

Naturindeks for Norge Videreutvikling av kunnskaps grunnlaget for vannplanter

A decorative blue wavy line that spans the width of the page, starting from the left edge and ending at the right edge, positioned below the title.

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 Naturindeks for Norge Videreutvikling av kunnskapsgrunnlaget for vannplanter | Løpenr. (for bestilling) 6182-2011 | Dato 5. april 2011 |
| | Prosjektnr. Undernr. 10206 | Sider Pris 28 |
| Forfatter(e) Marit Mjelde | Fagområde ferskvann | Distribusjon Fri |
| | Geografisk område Norge | Trykket NIVA |

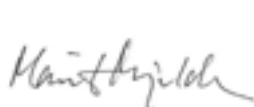
| | |
|--|------------------------------------|
| Oppdragsgiver(e) Direktoratet for Naturforvaltning (DN) | Oppdragsreferanse Knut Simensen |
|--|------------------------------------|

Sammendrag

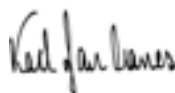
Første fase av arbeidet med Norsk Naturindeks viste et behov for å videreutvikle kunnskapsgrunnlaget for vannplanter. Formålet med prosjektet har vært å fastsette nye referanseverdier, utvikle en forbedret indeks som tar hensyn til et mer helhetlig påvirkningsbilde, samt utvikle en metode for å kunne utnytte vegetasjonsdataene bedre.

Resultatene fra rapporten kan oppsummeres slik: i) det foreligger nå et datasett med 182 referanseinnsjøer, som dekker store deler av landet og som gir referanseverdier for totalt 8 innsjøtyper, dvs. alle de viktigste innsjøtypene i Norge, ii) en sammenstilling av indeksene for de tre viktigste påvirkningsfaktorene forurening, eutrofiering og vannstandsendringer gjennom normalisert EQR-verdier gir en mer helhetlig tilstandsvurdering for vannvegetasjonen, og er godt egnet til bruk i Norsk Naturindeks, og iii) Det er utviklet konstruerte tidsserier som ser ut til å være svært nyttige for å vurdere tilstandsendringer i vannvegetasjonen. Ved hjelp av de disse konstruerte tidsseriene har vi økt antall tidsserier for perioden 1995-2000 fra 4 innsjøer til 44 innsjøer. I tillegg har vi fått økt antall tidsserier for andre tidsperioder.

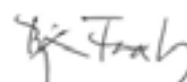
| | |
|--|--|
| Fire norske emneord 1. vannplanter 2. referanselokaliteter 3. indekser 4. tidsserier | Fire engelske emneord 1. Aquatic macrophytes 2. Reference localities 3. Indices 4. Time series |
|--|--|



Marit Mjelde
Prosjektleder



Karl Jan Aanes
Forskningsleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

Naturindeks for Norge

Videreutvikling av kunnskapsgrunnlaget for vannplanter

Forord

NIVA fikk i mai 2010 i oppdrag fra Direktoratet for Natuforvaltning (DN) å videreutvikle kunnskapsgrunnlaget for vannplanter, med sikte på å gi forbedrete data når Naturindeksen skal revideres.

Rapporten er skrevet av Marit Mjelde. Hanne Edvardsen har deltatt i analysene av datamaterialet, Hun har dessuten, sammen med Markus Lindholm, bidratt med verdifulle kommentarer til teksten.

Oppdragsgivers kontaktperson har vært Signe Nybø (fram til juni 2010?) og Knut Simensen (etter juni 2010).

Takk til alle for godt samarbeid!

Oslo, 5. april 2011

Marit Mjelde

Innhold

| | |
|--|-----------|
| Sammendrag | 5 |
| Summary | 5 |
| 1. Innledning | 6 |
| 1.1 Bakgrunn | 6 |
| 1.2 Formål | 6 |
| 2. Datagrunnlag | 7 |
| 3. Fastsettelse av nye referanseverdier | 8 |
| 4. Forbedret indeks | 9 |
| 5. Tidsserier | 10 |
| 5.1 Faktiske tidsserier fra ønskede år | 10 |
| 5.2 Konstruerte tidsserier | 11 |
| 5.3 Nye tidsserier for ønskede år | 21 |
| 5.4 Samlet tilstand | 23 |
| 5.5 Diskusjon og konklusjon | 24 |
| 6. Litteratur | 26 |
| Vedlegg A. Tidsseriedata 1995-2000-2005 | 27 |

Sammendrag

Første fase av arbeidet med Norsk Naturindeks viste et klart behov for å viderutvikle kunnskapsgrunnlaget for vannplanter. Formålet med NIVA-prosjektet har vært å 1) fastsette nye referanseverdier, 2) utvikle en forbedret indeks som tar hensyn til et mer helhetlig påvirkningsbilde, samt 3) utvikle en metode for å kunne utnytte vegetasjonsdataene bedre.

Basert på en kritisk gjennomgang av NIVAs datasett foreligger det nå data fra 182 referanseinnsjøer. Vi kan presentere nye og forbedrete referanseverdier for totalt 8 innsjøtyper; svært kalkfattige og klare, svært kalkfattige og humøse, kalkfattige og klare, kalkfattige og humøse, kalkrike og klare, kalkrike og humøse, svært kalkrike og klare, og svært kalkrike og humøse innsjøer. Dette dekker alle de viktigste innsjøtypene i Norge.

Det er utviklet indekser som viser tilstandsendringer for de viktigste påvirkningsfaktorene for vannplanter i ferskvann; forsuringsindeks (SIc), trofieringsindeks (TIc) og indeks for vannstandsregulering (WIc). Effektene av disse sammenstilles ved hjelp av normaliserte EQR-verdier (nEQR).

Tidsserier for vannplanter i ferskvann er fåtallige og mangelfulle. En sammenstilling av alle tilgjengelige data på vannvegetasjon ga totalt tidsserier for 111 innsjøer. Tidsseriene er imidlertid av varierende lengde og bare fire innsjøer har tidsserier som dekker perioden 1995-2000.

Ved hjelp av interpolering har vi derfor utviklet konstruerte tidsserier, som, med visse forbehold, ser ut til å være svært nyttige for å vurdere tilstandsendringer i vannvegetasjonen. De viktigste forbeholdene er: 1) datamaterialet må være balansert i forhold til regioner og påvirkningsfaktorer, 2) ved vurdering av tilstandsendringer over tid må det bare benyttes fullstendige (sammenfallende) tidsserier. Ved hjelp av konstruerte tidsserier har vi økt antall tidsserier for perioden 1995-2000 fra 4 innsjøer til 44 innsjøer. I tillegg har vi fått økt antall tidsserier for andre tidsperioder.

Det presiseres at Østlandet er overrepresentert i forhold til andre regioner i dette datamaterialet, særlig Vestlandet og Midt-Norge har fortsatt mangelfulle tidsserier. Det bør være en målsetning å forbedre fordelingen av tidsserier mellom de ulike regionene slik at Naturindeksen kan gi et mer representativt bilde på tilstandsutviklingen av vannvegetasjon.

Tilstandsendringer i forhold til vassdragsreguleringer kan ikke foretas pr i dag da datamaterialet er for lite.

Summary

The report has improved the knowledge base for aquatic macrophytes by: 1) increased and improved dataset for reference lakes, 2) improved overall status assessment by combining three different indices, and 3) development of new timeseries by interpolation.

Title: Nature Index of Norway. Improvement of the knowledge basis for aquatic macrophytes.

Year: 2011

Author: Marit Mjelde

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5917-9

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Generelt sett er kartlegging av biologisk mangfold i ferskvann mangelfull og tidsseriedata finnes bare fra et fåtall lokaliteter (Schartau m.fl. 2010). De fleste undersøkelsene av vannplanter før 1990 er foretatt i forbindelse med problemkartlegging, for eksempel tilgroing, eutrofiering m.m. Generell kartlegging av biologisk mangfold inkludert kartlegging av referanselokaliteter har ikke vært prioritert. Gode referanseverdier er derfor mangelvare.

I Naturindeks for Norge 2010 inngikk totalt 42 indikatorer for ferskvann, hvorav hovedvekten var på fugl og fisk (Schartau m.fl. 2010). Botaniske forhold i ferskvann (planteplankton, begroingsalger og vannplanter) er representert gjennom 4 eutrofi-indekser og 1 forsuringsindeks (Mjelde, m.fl. 2010). For vannplanter er det i Naturindeksen benyttet eutrofiindeksen TIC for å vurdere endringer i vannvegetasjonen i innsjøer. Dette er en påvirkningsindeks utviklet for bruk i Vanndirektivet og viser bare endringer i forhold til påvirkningsfaktoren eutrofiering. Denne type indekser, som dekker hele artsgrupper, vekstes dessuten høyere enn indekser for enkeltarter (S. Nybø, pers.medd.), slik at effekter av eutrofiering får forholdsvis stor innflytelse på Naturindeksen. I områder der det biologiske mangfoldet er endret av annen grunn enn eutrofiering vil indeksen ikke gi et riktig bilde. Det har derfor vært et mål å utvikle en forbedret indeks som tar hensyn til et mer helhetlig påvirkningsbilde.

Dessuten har det vært et problem at vi til tross for et forholdsvis stort datamateriale har såpass få tidsserier. Det er derfor behov for å vurdere mulighetene for å utnytte dataene våre på en bedre måte.

1.2 Formål

Det er et klart behov for å viderutvikle kunnskapsgrunnlaget for vannplanter. Målet med det foreliggende prosjektet er å: 1) fastsette nye referanseverdier, 2) utvikle en forbedret indeks som tar hensyn til et mer helhetlig påvirkningsbilde, samt 3) utvikle en metode for å kunne utnytte vegetasjonsdataene bedre.

2. Datagrunnlag

NIVAs database for vannvegetasjon inkluderer nå ca 500 innsjøer, registrert i perioden 1958-d.d. I tillegg har vi stilt sammen litteraturdata fra 310 innsjøer. Disse registreringene er foretatt i perioden 1925-2009. I denne sammenstillingen har vi bare inkludert de lokalitetene hvor hele innsjøen er undersøkt ved hjelp av båt, og helst med vannkikkert og kasterive. Datasettet består av totalt av 859 innsjøår. Alle regioner og de fleste vanntyper i Norge er dekket. Datasettet inkluderer 111 innsjøer med tidsserier (figur 1).

Innsjøtypene tilsvarer de som er benyttet for vannplanter i vanndirektivet; hvor 001 = svært kalkfattige, klare, 002 = svært kalkfattige, humøse, 101 = kalkfattige, klare, 102 = kalkfattige, humøse, 201 = kalkrike, klare, 202 = kalkrike, humøse, 301 = svært kalkrike, klare og 302 = svært kalkrike, humøse. For videre presiseringer, se klassifiseringsveilederen for vanndirektivet (Direktoratsgruppa for vanndirektivet 2009).



Figur 1. Fordeling av de 111 innsjøene som har tidsserier.

Vi har i denne rapporten delt landet inn i fire regioner: ØST (Østfold, Oslo-Akershus, Hedmark, Oppland, Buskerud, Vestfold, Telemark), SØR (Aust-Agder, Vest-Agder, Rogaland), VEST (Hordaland, Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal), MIDT (Sør-Trøndelag, Nord-Trøndelag) og NORD (Nordland, Troms, Finnmark). Antall innsjøer varierer en del mellom regionene; 40 innsjøer i region Øst, 25 i Sør, 8 i Vest, 6 i Midt og 32 i Nord.

3. Fastsettelse av nye referanseverdier

Basert på det sammenstilte datasettet har vi foretatt en grundig gjennomgang av mulige referanse-lokaliteter, basert på andel jordbruk og befolkning i nedbørfeltet, kjennskap til forsuring og kalking, samt ulike former for hydrologiske inngrep. I tillegg har vi brukt vannkjemiske data og ekspert-vurderinger.

