overvåkingen som rapporteres her, dvs. dataene som er samlet inn fra prøvetakingsstasjonen ut for Solbergåsen, omfatter i prinsippet bare den dype fjordsjøen i syd, som for øvrig huser ca 80 % av vannet i innsjøen. Det vil si det man i gammel forvaltningsmodell gjerne kalte innsjøens hovedvannmasser. Men som sagt, det opprinnelige prosjektet er utvidet til å gjøre en del vurderinger av Øyeren i henhold til vanddirektivet. Vi starter med oppdeling i vannforekomster.

#### 4.1 Er Øyeren sterkt modifisert?

Øyeren er regulert. Regulerings høyden er imidlertid beskjedene 2,8 m. Vassdraget har ikke noen viktige bestander av vandreende fisk som hindres på en alvorlig måte av reguleringen. Det er derfor ingen ting i dagens reguleringsreglement som skulle tilsi at den er til hinder for å ha ”god økologisk status” som miljømål. I henhold til de norske forslag til kategorisering, er da ikke Øyeren sterkt modifisert i vanddirektivets betydning.

#### 4.2 Hvilken vanntype tilhører Øyerens Hovedvannmasser?

Innsjøene klassifiseres etter beliggenhet i landet (Økoregion), etter høyde over havet, størrelse, innhold av humus (Farge/ev TOC), innhold av kalsium, og etter i hvilken grad de er påvirket av erosjonsmateriale. Denne siste kategorien er særlig aktuell på Romerike som har mange slamførende vassdrag. Dybde er også med som obligatorisk typologiparameter, men er ikke ordentlig innarbeidet i det norske systemet ennå. Når man har plassert innsjøen i den rette typen, har man utarbeidet klassegrenser for forventet naturlig bakgrunnskonsentrasjoner av ulike stoffer, samt klassegrenser for overgangen mellom god økologisk status og moderat økologisk status. Øyerens typologidata er gitt i tabell 2.

**Tabell 2. Øyerens typologidata**

Økoregion.....	Østlandet
Høyde over havet.....	101 m
Størrelse.....	89 km <sup>2</sup>
Middeldyp.....	14 m
Farge .....	23 mgPt/l
Kalsium.....	5,1 mg Ca/l
Partikulært materiale .....	4 mg/l
Partikulært uorganisk andel...	Ingen data

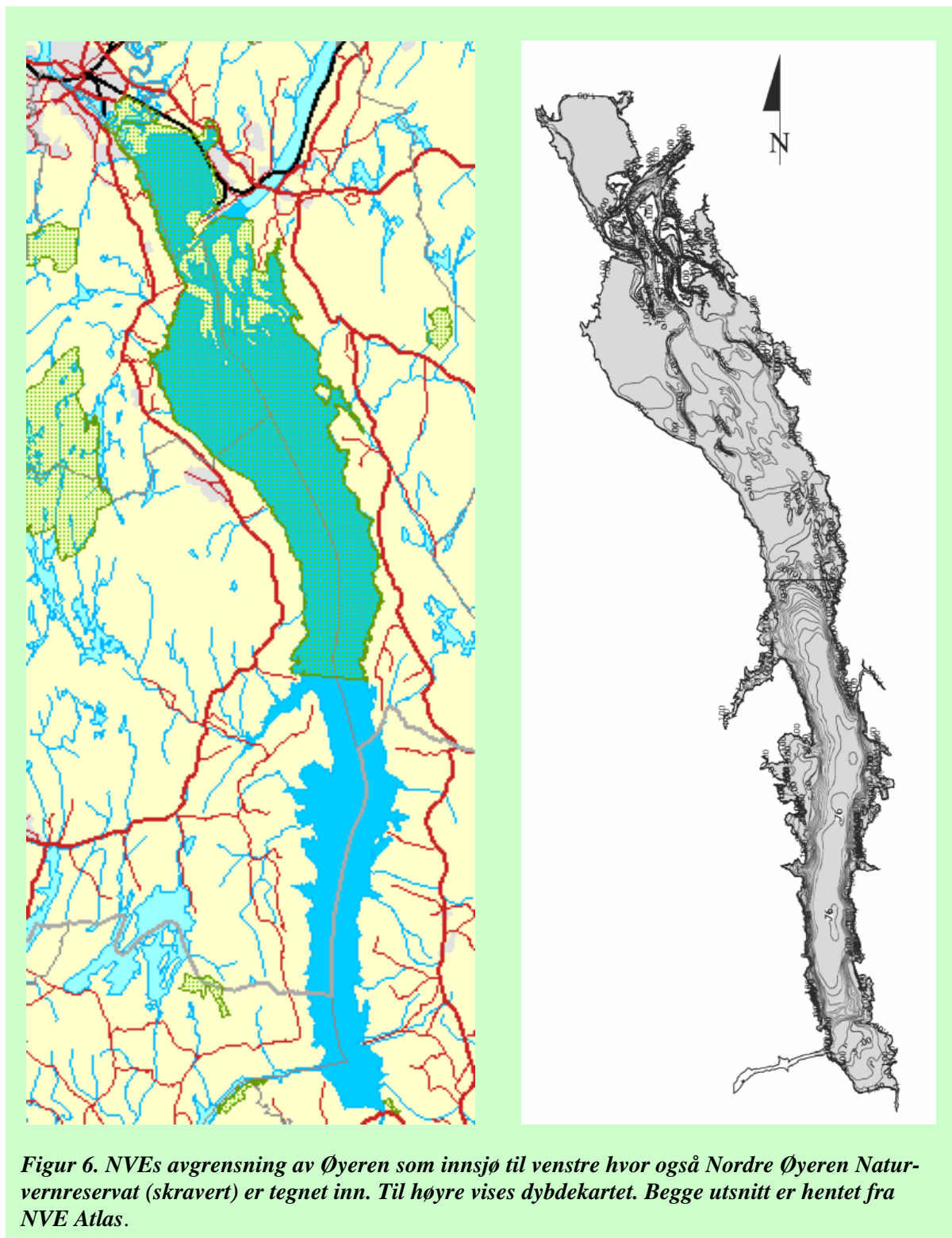
Ut i fra typologitabellen, tabell 3.4 i den norske klassifiseringsveilederen, får man ut fra ovenstående data at Øyerens hovedvannmasser tilhører innsjøtype LN1 som betegnes som ”store, moderat kalkrike og klare innsjøer”.