De nye referanseverdiene er basert på et datasettet med totalt 182 referanselokaliteter, fordelt på alle innsjøtyper og regioner. Vi har benyttet de samme innsjøtypene som ved vurdering av vannplanter i vanddirektivet; hvor 001 = svært kalkfattige, klare, 002 = svært kalkfattige, humøse, 101 = kalkfattige, klare, 102 = kalkfattige, humøse, 201 = kalkrike, klare, 202 = kalkrike, humøse, 301 = svært kalkrike, klare og 302 = svært kalkrike, humøse. For videre presiseringer, se klassifiseringsveilederen for vanddirektivet (www.vannportalen.no).

For fastsetting av referanseverdier for de ulike innsjøtypene har vi benyttet 25-persentilen av indikatorverdien for referanselokalitetene. Eksempel: For svært kalkfattige innsjøer (type 001) er referanseverdien for eutrofi satt til 92. Dette betyr at 75% av referanseinnsjøene har en indikatorverdi som er høyere enn 92, mens 25% av referanselokalitetene har en indikatorverdi som er lavere enn 92. Denne tilnærmingen er tilsvarende det som er benyttet for flere indekser utviklet i forbindelse med Vanddirektivet.

De nye referanseverdiene er vist i tabell 1. Referanseverdiene er viktige for utregning av EQR- og nEQR-verdier. EQR (økologisk kvalitetsratio) representerer et forholdstall mellom nåværende tilstand og referansetilstand. For å kunne sammenlikne ulike innsjøtyper og ulike indekser må normaliserte EQR-verdier (nEQR) regnes ut. Videre forklaring og utregning av EQR og nEQR er vist i klassifiseringsveilederen for vanddirektivet (Direktoratsgruppa for Vanddirektivet 2009).

Tabell 1. Nye referanseverdier for eutrofiering, forsuring og vassdragsregulering

| innsjøtype | antall ref. lok. | Referanseverdier | | | | | |
|------------|---------------------|------------------|-----|------------|-----|------------|-----|
| | | eutrofi* | | forsuring | | regulering | |
| | | indeks | EQR | indeks | EQR | indeks | EQR |
| 001 | 11 | 92 | 1 | -26 | 1 | 29 | 1 |
| 002 | 2 | 100 | 1 | ** | 1 | - | |
| 101 | 40 | 75 | 1 | 0 | 1 | 29 | 1 |
| 102 | 26 | 70 | 1 | -50 | 1 | - | |
| 201 | 51 | 67 | 1 | 35 | 1 | 29 | 1 |
| 202 | 9 | 67 | 1 | 33 | 1 | - | |
| 301 | 32 | 58 | 1 | 83 | 1 | - | |
| 302 | 11 | 50 | 1 | 46 | 1 | - | |

*: merk at referanseverdiene skiller seg noe fra de som pr. idag benyttes i Vanddirektivet

** : for få data for type 002, den er derfor slått sammen med type 102

4. Forbedret indeks

I rapportene fra første fase av Naturindeks-arbeidet er behovet for forbedrete indekser gjentatt av flere (Nybø (red.) 2010a, b). Dette er også diskutert for vannplanter (Mjelde m.fl. 2010), hvor man i første fase bare benyttet trofiindeksen TIC. Blant annet er en s.k. "forventningsindeks" vurdert, noe tilsvarende den som ble testet for invertebrater (Schartau m.fl. 2010).

I Gjevingevassdraget i Aust-Agder og Vansjø-Hobøl-vassdraget i Østfold vurderte man forekomst av ulike arter i vannvegetasjonen i forhold til en artssammensetning i referansesjøer (Hindar m.fl. 2005, Mjelde 2005). En slik vurdering kan gi mye verdifull informasjon, men forskjellen i forhold til et forventet referanseinventar anses som vanskelig å tolke og dessuten vanskelig å tallfeste.

Vi har derfor konsentrert det videre arbeidet om ulike påvirkningsindekser og hvordan disse bør sammenstilles. Vi benytter tre ulike indekser som viser tilstandsendringer i vegetasjonen i forhold til de tre viktigste påvirkningsfaktorene for vannplanter i ferskvann; forsuringsindeks (SIc), trofiindeks (TIC) og indeks for vannstandsregulering (WIC). Alle tre indeksene er basert på endringer i forholdet mellom sensitive og tolerante arter i forhold til gitt påvirkning, hhv. pH, total fosfor og vinternedtapping. TIC og WIC er utviklet i forbindelse med Vanndirektivet, og en nøyere beskrivelse av indeksene er gitt i Penning et al. (2008), Direktoratgruppen for Vanndirektivet (2009) og Kolada et al. (2011). Forsuringsindeksen er videreutviklet i forbindelse med foreliggende prosjekt (Mjelde, upubl.), men må fortsatt betraktes som under utvikling.

For å kunne stille sammen resultatet fra de ulike indeksene til én tilstandsverdi for hver innsjø må vi bruke normaliserte EQR-verdier. For de normaliserte EQR-verdiene er referansetilstanden satt til 1, mens grensa mellom god og moderat tilstand har en fast verdi på 0.6. Utregning av EQR og normaliserte EQR-verdier er nærmere forklart i klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppen for Vanndirektivet 2009). Ideelt sett skal verdiene for EQR og nEQR være tall mellom 0 og 1. Imidlertid kan verdiene for forsuringsindeksen tildels ligge noe høyere enn 1. Dette gjelder stort sett innsjøer som er langt fra forsuret (feks. kalkrike, eutrofe innsjøer).

For å kunne vurdere om tilstanden er god eller dårlig (dvs. over eller under nEQR = 0.6) i de ulike innsjøene er det utviklet grenselinjer for hver av indeksene (tabell 2). I denne sammenheng har vi valgt å bare skille mellom god/moderat tilstand, dvs. kategori god omfatter svært god og god tilstand, mens moderat tilstand omfatter moderat, dårlig og svært dårlig tilstand. nEQR-verdier for hver innsjø er deretter regnet ut basert på referanseverdier og grenseverdier for god/moderat tilstand. Et utvalg av innsjøene med nEQR-verdier er gitt i Vedlegg A.

Tabell 2. Grenseverdier for god/moderat tilstand i forhold til eutrofiering (TIC), forsurening (SIc) og vassdragsregulering (WIC).

| innsjøtype | G/M - eutrofi* | | | G/M - forsurening | | | G/M - regulering | | |
|------------|----------------|------|------|-------------------|------|------|------------------|------|------|
| | indeks | EQR | nEQR | indeks | EQR | nEQR | indeks | EQR | nEQR |
| 001 | 55 | 0.81 | 0.6 | -50 | 0.68 | 0.6 | -20 | 0.62 | 0.6 |
| 002 | 55 | 0.78 | 0.6 | -70 | 0.6 | 0.6 | | | |
| 101 | 55 | 0.89 | 0.6 | -50 | 0.5 | 0.6 | -20 | 0.62 | 0.6 |
| 102 | 55 | 0.91 | 0.6 | -70 | 0.6 | 0.6 | | | |
| 201 | 30 | 0.78 | 0.6 | -50 | 0.37 | 0.6 | -20 | 0.62 | 0.6 |
| 202 | 30 | 0.78 | 0.6 | -50 | 0.38 | 0.6 | | | |
| 301 | 30 | 0.82 | 0.6 | -50 | 0.23 | 0.6 | | | |
| 302 | 30 | 0.87 | 0.6 | -50 | 0.34 | 0.6 | | | |

*: merk at klassegrensene skiller seg noe fra de som (til nå) er brukt i Vanndirektivet

5. Tidsserier

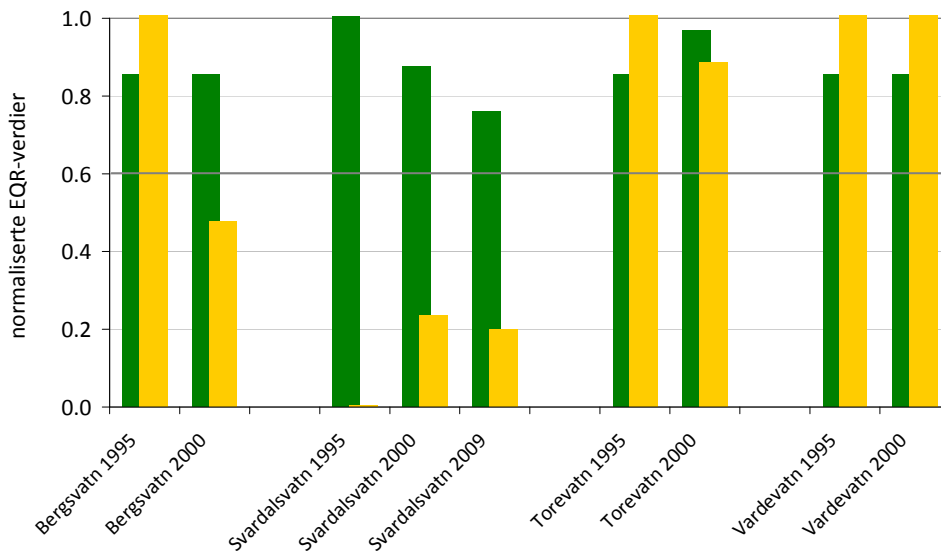
Basert på sammenstillingen av alle tilgjengelige data på vannvegetasjon i innsjøer har vi nå tidsserier for 111 innsjøer, fordelt på alle regioner; øst, sør, vest, midt og nord, men med hovedvekt på Østlandsområdet. Tidsseriene har svært varierende lengde, noen er 3-4 år mens andre er 80-90 år. De aller fleste tidsseriene inkluderer bare 2 år med data, bare for noen få innsjøer finnes data for flere år, og de færreste har data fra mer enn ett av de ønskede årene 1995, 2000 og 2005.

Vi har analysert tidsseriedataene på to ulike måter:

1. Vurdering av tilstandsendringer basert på de faktiske tidsseriene (se kap. 5.1)
2. Estimering av langtidsendringer i tilstand ved å anta en lineær utvikling i tilstand av vannvegetasjonen mellom hvert år med data. Utviklingen for hvert år mellom første og siste observasjon for alle innsjøer interpoleres ("konstruerte tidsserier") (se kap. 5.2).

5.1 Faktiske tidsserier fra ønskede år

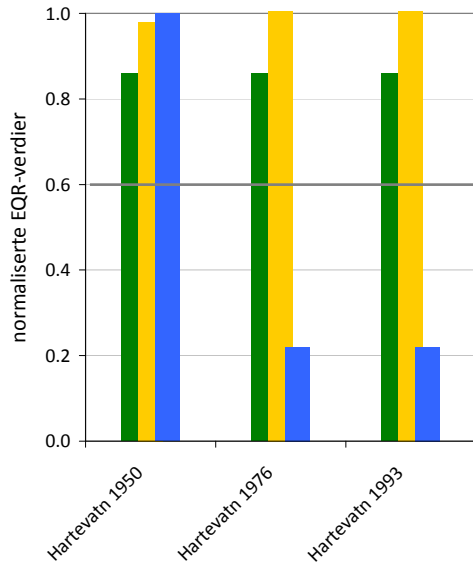
Til tross for at vi har sammenstilt alle tilgjengelige data på vannvegetasjon framkommer det i dette datamaterialet, som omfatter over 700 innsjøer, kun **fire innsjøer** med tidsserier for det ønskede tidsrommet 1995-2000-2005. Alle disse innsjøene ligger i Sogn og Fjordane, og er forsurede og kalkede (figur 2), og de er neppe representative for endringer i vannvegetasjonen på landsbasis.



Figur 2. Tilstandsutvikling for de 4 innsjøene med data i perioden 1995-2000. Gitt for normaliserte EQR-verdier i forhold til forsurede og eutrofi. Gul farge: endringer i forhold til forsuringsindeksen (SIC), grønn farge: endring i forhold til eutrofieringsindeksen (TIC).

Figuren viser svært gode forhold for alle innsjøene basert på trofiindeksen (grønn farge). Forsuringsindeksen viser imidlertid moderat eller dårligere tilstand for to av innsjøene. Dette illustrerer hvor viktig det er å inkludere indekser flere påvirkningsfaktorer.

Når det gjelder vannstandsendringer har vi særlig lite data. Indeksen for vannstandsendringer (WIC) er utviklet for reguleringsmagasiner. I datasettet for tidsserier er det bare et reguleringsmagasin; Hartevatn i Aust-Agder. Effekten av vannstandsregulering i denne innsjøen kraftig (se figur 3), og innsjøen viser klart dårlig tilstand etter regulering. Indeksene for forsuring og eutrofiering viser imidlertid god tilstand. Så igjen viser figuren hvor viktig det er å ta hensyn til de ulike indeksene, som gjenspeiler ulik påvirkning.



Figur 3. Tilstandsutvikling for Hartevatn i perioden 1950-1993. Gitt som normaliserte EQR-verdier i forhold til forsuring, eutrofi og vassdragsregulering.. Gul farge: endringer i forhold til forsuring indeksen (SIC), grønn farge: endring i forhold til eutrofieringsindeksen (TIC), blå farge: endring i forhold til vannstandsreguleringsindeksen (WIC).

5.2 Konstruerte tidsserier

Vi har altså et svært tidsserier for vannvegetasjon i innsjøer. Det kan også være skjevheter i data-materialet (både geografisk og i forhold til påvirkning), som kan gi et feilaktig bilde på utviklingen av vannvegetasjon over tid. Ved å anta en lineær utvikling i tilstand av vannvegetasjonen mellom hvert år med data, har vi kunnet konstruere tidsserier, og dermed bedre grunnlaget for vannvegetasjon. Vi har på denne måten fått tidsserier for **111 innsjøer**. De interpolerte verdiene er basert på nEQR-verdier for indeksene for forsuring (SIC) og eutrofiering (TIC). De gir ingen opplysninger om hvilke arter som faktisk forekommer ved hvert oppkonstruert tidspunkt.

Vi antar at de konstruerte tidsseriene vil gi oss muligheten til å se generelle trender for et større datasett enn det vi opprinnelig hadde. I det følgende vil vi foreta en kritisk gjennomgang av resultatene for å kunne vurdere om disse tidsseriene gir et riktig bilde av endringene i vegetasjonen.

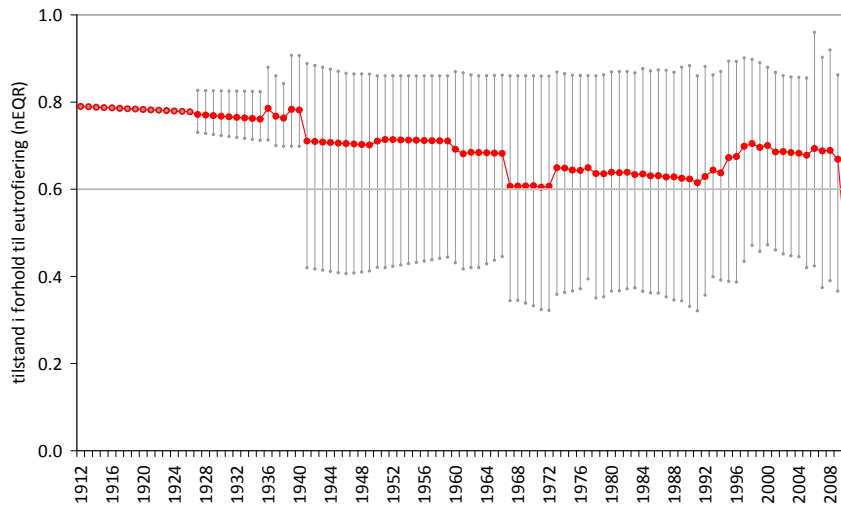
I figur 4 og 5 ser det ut til at det er store variasjoner i tilstanden over tid, men stemmer disse variasjonene? Er det virkelig slik at tilstanden for vannvegetasjonen i gjennomsnitt er god (nEQR >0.6) for hele landet, både i forhold til eutrofiering og forsuring, og at trendene er forholdsvis stabile, slik som figurene viser?

En kritisk gjennomgang av dataene viser at det som ser ut som store endringene i tilstanden, f.eks. i forhold til forsuring på 1920-30-tallet (jfr figur 5) og i forhold til eutrofiering på slutten av 1960-tallet og i 2009-2010 (figur 4) skyldes endringer i selve datasettet, og ikke representerer reelle tilstands- endringer. I disse periodene avsluttes enkelte tidsserier, mens nye innsjøer, dominert av andre

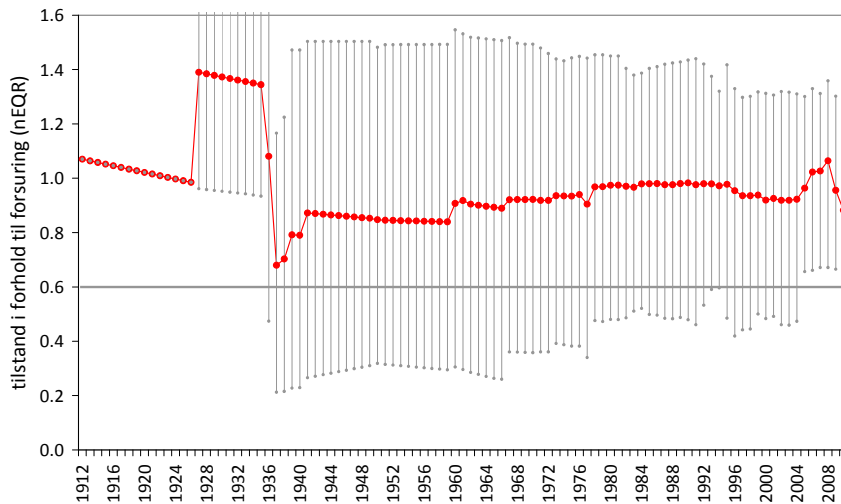
påvirkningsfaktorer, kommer inn. Med andre ord, hele datasettet, brukt på denne måten, gir ikke et korrekt bilde av tilstandsendringer over tid.

Tilstandsendringer over tid må bare vurderes ut fra fullstendige (sammenfallende) tidsserier for alle innsjøene.

Imidlertid kan figurene gi et forholdsvis korrekt bilde av det generelle nivået for tilstand totalt for Norge, dvs. generelt god tilstand for gjennomsnittsinnsjøen i forhold til hhv. eutrofiering og forsurening.



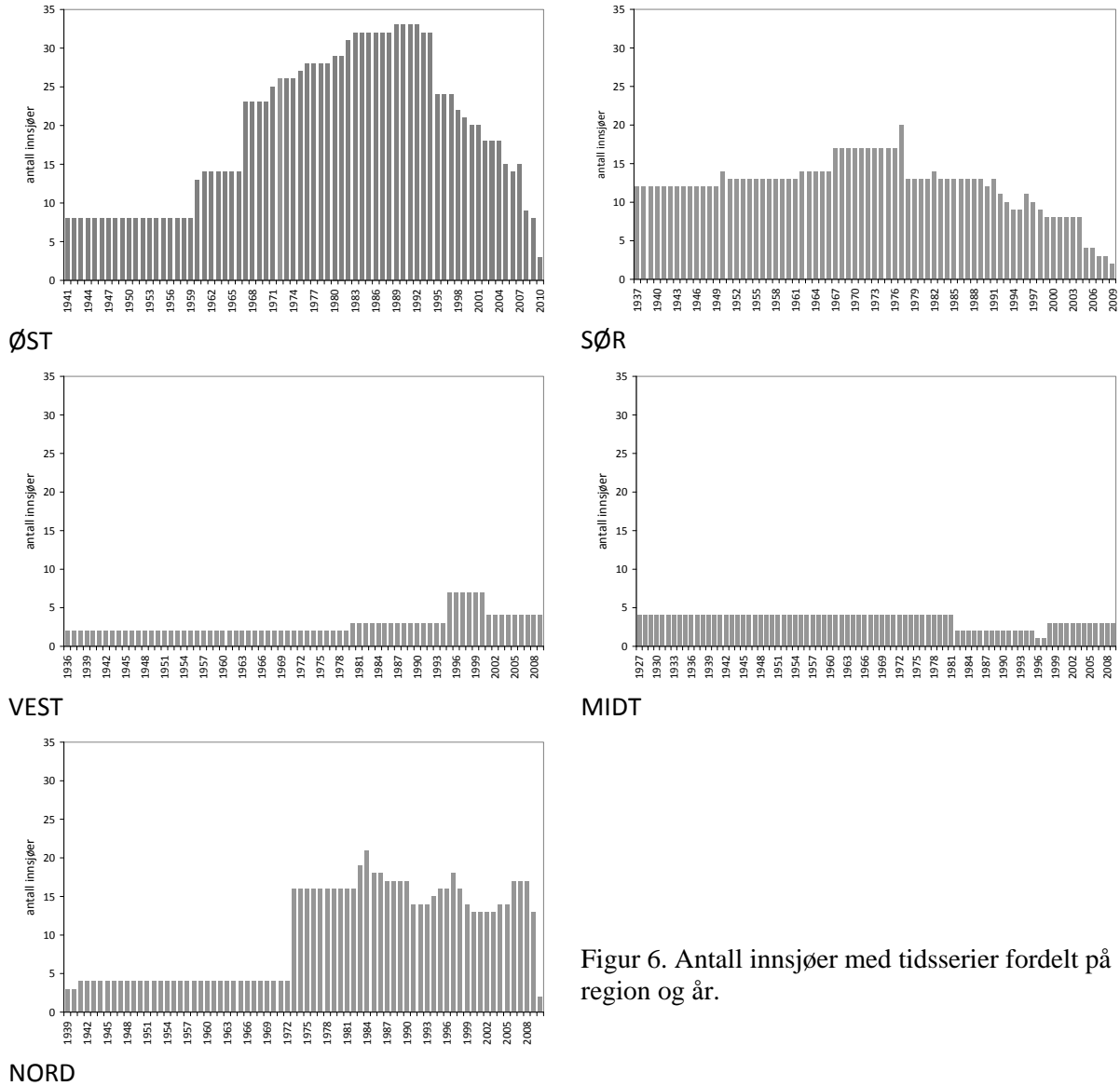
Figur 4. Tilstand i forhold til eutrofiering for hele datasettet (111 innsjøer). Gitt som middel, 10- og 90-persentiler av normaliserte EQR-verdier.



Figur 5. Tilstand i forhold til forsurening for hele datasettet (111 innsjøer). Gitt som middel, 10- og 90-persentiler av normaliserte EQR-verdier.