#### 4.3 Inndeling av Øyeren i vannforekomster

Innsjøenes kartmessige avgrensning i Norge har vært satt etter høyeste regulerte vannstand (HRV), se figur 6 fra NVE-Atlas. Det mørkeblå feltet er hva NVE regner med er inkludert i den regulerte innsjøen Øyeren. Hos befolkningen i nærområdet er det to oppfatninger, den ene som NVE, og den andre som om Øyeren begynner ved utløpet av deltaet og sørover.

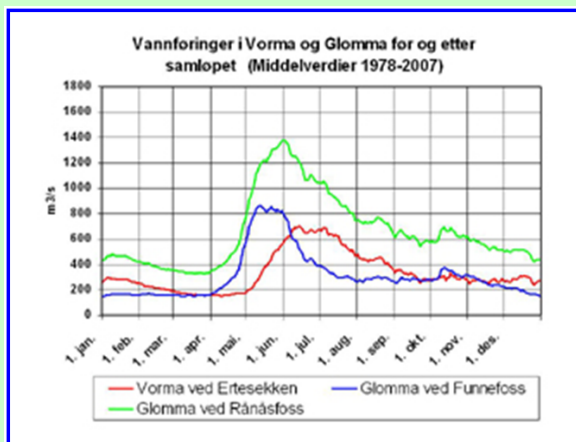
Så hva mener vanddirektivet om Øyeren? Hvis man ser på figur 6 ser man at Nordre Øyeren Naturservat omfatter Svelle, deltaet og ca halvparten av Øyerens frie vannflate syd for deltaet. Det går litt syd for der hvor Øyerens dypområde begynner. Det grunne området fra deltaet og ned til der dypområdet begynner, kalles ofte for deltaplattformen. Svelle, deltaet og deltaplattformen utgjør ca to tredjedeler av Øyerens overflate. Mange er av den oppfatning av at disse grunne områdene som har

slik stor gjennomstømning av elvevann funksjonelt sett er en utvidelse av Glomma, altså ikke noen innsjø.