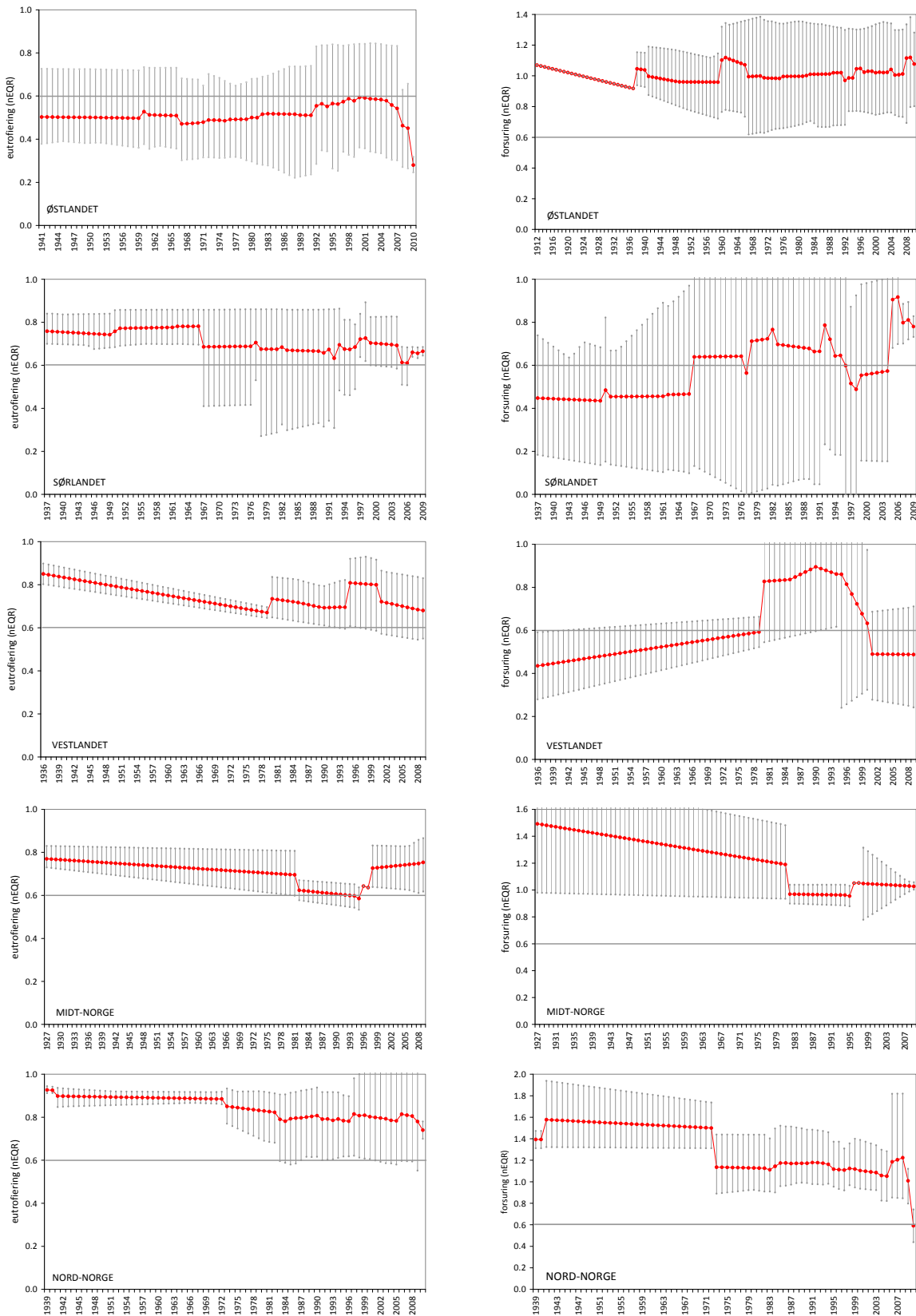
Det er imidlertid viktig å være klar over at datasettet er dominert av innsjøer på Østlandet (se figur 6), som for en stor del består av mer eller mindre eutrofe innsjøer. Svært få innsjøer her er påvirket av

forsuring, og tilstanden for forsuring for disse innsjøene blir derfor svært god, noe som drar gjennomsnittsinnsjøen opp! Region VEST og SØR har dessuten svært få lokaliteter. Det bør være en målsetning å forbedre fordelingen av tidsserier mellom de ulike regionene slik at Naturindeksen kan gi et mer representativt bilde på tilstandsutviklingen av vannvegetasjon i hele landet.



Figur 6. Antall innsjøer med tidsserier fordelt på region og år.

Inndelingen i regioner viser, som forventet, at regionene ØST, MIDT og NORD har god tilstand i forhold til forsuring (se figur 7, neste side). Regionene SØR og VEST viser forholdsvis store variasjoner i tilstand både i forhold til forsuring og eutrofiering.



Figur 7. Tilstand i forhold til eutrofiering (venstre) og forsureing (høyre) for innsjøer i de ulike regionene. Middell, 10- og 90-persentiler av normaliserte EQR-verdier (nEQR).

Vi har vist at en sammenstilling av alle tidsseriene for hele landet eller for hver region (figur 5-7) ikke kan si noen om tilstandendringer over tid. Det er altså svært viktig å bare benytte innsjøer med fullstendige (sammenfallende) tidsserier. Dette medfører at vi må kutte noen datasett. For Østlandsområdet har vi for eksempel i perioden 1961-91 totalt tidsseriedata fra 33 innsjøer, noen av disse avsluttes i 1982, andre begynner på 70-tallet og noen dekker bare noen få år midt i perioden. Denne type data må ekskluderes fra analysene da de kan medføre endringer i trenden som ikke er korrekte. I dette eksemplet står vi igjen med 14 innsjøer, som har tidsserier som dekker hele perioden 1961-91.

På de neste sidene viser vi trender for de ulike regionene basert kun på sammenfallende tidsserier. Disse mener vi gir det mest korrekte bildet på utviklingen i regionene.

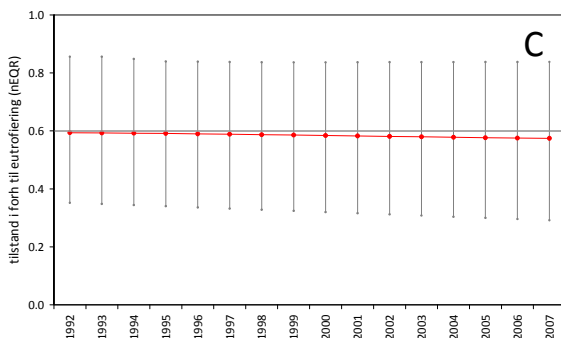
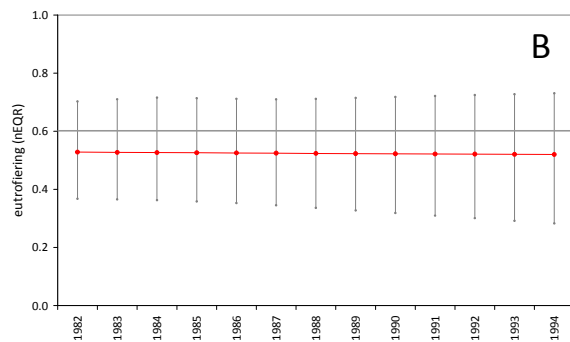
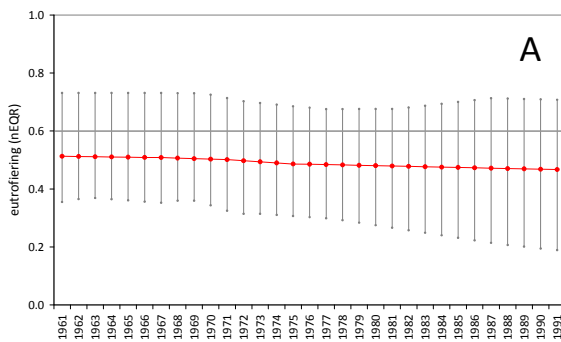
Region: ØST

Etter interpolering har vi for Østlandsområdet totalt 40 innsjøer med tidsserier (tabell 3), som dekker perioden 1912-2010. Imidlertid er det kun 1-2 innsjøer med data før 1941. Flest tidsserier har vi fra midten av 1960-tallet til midten av 1990-tallet.

Vi har valgt ut 3 ulike tidsperioder (se tabell 3 og figur 8) for å dekke de årene der det ifølge figur 7 ser ut til å være markerte endringer i tilstand. For eksempel kan det se ut som om det skjer en klar reduksjon i tilstand, i forhold til eutrofiering, på midten av 1960-tallet, og en tilsvarende forbedring på 1990-tallet, samt en drastisk forverring etter 2004-2005. Vi har bare vurdert utviklingen i forhold til eutrofiering, forsuring er ikke aktuell for denne regionen (jfr. figur 7).

Tabell 3. Tidsperioder og antall innsjøer for datasettet i region ØST.

| | periode | ant. lok. | merknad |
|-------------------------|-----------|-----------|--------------------------------|
| hele datasettet (fig 7) | 1912-2010 | 40 | hele datasettet |
| Figur 8 (A) | 1961-1991 | 14 | bare sammenfallende tidsserier |
| Figur 8 (B) | 1982-1994 | 25 | bare sammenfallende tidsserier |
| Figur 8 (C) | 1992-2007 | 12 | bare sammenfallende tidsserier |



Figur 8. Endret tilstand i forhold til **eutrofiering** for utvalgte tidsrom og innsjøer på Østlandet. Omfatter bare sammenfallende tidsserier. Gitt som middel, samt 10 og 90 persentiler av normaliserte EQR-verdier. God tilstand: $nEQR \geq 0.6$ (markert i figuren).

A) 14 innsjøer i perioden 1961-91, B) 25 innsjøer i 1982-94 og C) 12 innsjøer i 1992-2007.

Figur 8 viser at den midlere tilstanden for vannvegetasjon i innsjøene på Østlandet med sammenfallende tidsserier er dårligere enn god for alle tre periodene 1961-91, 1982-94 og 1994-2007. Videre viser tilstanden en uendret situasjon eller en svak forverring over tid i alle tre periodene. Den kratige forverringen i 2004-2005 er ikke reell. Persentilene viser at det er forholdsvis store variasjoner i tilstand i alle perioder.

Region: SØR

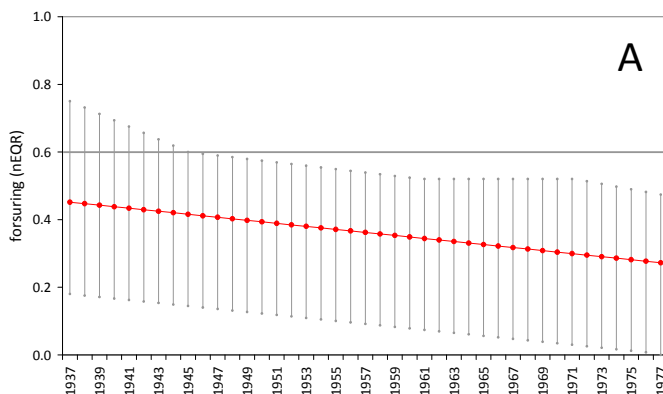
Datasettet for denne regionen består av 5 innsjøer i Rogaland, som er påvirket av eutrofiering, og 20 forsurede innsjøer i Agder-fylkene. Her har vi valgt å vurdere tilstanden i de eutrofierte innsjøene skilt fra de forsurede innsjøene. Tidsseriene for noen av de eutrofierte innsjøene startet på midten av 60-tallet, resten noe senere, mens tidsseriene for de forsurede innsjøene starter allerede i 1937.

Vi har valgt ut 3 ulike tidsperioder for de forsurede innsjøene, 1937-1977, 1967-1991 og 1992-2004 (se tabell 4 og figur 9 og 10), som tilsammen dekker store deler av perioden 1937-2004. For de eutrofierte innsjøene har vi valgt de samme periodene, unntatt den tidligste, der vi ikke har data.

Tabell 4. Tidsperioder og antall innsjøer for datasettet i region SØR.

| | periode | ant. lok | merknad |
|-------------------------|-----------|----------|--|
| hele datasettet (fig 7) | 1937-2009 | 25 | hele datasettet |
| Figur 9 (A) | 1937-1977 | 11 | bare forsurete innsjøer i Agder, sammenfallende tidsserier |
| Figur 10 (B) | 1967-1991 | 4 | bare forsurete innsjøer i Agder, sammenfallende tidsserier |
| Figur 10 (C) | 1992-2004 | 2 | bare forsurete innsjøer i Agder, sammenfallende tidsserier |
| Figur 10 (D) | 1967-1991 | 5 | eutrofierte innsjøer i Rogaland, sammenfallende tidsserier |
| Figur 10 (E) | 1992-2004 | 5 | eutrofierte innsjøer i Rogaland, sammenfallende tidsserier |

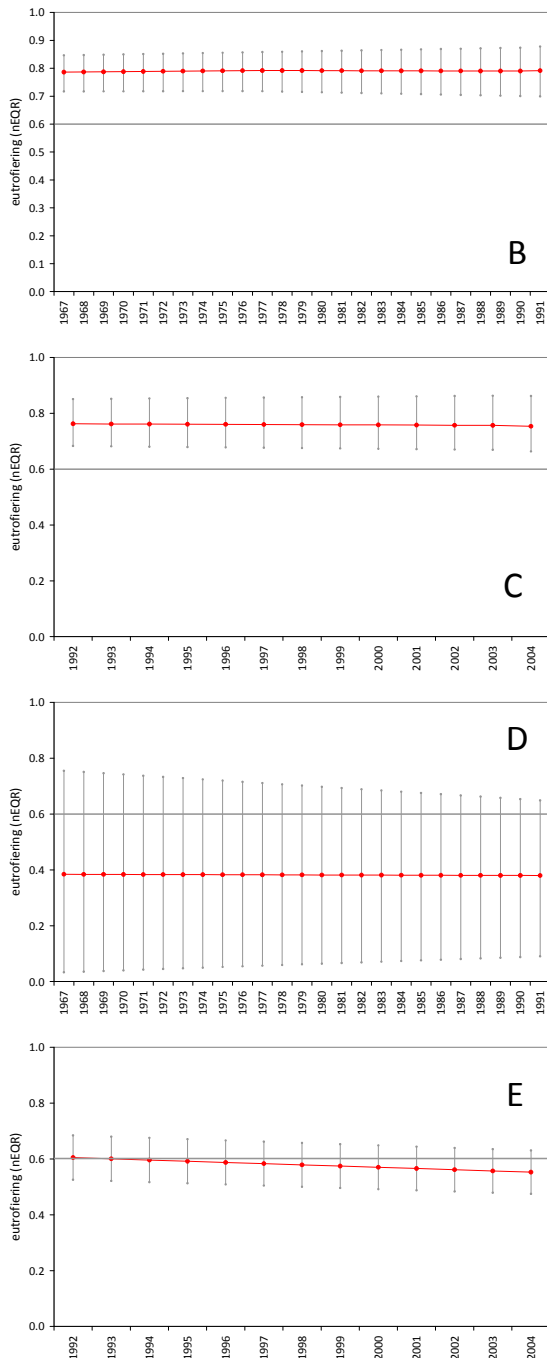
Figur 9 (A) og figur 10 (B og C) viser at den midlere tilstanden for vannvegetasjonen i forsurede innsjøer på Sørlandet er dårligere enn god i hele perioden 1937-2004. Tilstanden i forhold til forsurede viste dessuten en klar forverring i perioden 1937-77 (figur 10, A). Også i perioden 1967-1991 kan man se en svak forverring (figur 10, B), mens tilstanden viser en svak forbedring i perioden 1992-2004 (figur 10, C). Alle disse innsjøene viser god og stabil tilstand i forhold til eutrofiering.



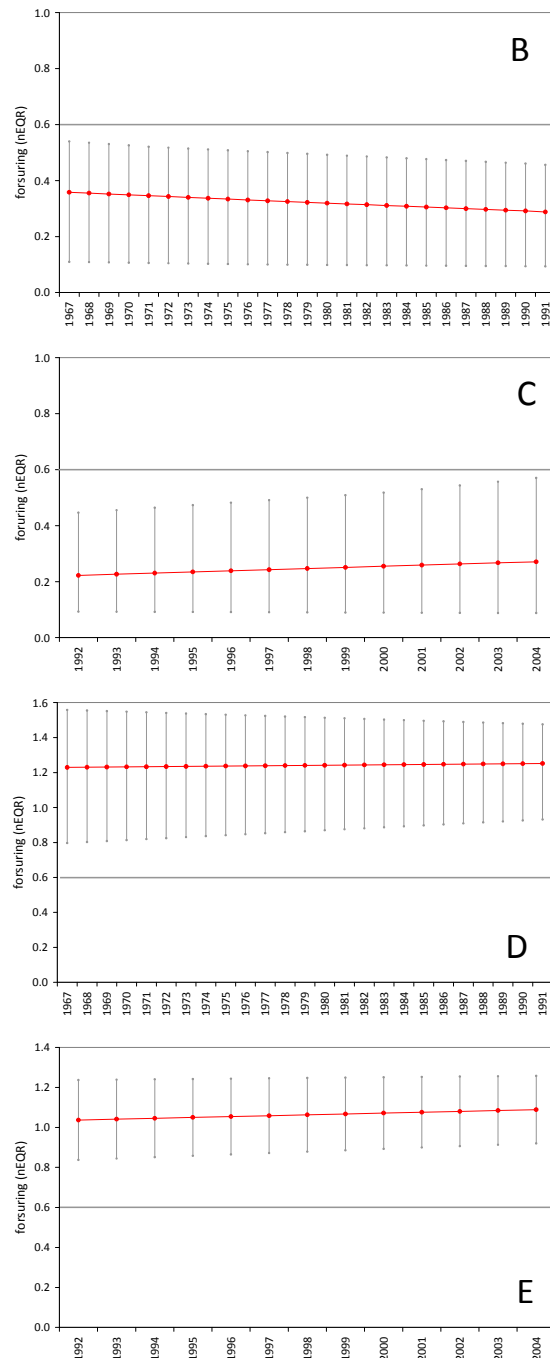
Figur 9. Endring tilstand i forhold til **forsuring** for 11 innsjøer i Agder-fylkene i perioden 1937-77. Gitt som middel, samt 10 og 90 persentiler av normaliserte EQR-verdier. God tilstand: $nEQR \geq 0.6$ (markert i figuren).

Den midlere tilstanden for vannvegetasjonen i de eutrofe innsjøene er dårligere enn god i begge periodene 1967-91 og 1992-2004 (figur 10, D og E). I siste periode ser det ut til å være en svak forverring i tilstand, imidlertid har vi tidsserier for bare 2 innsjøer i denne perioden.

Endring i forhold til eutrofieringsindeks



Endring i forhold til forsuringsindeks



Figur 10. Endring i tilstand i forhold til **eutrofiering** (venstre kolonne) og **forsuring** (høyre kolonne) for utvalgte tidsrom og innsjøer på Sørlandet. Gitt som middel, samt 10 og 90 persentiler av normaliserte EQR-verdier. God tilstand: $nEQR \geq 0.6$ (markert i figuren). B) 5 forsurede innsjøer 1967-91, C) 5 forsurede innsjøer 1992-2004, D) 4 eutrofe innsjøer 1967-91, E) 2 eutrofe innsjøer 1992-2004.

Region: VEST

Datasettet for denne regionen består av 5 forsuringspåvirkede innsjøer, 2 innsjøer som er påvirket av eutrofiering, samt en innsjø som er regulert. Vi vurderer tilstandsutviklingen i de eutrofierte innsjøene skilt fra de forsurede innsjøene. For disse gjelder hele tidsperioden 1936-2009 (tabell 5 og figur 11).

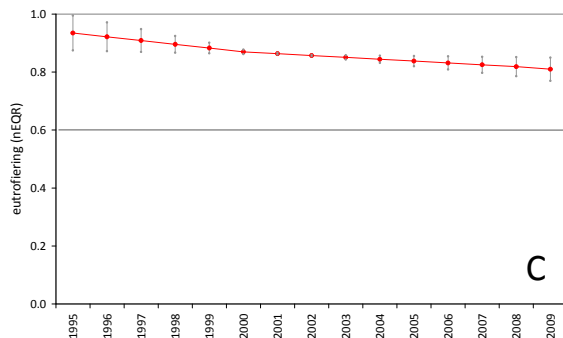
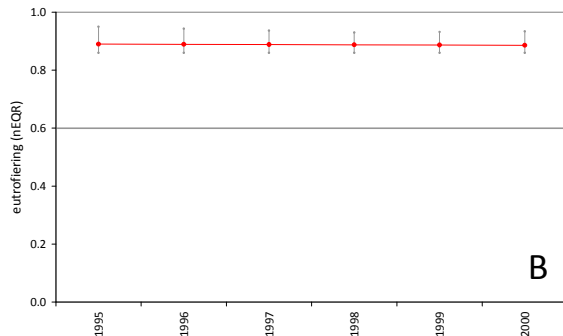
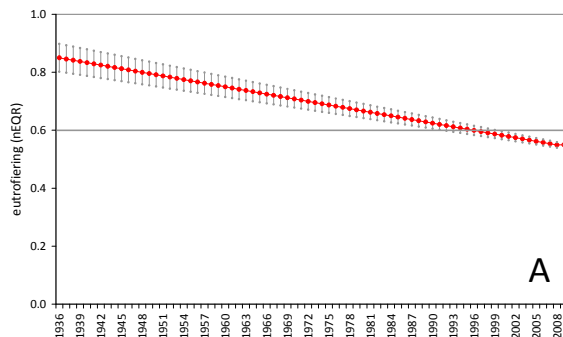
Vi har valgt to perioder for de forsuringspåvirkede innsjøene; 1995-2000 og 1995-2009. Perioden 1995-2000 inkluderer også de to innsjøene som har data fram til 2009.

Tabell 5. Tidsperioder og antall innsjøer for datasettet i region VEST.

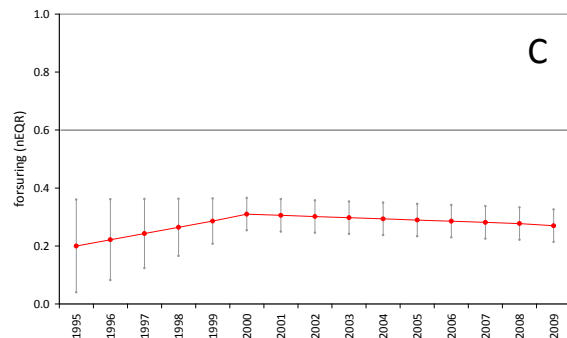
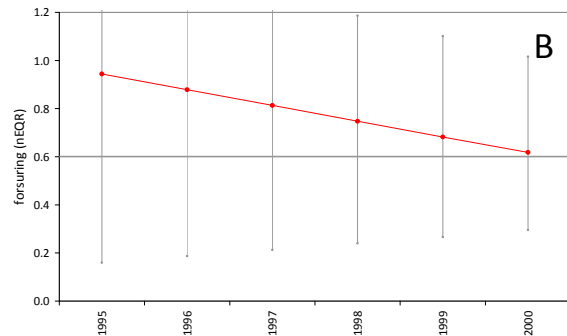
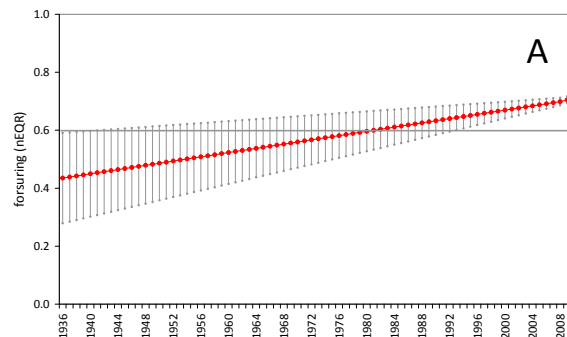
| | periode | ant. lok. | merknad |
|-------------------------|-----------|-----------|--|
| hele datasettet (fig 7) | 1939-2009 | 8 | hele datasettet |
| Figur 11 (A) | 1936-2009 | 2 | bare eutrofierte innsjøer, sammenfallende tidsserier |
| Figur 11 (B) | 1995-2000 | 5 | bare forsurede innsjøer, sammenfallende tidsserier |
| Figur 11 (C) | 1995-2009 | 2 | bare forsurede innsjøer, sammenfallende tidsserier |

De to eutrofierte innsjøene viser en forverring i tilstanden i forhold til eutrofiering i perioden 1937-2009, samtidig som tilstanden i forhold til forsuring forbedres (figur 11, A).