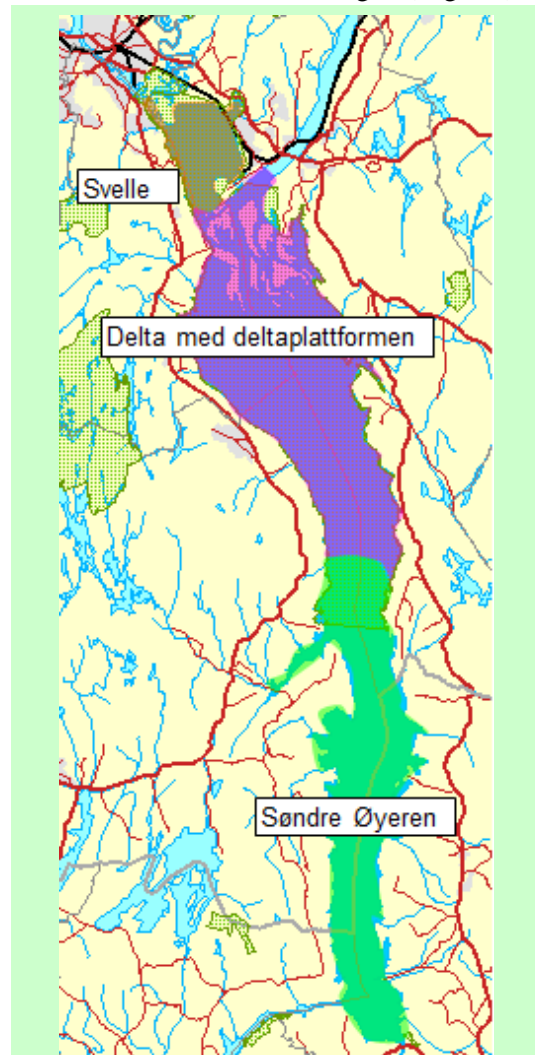
I følge vanddirektivet kan en og samme vannforekomst kun omfatte en kategori, altså kan ikke omfatte både elv og innsjø. Det finnes imidlertid ikke noen klare regler for hvordan man skal skille mellom elver og innsjøer i Vanddirektivet. NIVA benytter ofte grensen der oppholdstiden blir for kort til at planktonbiomasse kan bygge seg opp som grense (Kallqvist og medarbeidere 1996). Disse fant ved forsøk i avsnøringer i Kolbotnvannet i Oppegård at hvis oppholdstiden ble kortere enn 4 dager så gikk planktonbiomassen til grunne, mens hvis den var over 5 dager så bygde algebiomassen seg opp ved tilførsel av næringsrikt innløpsvann uten alger i sommerperioden juni – august.

Vannføringen i Glomma ved Rånåsfoss, altså litt oppstrøms Øyeren (GLBs hjemmesider), er vist i figur 7. I vekstsesongen fra første mai til første november er gjennomsnittlig vannføring 850 m<sup>3</sup>/s. Dette gir den grunne delen av Øyeren en oppholdstid på ca 2,5 dager i sommerhalvåret. I månedene mai, juni og juli er oppholdstiden under 1 dag, mens den i andre halvdel av vekstsesongen (aug-okt) er 3 dager. Legger man til vannføringen fra Nitelva og Leira og andre innkommende elver nedstrøms Rånåsfoss, vil den reelle oppholdstiden bli enda noe kortere. Den grunne delen av Øyeren har altså så stor gjennomstrømning at de ikke kan bygge opp en algebiomasse som i en innsjø. Området er så grunt at det vil ha en sydgående vannbevegelse hele tiden. I en innsjø er det vanligvis vinden som bestemmer strømretningen i overflatevannet om sommeren. Funksjonelt sett er ikke Øyeren en innsjø før nedstrøms der hvor dypområdet begynner og ned til sydenden, se figur 6. De øvre deler av Øyeren er altså en elv.



**Figur 7. Vannføring i Glomma ved Rånåsfoss (grønn kurve) etter GLB sine hjemmesider.**

Leira, nedre del av Nitelva med Svelle er leirførende, og er av typen leirvassdrag (Solheim et al 2008), mens Glomma karakteriseres som en klarvannselv. Glomma er så mye større enn Leira og Nitelva, at den vil være klarvannselv selv etter innløpet fra Svelle. Deltaet og deltaplattformen vil kunne slås sammen til en elve-vannforekomst. Øyeren vil altså deles opp i tre vannforekomster:



**Figur 8. Øyeren inndelt i vannforekomster. De to øverste er elver og den søndre (grønne) delen er innsjø.**



**Tabell 3. Øyeren delt inn i vannforekomster etter vanndirektivet**

Svelle	Elvetype 8, små-middels, moderat kalkrike, leirpåvirkede
Delta med deltaplattformen	Elvetype 7, Store, moderat kalkrike, klare
Søndre Øyeren	Innsjøtype 8 (LN1), store, moderat kalkrike og klare

#### 4.4 Klassifisering av økologisk tilstand i Øyeren hovedvannmasser etter vanndirektivet

Klassegrenser for god og moderat status for store og dype innsjøer i den norske tilpasningen til Vanndirektivet er ennå ikke interkalibrert, og de foreslåtte grensene passer foreløpig dårlig for mange innsjøer (blir feil for Øyeren). Det er derfor ikke mulig å foreta en korrekt innplassering av Øyeren etter den norske klassifiseringsveilederen ([http://www.vannportalen.no/Klassifiseringsveilederen\\_ny\\_profil\\_netted\\_FcG5S.pdf](http://www.vannportalen.no/Klassifiseringsveilederen_ny_profil_netted_FcG5S.pdf)).