Endring i forhold til eutrofieringsindeks



Endring i forhold til forsuringindeks



Figur 11. Endret tilstand i forhold til **eutrofiering** (venstre) og **forsuring** (høyre) for valgte tidsrom og innsjøer på Vestlandet. Gitt som middel, samt 10 og 90 persentiler av normaliserte EQR-verdier. God tilstand: $nEQR \geq 0.6$ (markert i figuren). A) 2 eutrofierte innsjøer 1936-2009, B) 5 forsurede innsjøer 1995-2000, C) 2 forsurede innsjøer 1995-2009.

Tilstanden i de forsurede innsjøene var svært variabel i 1995, sannsynligvis på grunn av at alle er kalket. Hvorvidt kalking, etterfulgt av en forbedret vannkvalitet, fører til en forbedring av tilstanden for vannvegetasjonen, er avhengig av at det finnes spredningsenheter for de såkalte sensitive artene i ikke-forsurede områder i vassdraget oppstrøms. Hvis ikke kan effektene av kalkingen på vannvegetasjon ta lengre tid. Tilstanden i kalkede innsjøer kan derfor variere mye. Imidlertid viste tilstanden i disse innsjøene en forverring i perioden 1995-2000 (figur 11, B), mens de to innsjøene med tidsseriedata for 1995-2000 viste en forholdsvis stabil, men dårlig tilstand i perioden (figur 11, C).

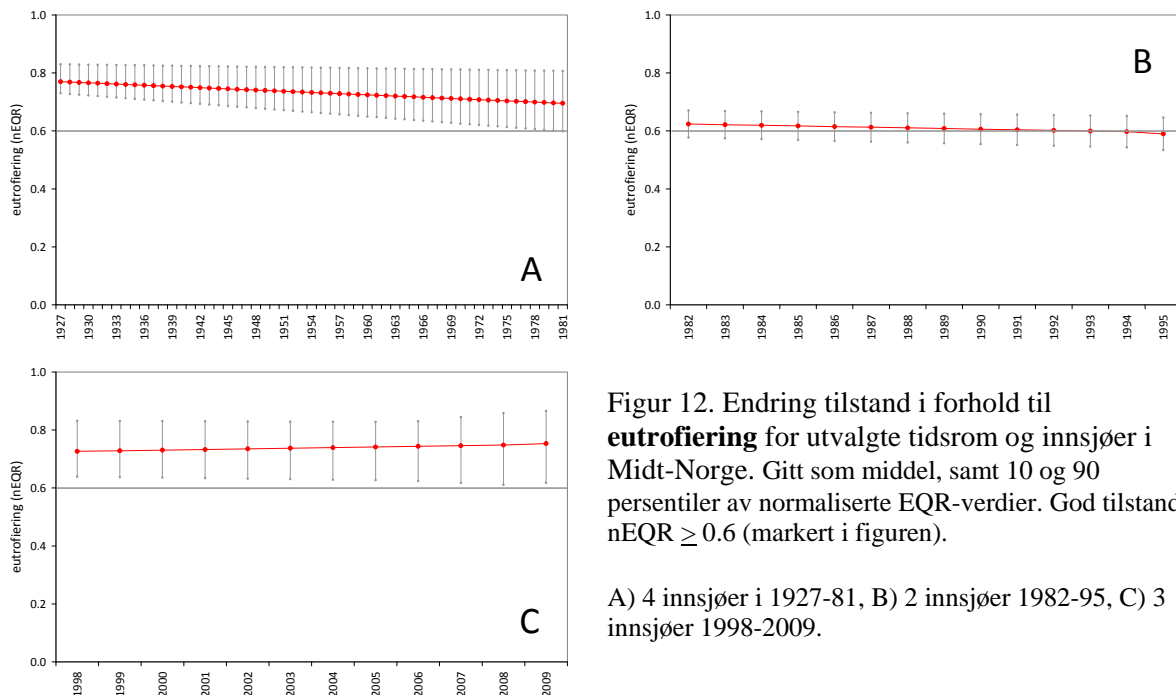
Region: MIDT

Etter interpolering har vi for Midt-Norge totalt 6 innsjøer med tidsserier, som dekker perioden 1927-2009. Vi har valgt ut 3 ulike tidsperioder, 1927-1981, 1982-1995 og 1998-2009 (se tabell 6 og figur 12), som tilsammen dekker store deler av perioden 1927-2009. Vi har bare vurdert utviklingen i forhold til eutrofiering, forsurening er ikke aktuell for denne regionen (jfr. figur 7).

Tabell 6. Tidsperioder og antall innsjøer for datasettet i region MIDT.

| | periode | ant. lok. | merknad |
|-------------------------|-----------|-----------|---------------------------|
| hele datasettet (fig 7) | 1927-2009 | 6 | hele datasettet |
| Figur 12 (A) | 1927-1991 | 4 | sammenfallende tidsserier |
| Figur 12 (B) | 1982-1995 | 2 | sammenfallende tidsserier |
| Figur 12 (C) | 1998-2009 | 3 | sammenfallende tidsserier |

Figur 12, A-C, viser at den midlere tilstanden for vannvegetasjon i innsjøene i Midt-Norge er god for alle tre periodene. Tilstanden viste en svak nedgang fra 1927-95, mens tilstanden etter 1998 ser ut til å vise en svak forbedring. Imidlertid omfatter perioden 1998-2009 bare 3 innsjøer.



Figur 12. Endring tilstand i forhold til **eutrofiering** for utvalgte tidsrom og innsjøer i Midt-Norge. Gitt som middel, samt 10 og 90 persentiler av normaliserte EQR-verdier. God tilstand: $nEQOR \geq 0.6$ (markert i figuren).

A) 4 innsjøer i 1927-81, B) 2 innsjøer 1982-95, C) 3 innsjøer 1998-2009.

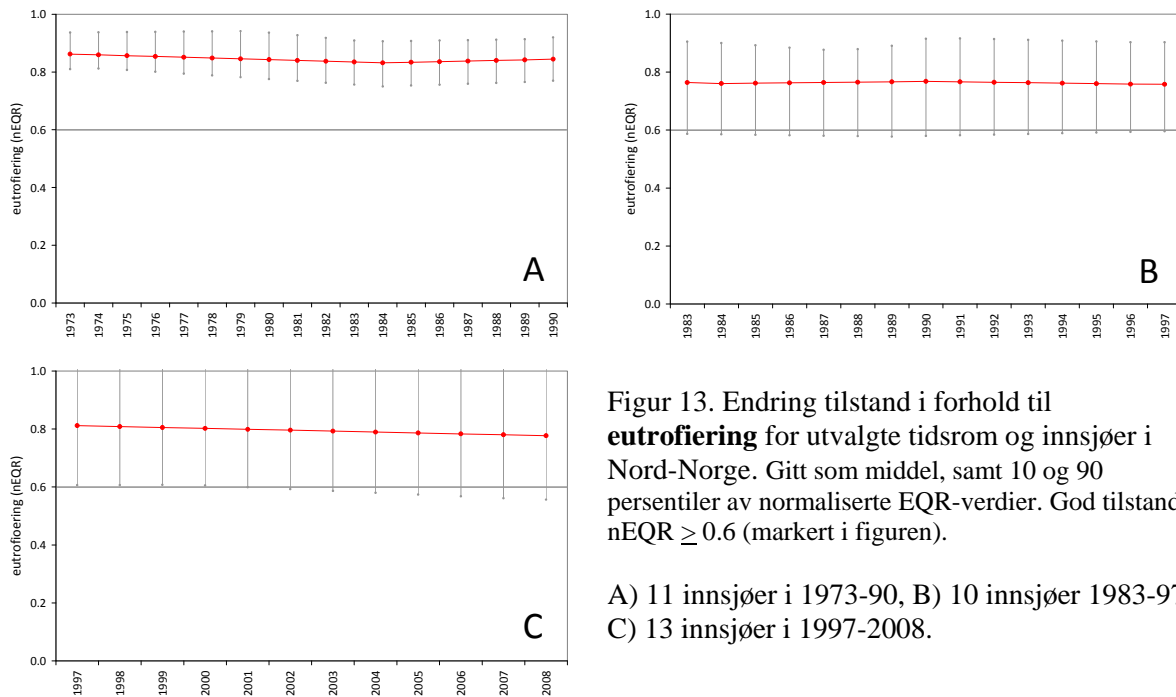
Region: NORD

Etter interpolering har vi for Nord-Norge totalt 32 innsjøer med tidsserier, som dekker perioden 1939-2010. Imidlertid er det bare 4 innsjøer som har data før 1973. Tilstanden i disse var svært god i hele perioden (jfr figur 7) og vises ikke her. Vi har valgt ut 3 andre tidsperioder, 1927-1981, 1982-1995 og 1998-2009 (se tabell 7 og figur 13), som tilsammen dekker store deler av perioden 1927-2009. Vi har bare vurdert utviklingen i forhold til eutrofiering, forsuring er ikke aktuell for denne regionen (jfr. figur 7).

Figur 13, A-C, viser at den midlere tilstanden for vannvegetasjon i innsjøene i Nord-Norge var god og stabil for alle tre periodene. Bare noen få innsjøer i perioden 1983-2009 har dårligere tilstand.

Tabell 7. Tidsperioder og antall innsjøer for datasettet i region MIDT.

| | periode | ant. lok. | merknad |
|-------------------------|-----------|-----------|---------------------------|
| hele datasettet (fig 7) | 1939-2010 | 32 | hele datasettet |
| Figur 13 (A) | 1973-1990 | 11 | sammenfallende tidsserier |
| Figur 13 (B) | 1983-1997 | 10 | sammenfallende tidsserier |
| Figur 13 (C) | 1997-2008 | 13 | sammenfallende tidsserier |

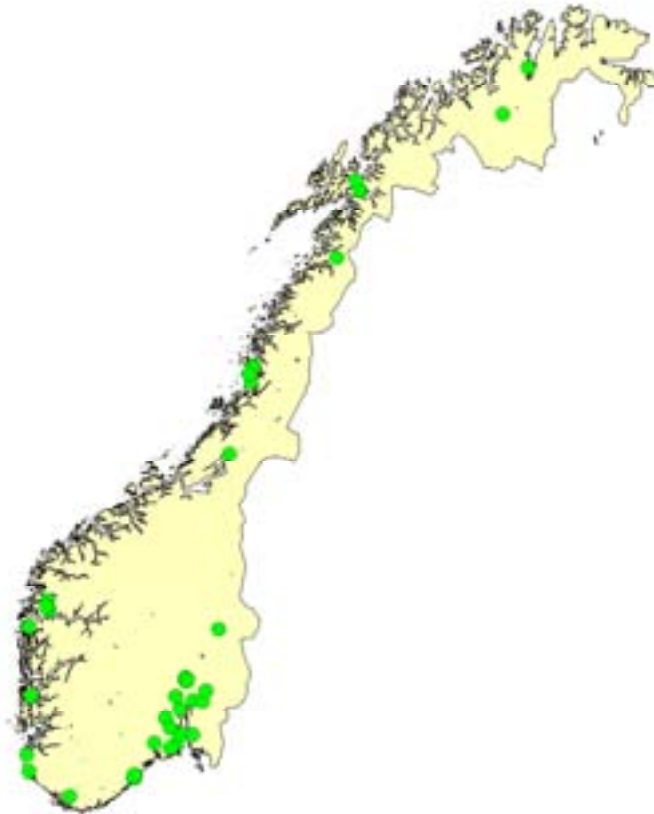


Figur 13. Endring tilstand i forhold til **eutrofiering** for utvalgte tidsrom og innsjøer i Nord-Norge. Gitt som middel, samt 10 og 90 persentiler av normaliserte EQR-verdier. God tilstand: $nEQR \geq 0.6$ (markert i figuren).

A) 11 innsjøer i 1973-90, B) 10 innsjøer 1983-97, C) 13 innsjøer i 1997-2008.

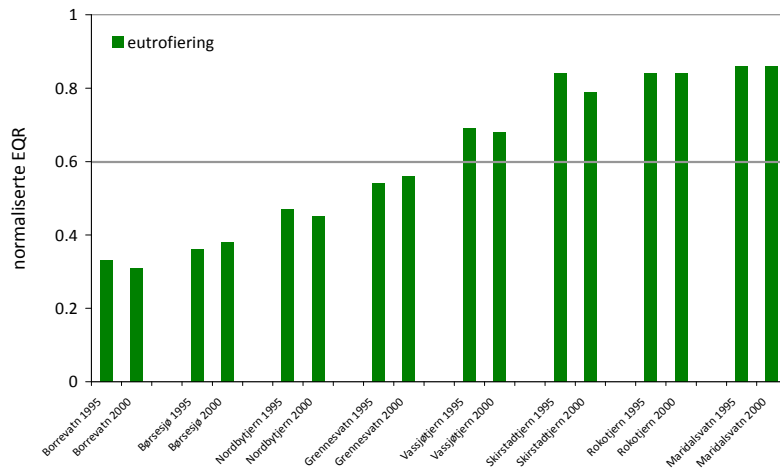
5.3 Nye tidsserier for ønskede år

De konstruerte tidsseriene vist i forrige kapittel gir oss muligheten til å se på tilstandsutviklingen for et større antall innsjøer og for flere perioder, enn det vi hadde mulighet til ut fra det faktiske datasettet for tidsserier (jfr. kap. 5.1). Ved hjelp av de konstruerte tidsseriene har vi økt antall tidsserier for perioden 1995-2000 fra 4 innsjøer til 45 innsjøer (se figur 14 og vedlegg A), hvorav 33 innsjøer også har data fra 2005! I tillegg har vi fått økt antall tidsserier for andre tidsperioder.

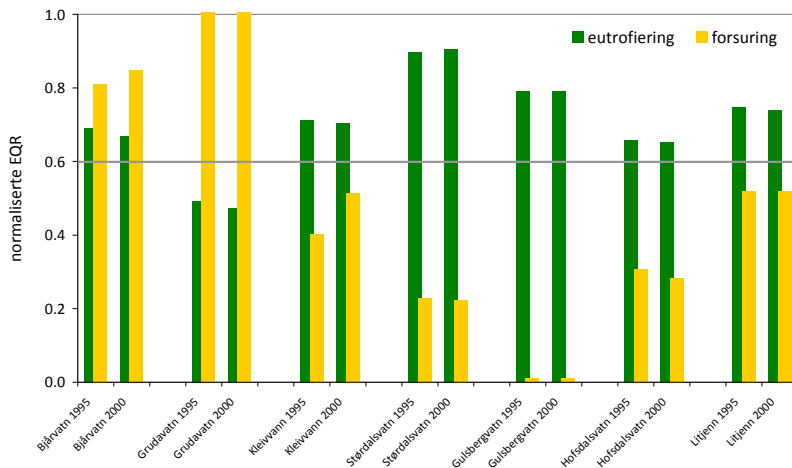


Figur 14. Innsjøer med tidsserier for perioden 1995-2000. Inkluderer både faktiske tidsserier og konstruerte tidsserier.

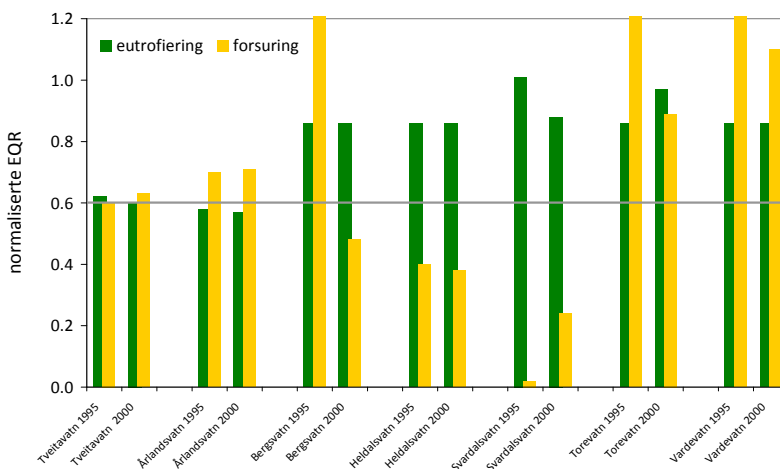
I figur 15-19 har vi vist noen eksempler på tilstandsendringer for enkeltinnsjøer i de ulike regionene for perioden 1995-2000. For region MIDT har vi tidsserier for denne perioden fra kun én innsjø. Vi gjør oppmerksom på at en periode på 5 år kan være for kort til å kunne spore endringer i vannvegetasjonen.



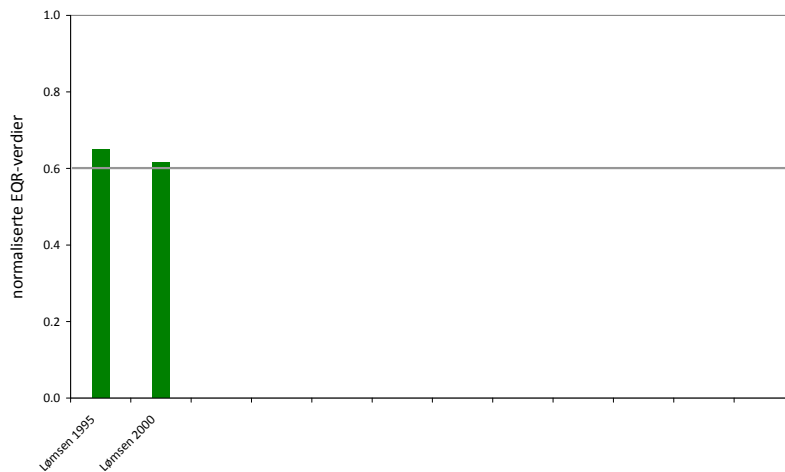
Figur 15. Tilstandsutvikling 1995-2000 i forhold til eutrofiering for innsjøer i region ØST, vist ved normaliserte EQR-verdier. God tilstand: $nEQR \geq 0.6$.



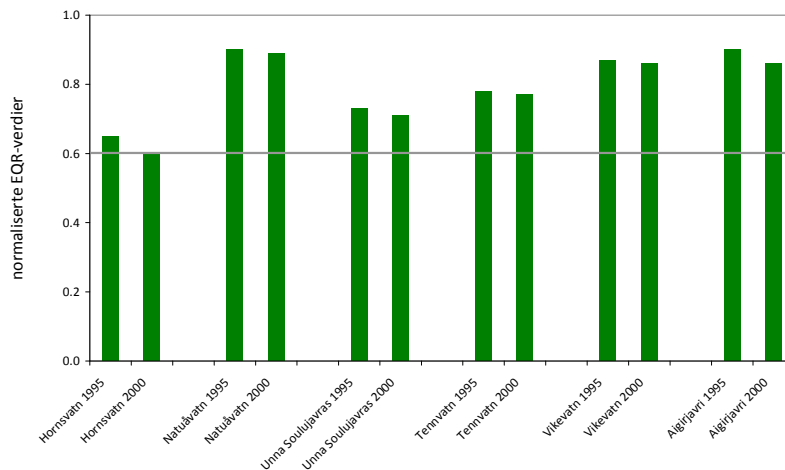
Figur 16. Tilstandsutvikling 1995-2000 i forhold til eutrofiering og forsuring for innsjøer i region SØR (2 eutrofe og 5 forsurede), vist ved normaliserte EQR-verdier. God tilstand: $nEQR \geq 0.6$.



Figur 17. Tilstandsutvikling 1995-2000 i forhold til eutrofiering og forsuring for innsjøer i region VEST, vist ved normaliserte EQR-verdier. God tilstand: $nEQR \geq 0.6$.



Figur 18. Tilstandsutvikling 1995-2000 i forhold til eutrofiering for Lømsen i region MIDT, vist ved normaliserte EQR-verdier. God tilstand: $nEQR \geq 0.6$.

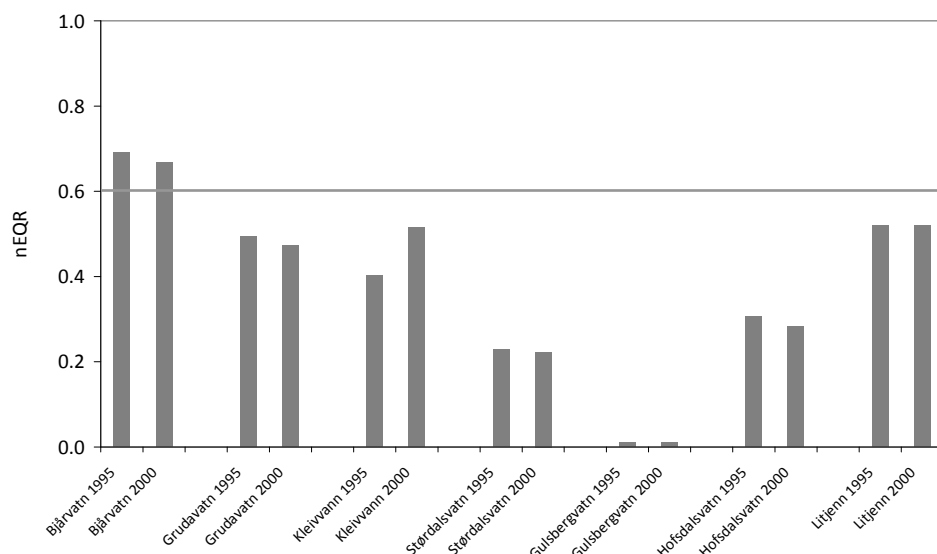


Figur 19. Tilstandsutvikling 1995-2000 i forhold til eutrofiering for innsjøer i region NORD, vist ved normaliserte EQR-verdier. God tilstand: $nEQR \geq 0.6$.

5.4 Samlet tilstand

Ved tilstandsvurderingen i vanddirektivet benyttes ”verste bestemmer prinsippet”, dvs. at samlet tilstand baserer seg på den indikatoren som avviker mest fra naturtilstanden. I første fase av Naturindeksen (Nybø m.fl. 2010) valgte man å basere seg på et gjennomsnittlig avvik, av både indekser og enkeltarter.

Ved vurdering av samlet tilstand for vannvegetasjon i innsjøer basert på de 3 indeksene som er brukt her må man benytte laveste verdi (dvs. ”verste bestemmer prinsippet”). Dette pga at vi har regnet ut både forsuringindeksen og eutrofiindeksen for alle lokalitetene, uansett om en slik påvirkning er aktuell. Samlet tilstand for innsjøene i region SØR (jfr figur 16) er gitt som eksempel i figur 20.



Figur 20. Tilstandsutvikling 1995-2000 i forhold til eutrofiering og forsurening for innsjøer i region SØR (2 eutrofe og 5 forsurede innsjøer). Gitt som laveste normaliserte EQR-verdier for hvert tidspunkt.

5.5 Diskusjon og konklusjon

Resultatene fra denne rapporten kan oppsummeres på følgende måte:

- Det foreligger nå et datasett med 182 referanseinnsjøer, som dekker store deler av landet og som gir referanseverdier for totalt 8 innsjøtyper, dvs. alle de viktigste innsjøtypene i Norge
- En sammenstilling av indeksene for de tre viktigste påvirkningsfaktorene forsurening, eutrofiering og vannstandsendringer gjennom normalisert EQR-verdier gir en mer helhetlig tilstandsvurdering for vannvegetasjonen, og er godt egnet til bruk i Norsk Naturindeks
- Det er utviklet konstruerte tidsserier som ser ut til å være svært nyttige for å vurdere tilstands- endringer i vannvegetasjonen. Ved hjelp av de disse konstruerte tidsseriene har vi økt antall tidsserier for perioden 1995-2000 fra 4 innsjøer til 44 innsjøer! I tillegg har vi fått økt antall tidsserier for andre tidsperioder.