#### 4.5 Klassifisering av Øyeren etter SFT veiledere Miljømål for vannforekomstene.

Dette ble gjort etter 2 metoder: 1) Vannkvalitet per se, dvs rett og slett hvor rent vann innsjøen har, etter veileder 97:04 "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann". 2) i relasjon til eutrofiering etter veileder 95:01 "Miljømål for vannforekomstene", sammenhenger mellom utslipp og virkning. Ved denne siste veilederen beregnet man øvre grense for akseptabel fosforkonsentrasjon og akseptabel algemengde, samt øvre grense for akseptabel fosforbelastning. Etter 1) så man hvor rent vann innsjøen hadde, mens dette sa ikke noe direkte om innsjøen trengte tiltak eller ikke. Dette fant man ut etter 2). Siden total fosfor og klorofyll er nøkkelparametere skal man legge mest vekt på disse. Hvis nøkkelparametere gir forskjellig vannkvalitet, skal man klassifisere etter den dårligste. Det vil si at Øyeren blir liggende i klasse mindre god. Denne blir behandlet som klasse 3 moderat i vanndirektivets klassifisering og betinger at man ikke er i mål med vannkvalitetsoppnåelse. Det vil si at det er nødvendig med tiltak.

**Tabell 5. Klassifisert etter SFT- Veileder 97:04 som beskriver vannkvalitet per se, dvs. uavhengig av vanntype**

Parameter	Øyeren 2010	Beskrivelse
Total fosfor	13,2 µgP/l	3 Mindre god
Total nitrogen	568 µgN/l	3 Mindre god
Klorofyll a	3,8 µg/l	2 God

Etter "SFT Veileder 95:01 Miljømål for vannforekomstene", som man skal benytte for å vurdere om innsjøen er overbelastet med fosfor eller ikke, faller søndre del av Øyeren inn under dype innsjøer. Akseptabel fosforkonsentrasjon blir da 7 µg P/l og en algemengde på 2 µg klorofyll-a per liter som middelerdi i vekstsesongen. De dype norske innsjøene ligger fra naturens side på ca 1 µg kla/l, og erfaring fra eutrofieringsperioden i 1970-80 åra tilsa at man fikk problemer med blågrønnalger når innsjøene kom over 3.5 µg kla/l målt som middelerdi over sommersesongen. Forskerne bak RBJ-modellen (Rognerud, Berge og Johannessen 1979) foreslo opprinnelig 2.5 µg kla/l som grense for akseptabel algemengde, men SFT la på en ekstra

**Tabell 6. Tilstandsklassifisering av dype innsjøer etter SFT-veileder 95:01 Miljømål for vannforekomstene. Fastsettelse av øvre akseptable grense for fosforkonsentrasjon og algemengde**

Tilstand	Klorofyll (µg/l)	Tot-P (µgP/l)
Akseptabel	2	7
Betenkelig	2-3,5	7-10,5
Kritisk	>3,5	>10,5
Øyeren 2010	3,8	13,2

sikkerhetsmargin ved å flytte den ned til 2. Beregninger hadde da antydnet at det ikke ville være problematisk å nå dette målet på 2 µg kla/l i nærmest alle de store innsjøene våre. Denne konsentrasjonen var tross alt ca dobbelt så høyt som den naturlige bakgrunnen på 1 µg kla/l. I Mjøsa, Tyrifjorden, Randsfjorden, og stort sett alle de store sjøene våre har man nå kommet ned i 2 µg kla/l, eller lavere. I henhold til forholdet mellom fosfor og klorofyll i RBJ-modellen, har Øyeren mindre klorofyll utbytte per fosforenhet enn vanlig, noe som trolig skyldes den store gjennomstrømningen med Glommavann, som nevnt tidligere, samt også en større belastning med uorganisk erosjonsmateriale (fra bl.a. Leira) enn mange andre innsjøer. Korrigerer vi for dette, vil man via RBJ-modellen få at akseptabel fosforkonsentrasjon for Øyeren justeres opp til 8,4 µg P/l.

Øyeren blir liggende i ”kritisk tilstandsklasse” etter denne inndelingen selv etter justering for nedsatt algeutbytte per fosforenhet. Fosforkonsentrasjonen må reduseres med nær 40 % for at innsjøen skal komme i akseptabel tilstand etter det systemet vi har forvaltet våre store innsjøer etter frem til nå. Etter de foreløpige retningslinjer og veiledere som er utviklet etter vanddirektivet, (klassifiseringsveilederen [http://www.vannportalen.no/Klassifiseringsveilederen\\_ny\\_profil\\_nett\\_red\\_FcG5S.pdf.file](http://www.vannportalen.no/Klassifiseringsveilederen_ny_profil_nett_red_FcG5S.pdf.file) ) er man i mål med Øyeren, og vel så det, man kan faktisk fordoble algemengden etter de gjeldende kriteriene og allikevel være i god vannstatus. Dette er utvilsomt feil, og Klif og DN har derfor gitt beskjed om at inntil man har interkalibrert grenseverdier for de store innsjøene, skal man benytte det gamle systemet til å klassifisere miljøtilstanden i store dype innsjøer.

#### **4.6 Akseptabel fosforbelastning etter SFT-veileder 95:01**

Dagens fosforbelastning er ca 450 tonn P/år. Vi tar utgangspunkt i øvre akseptable fosforkonsentrasjon etter korrigering for lavt algeutbytte, det vil si 8,4 µgP/l, og beregner via RBJ modellen at øvre grense for akseptabel fosfor belastning er 290 tonn P/år. Det vil si at man må fortsatt redusere fosfortilførslene med ca 160 tonn P/år for at Øyeren skal bli i akseptabel tilstand.

## 5. Litteratur

- Berge, D. 1987: FOSRES-modellen. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. Hvordan man bestemmer akseptabelt trofinivå og fosforbelastning i sjøer med middeldyp 1,5-15 m. NIVA-rapport Lnr 2001: 44 sider.
- Berge, D., K. Bjørndalen, T. Martinsen, J. Bogen, T. E. Bønsnes, M. Elster, B. Rørslett, S.E. Sloreid, G. Halvorsen, Å. Brabrand, S.E. Dahle, og R. Andersen, 2002. Miljøfaglige undersøkelser i Øyeren 1994-2000., Rapport fra Akershus Fylkeskommune, Stab og samfunnsutvikling, Schweigaardsgt. 4, Oslo., ISBN nr. 82-91036-46-2., 60 sider.
- Bækken, T., T. Rohrlack, og R. Ptacnik, 2008: Samordnet overvåkning av vannkvaliteten i Glomma, Årsrapport 2007., NIVA rapport, løpenr. 5677 - 2008
- Kjellberg, G. 2002. Samordnet vannkvalitetsovervåking I Glomma. Resultater og kommentarer for perioden 1996 – 2000. NIVA rapport, løpenr. 4497 – 2002
- Klassifisering av miljøtilstanden i vann – Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 01:2009. 3.juli 2009.  
[http://www.vannportalen.no/Klassifiseringsveilederen\\_ny\\_profil\\_netts\\_red\\_FcG5S.pdf.file](http://www.vannportalen.no/Klassifiseringsveilederen_ny_profil_netts_red_FcG5S.pdf.file)
- Källqvist, T., J.E. Løvik, A. Erlandsen og S. Markager., 1996. Resirkulering av næringsalter i biodammer med alger og dafnier., NIVA-rapport Lnr OR-3563., 83 sider.
- Lyche Solheim, A., D. Berge, T. Tjomsland, F. Kroglund, I. Tryland, A. K. Schartau, T. Hesthagen, H. Borch, E. Skarbøvik, H.O. Eggestad, A. Engebretsen., 2008: Forslag til miljømål og klassegrenser for fysisk-kjemiske parametre i innsjøer og elver, inkludert leirvassdrag og kriterier for egnethet for brukerinteresser – Supplement til veileder i økologisk klassifisering. NIVA-rapport Lnr 5708, 79 sider.
- Martinsen, T. 1996. Undersøkelse av Øyeren 1995 , ANØ-rapport nr. 6/96
- Nicholls, M. 1993., Vassdrag på Romerike, Vannkvalitet 1976 – 1992, Avløpssambandet Nordre Øyeren
- Rognerud, S., D. Berge og M. Johannessen 1979. Telemarkvassdraget – hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975-1979., NIVA-rapport O-70112.
- SFT Veiledning 95:01 Miljømål for vannforekomstene – sammenhenger mellom utslipp og virkning., SFT-rapport TA 1138/1995: 50 sider.
- SFT Veiledning 97:04 Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann., SFT-rapport TA 1468/1997: 31 sider.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)