Så fremt vi har et balansert datamateriale ser det ut til at de konstruerte tidsseriene kan gi et forholdsvist korrekt bilde av det generelle nivået for tilstand for Norge. Imidlertid er det viktig å være klar over at datamaterialet foreløpig ikke er representativt. Innsjøer fra Østlandsområdet dominerer, mens det er særlig lite data fra Midt-Norge og Vestlandet.

For at de konstruerte tidsseriene skal gi et korrekt bilde av tilstandsendringene må datamaterialet være balansert i forhold til regioner og påvirkningsfaktorer. Det må dessuten bare benyttes fullstendige (sammenfallende) tidsserier ved vurdering av tilstandsendringer over tid. Innsjøer med data bare fra noen få år i midten av perioden, eller hvor tidsseriene avsluttes eller begynner midt i perioden, må ekskluderes fra analysene da de kan medføre endringer i trenden som ikke er korrekte. Disse forbeholdene gjelder for såvidt også ved vurderinger basert på faktiske tidsserier.

Det er også viktig å være oppmerksom på at vi har lite data på regulerte innsjøer, selv om vassdragsregulering anses som en av de viktigste påvirkningsfaktorene for ferskvann, særlig på Østlandet og i Midt-Norge (Schartau m.fl. 2010). Vi vet at store reguleringshøyder er svært ødeleggende for

littoralsona og vannvegetasjonen (Rørslett 1985, Hellsten & Mjelde 2010), men her er det store datamangler.

Det bør være en målsetning å forbedre fordelingen av tidsserier mellom de ulike regionene slik at Naturindeksen kan gi et mer representativt bilde på tilstandsutvikling av vannvegetasjon. Manglende data for reguleringsmagasiner er et generelt problem, både i forhold til vurderinger i Naturindeksen, men også for å kunne vurdere økologisk tilstand iht. Vanndirektivet.

I første fase av Naturindeksen så man i ferskvann en forbedring på Sørlandet som man antok hadde sammenheng med redusert langtransportert forurensning og effekter av kalking (Schartau m.fl. 2010). Hvorvidt redusert forsuring, samt kalking, etterfulgt av en forbedret vannkvalitet, fører til en forbedring av tilstanden for vannvegetasjonen, er avhengig av at det finnes spredningsenheter for de såkalte sensitive artene i ikke-forsurede områder i vassdraget oppstrøms. Hvis ikke kan effektene av kalkingen på vannvegetasjon ta lengre tid. Tilstanden i kalkede innsjøer vil derfor variere mye.

Til slutt er det viktig å være oppmerksom på at gradvise endringer i miljøet ofte ikke kan spores i vannvegetasjonen før etter en viss tid. En periode på 5 år kan derfor være for kort til å kunne spore endringer i vannvegetasjonen.

Ved en senere anledning kan det være aktuelt å vurdere andre parametre i tillegg til de foreslåtte indeksene, f.eks. endringer i antall rødlistearter og effekter av fremmede arter på det biologiske mangfoldet.

6. Litteratur

Direktoratsgruppa for Vanddirektivet 2009. Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann.

Hindar, A., Moy, F., Bækken, T., Mjelde, M., Nilsen, J.P., Kroglund, T. 2005. Forvaltning av mindre vassdrag i lys av Vannrammedirektivet – Gjevingevassdraget i Tvedestrand. NIVA-rapport Inr. 5041-2005.

Kolada, A., Hellsten, S., Søndergaard, M., Mjelde, M., Dudley, B., van Geest, G., Goldsmith, B., Davidson, T., Bennion, H., Nöges, P., Bertrin, V. 2011. Report on the most suitable lake macrophytes based assessment methods for impacts of eutrophication and water level fluctuations. Water bodies in Europe: Integrative Systems to assess Ecological status and Recovery (WISER): Deliverable D3.2.3. (www.wiser.eu)

Mjelde, M. 2005. Vansjø-Hobøl-vassdraget. Økologisk status for vannvegetasjon i 2004. NIVA-rapport Inr. 5036-2005.

Mjelde, M., Schneider, S., Skjelbred, B., Lindholm, M. 2010. Ferskvannsindikatorer. Planter og alger. I: Nybø, S. (red.) 2010. Datagrunnlaget for "Naturindeks i Norge 2010". DN-utredning 4-2010.

Nybø, S. (red.) 2010a. Datagrunnlaget for "Naturindeks i Norge 2010". DN-utredning 4-2010.

Nybø, S. (red.) 2010b. Naturindeks i Norge 2010. DN-utredning 3-2010.

Penning, W.E., Mjelde, M., Dudley, B., Hellsten, S., Hanganu, J. 2008 Classifying aquatic macrophytes as indicators of eutrophication in European lakes. *Aquatic Ecology*, vol. 42, no 2: 237-251.

Schartau, A.K., Hesthagen, T., Mejdell Larsen, B., Lindholm, M. 2010. Ferskvann. I: Nybø, S. (red.) 2010. Naturindeks i Norge 2010. DN-utredning 3-2010.

Vedlegg A. Tidsseriedata 1995-2000-2005

Opgitt som normaliserte EQR-verdier (nEQR) i forhold til eutrofiering og forsurening

| NVE-nr | NGIG | Fylke | Innsjø | Eutrofiering nEQR | | | Forsuring nEQR | | |
|--------------|------|-------|---------------------|-------------------|-------------|-------------|----------------|-------------|------|
| | | | | 1995 | 2000 | 2005 | 1995 | 2000 | 2005 |
| Region: ØST | | | | | | | | | |
| 5521 | 302 | AK | Padderudvann | 0.52 | 0.5 | | 1.04 | 1.19 | |
| 4228 | 301 | AK | Nordbytjern | 0.47 | 0.45 | 0.43 | 0.93 | 1.08 | 1.23 |
| 7803 | 202 | AK | Stilla | 0.19 | 0.21 | 0.23 | 1.41 | 1.37 | 1.33 |
| 542 | 201 | BU | Fiskumvatn | 0.74 | 0.74 | | 0.95 | 0.93 | |
| 522 | 201 | BU | Steinsfjorden | 0.61 | 0.62 | | 1.18 | 1.15 | |
| 161 | 201 | HE | Løpsjøen | 0.92 | 0.88 | 0.83 | 1.3 | 1.17 | 1.05 |
| * | 201 | OP | Linvikstjønnen | 0.62 | 0.63 | | 1.32 | 1.35 | |
| 4861 | 301 | OP | Orentjern | 0.52 | 0.53 | 0.54 | 0.64 | 0.65 | 0.66 |
| 4838 | 301 | OP | Rokotjern | 0.84 | 0.84 | 0.84 | 0.77 | 0.77 | 0.77 |
| 4802 | 301 | OP | Skirstadtjern | 0.84 | 0.79 | 0.74 | 0.69 | 0.74 | 0.79 |
| 4890 | 301 | OP | Vassjøtjern | 0.69 | 0.68 | 0.67 | 0.89 | 0.84 | 0.79 |
| 4843 | 301 | OP | Øyskogtjern | 0.8 | 0.81 | 0.82 | 0.82 | 0.83 | 0.84 |
| 298 | 101 | OS | Maridalsvannet | 0.86 | 0.86 | 0.85 | 0.96 | 0.95 | 0.94 |
| 6573 | 202 | TE | Børsejø | 0.39 | 0.38 | 0.37 | 1.3 | 1.34 | 1.37 |
| 314 | 201 | VE | Akersvatn | 0.39 | 0.37 | 0.35 | 0.77 | 0.75 | 0.72 |
| 212 | 201 | VE | Borrevatn | 0.33 | 0.31 | 0.29 | 1.3 | 1.29 | 1.27 |
| 378 | 201 | VE | Goksjø | 0.62 | 0.6 | 0.57 | 1.07 | 1.1 | 1.13 |
| 5799 | 201 | VE | Grennesvatn | 0.54 | 0.56 | 0.57 | 1.21 | 1.18 | 1.15 |
| 291 | 202 | ØS | Vansjø-Vanemfjorden | 0.58 | 0.55 | | 1.02 | 0.98 | |
| Region: SØR | | | | | | | | | |
| 9849 | 101 | AA | Størdalsvatn | 0.75 | 0.74 | | 0.23 | 0.22 | |
| 9682 | 102 | AA | Gulsbergvatn | 0.9 | 0.91 | | 0 | 0 | |
| 9765 | 102 | AA | Hofsdalsvatn | 0.79 | 0.79 | | 0.31 | 0.28 | |
| 9685 | 102 | AA | Litjern | 0.66 | 0.65 | | 0.52 | 0.52 | |
| 20920 | 201 | RO | Bjårvatn | 0.69 | 0.67 | 0.65 | 0.81 | 0.85 | 0.89 |
| 19867 | 302 | RO | Grudavatn | 0.49 | 0.47 | 0.45 | 1.29 | 1.3 | 1.3 |
| 11297 | 001 | VA | Kleivvatn | 0.71 | 0.7 | 0.7 | 0.4 | 0.51 | 0.63 |
| Region: VEST | | | | | | | | | |
| 1491 | 201 | HO | Årlandsvatn | 0.58 | 0.57 | 0.55 | 0.7 | 0.71 | 0.71 |
| 22272 | 202 | HO | Tveitavatn | 0.62 | 0.6 | 0.58 | 0.6 | 0.63 | 0.66 |
| 25912 | 102 | SF | Svardalsvatn | 1.01 | 0.88 | 0.82 | 0 | 0.24 | 0.22 |
| 28474 | 001 | SF | Bergsvatn | 0.86 | 0.86 | | 1.44 | 1.48 | |
| 28717 | 001 | SF | Heldalsvatn | 0.86 | 0.86 | 0.86 | 0.4 | 0.38 | 0.36 |
| 28629 | 001 | SF | Tørevatn | 0.86 | 0.97 | | 1.44 | 0.89 | |
| 28607 | 001 | SF | Vardevatn | 0.86 | 0.86 | | 1.44 | 1.1 | |
| Region: MIDT | | | | | | | | | |
| 937 | 201 | NT | Lømsen | 0.65 | 0.62 | 0.58 | 1.05 | 1.06 | 1.06 |

Vedlegg A. forts.

| NVE-nr | NGIG | Fylke | Innsjø | Eutrofiering nEQR | | | Forsuring nEQR | | |
|--------------|------|-------|------------------|-------------------|------|------|----------------|------|------|
| | | | | 1995 | 2000 | 2005 | 1995 | 2000 | 2005 |
| Region: NORD | | | | | | | | | |
| 46223 | 302 | NO | Trolldalsvatn | 0.86 | 0.8 | 0.74 | 0.97 | 0.78 | 0.59 |
| 42785 | 301 | NO | Storvatn | 0.59 | 0.61 | 0.62 | 0.94 | 0.92 | 0.9 |
| 48533 | 301 | NO | Nautåvatn | 0.9 | 0.89 | 0.87 | 1.04 | 1.04 | 1.04 |
| 42633 | 301 | NO | Movatn | 0.56 | 0.55 | 0.54 | 1.1 | 1.09 | 1.08 |
| 42599 | 301 | NO | Hornsvatn | 0.65 | 0.6 | 0.56 | 1.07 | 1.09 | 1.1 |
| 42969 | 201 | NO | Gjerdevatn | 0.8 | 0.76 | 0.72 | 1.56 | 1.46 | 1.35 |
| 48339 | 301 | TR | Vikevatn | 0.87 | 0.86 | 0.85 | 1.03 | 0.99 | 0.95 |
| 48493 | 301 | TR | Tennvatn | 0.78 | 0.77 | 0.76 | 1.06 | 1.06 | 1.07 |
| 59760 | 301 | FI | Aigirjavri | 0.9 | 0.86 | 0.83 | 1.12 | 1.09 | 1.05 |
| 59730 | 301 | FI | Ballujavri | 0.79 | 0.81 | 0.83 | 1.12 | 1.08 | 1.03 |
| 2189 | 201 | FI | Unna-Soulujavras | 0.73 | 0.71 | 0.69 | 1.52 | 1.52 | 1.53 |

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 • post@niva.no