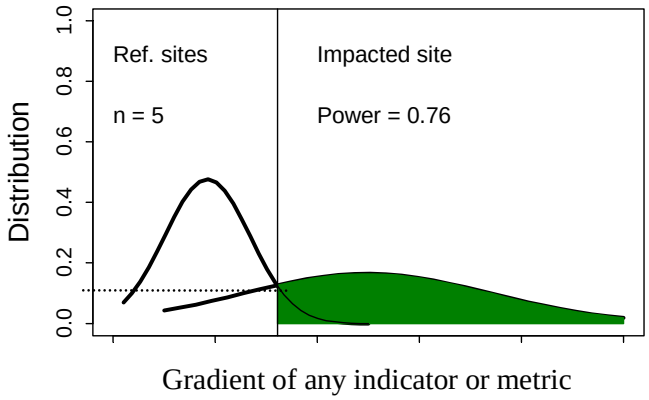
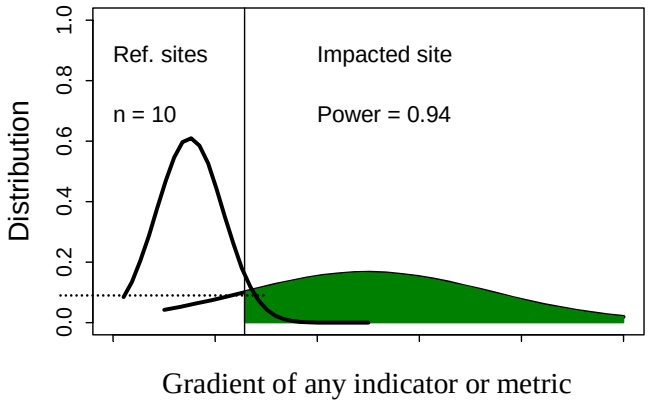
RAPPORT LNR 5120-2005

Overvåkingsdesign og budsjett for etablering av referanseverdier for økologiske kvalitetselementer i overflatevann, fase 2





Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT

Hovedkontor
Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen
Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen
Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen
Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Midt-Norge
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 73 54 63 85 / 86
Telefax (47) 54 63 87

Tittel	Løpenr. (for bestilling)	Dato
Overvåkingsdesign og budsjett for etablering av referanseverdier for økologiske kvalitetselementer i overflatevann, fase 2	5120	2005.12.22.
	Prosjektnr. Undernr. O-24267	Sider Pris 87
Forfatter(e) Anne Lyche Solheim, Ann-Kristin Schartau, NINA, Are Pedersen, Jannicke Moe, Ola Diserud, NINA, Eivind Oug, Thorbjørn Johnsen, Eva Skarbøvik, Robert Abelsen, Gunnar Halvorsen, NINA, Frode Olsgard, Brage Rygg, Frithjof Moy, Lars Erikstad, NINA	Fagområde Overvåking	Distribusjon
	Geografisk område Norge	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e)	Oppdragsreferanse
Direktoratet for Naturforvaltning (DN)	2005/8707 ART-BM-Signe Nybø

Sammendrag

EUs Rammedirektiv for Vann krever etablering av referanseverdier for alle økologiske kvalitetselementer i alle vanntyper og kategorier av overflatevann. Målet med prosjektet har vært å revidere forslaget til overvåkingsdesign for referanselokaliteter fra fase 1 prosjektet, ut fra nye statistiske analyser av hvor mange referanselokaliteter som er nødvendig for å skille referanseverdien fra moderat eller dårligere status for ulike kvalitetselementer i innsjøer, elver og kystområder. Rapporten inneholder oversikter over aktuelle referanselokaliteter/områder og budsjett for etablering av referanseverdier for alle kvalitetselementer i alle vanntyper i innsjøer, elver og kystområder, samt kostnadsmessige gevinster av nordisk samarbeid om etablering av referanseverdier i innsjøer og elver.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Overvåkingsdesign	1. Monitoring design
2. EUs Rammedirektiv for Vann	2. EU Water Framework Directive
3. Referansetilstand	3. Reference conditions
4. Overflatevann	4. Surface waters



Anne Lyche Solheim
Prosjektleder



Stig A. Borgvang
Kvalitetssikrer



Øivind Sørensen
Administrativt ansvarlig

ISBN 82-577-4830-7

Overvåkingsdesign og budsjett for etablering av referanseverdier for økologiske kvalitetselementer i overflatevann,

fase 2

Forord

Denne rapporten inneholder forslag til et program for etablering av referanseverdier for biologiske elementer i innsjøer, elver og kystvann i hht. kravene i EUs Rammedirektiv for Vann (WFD). Arbeidet er utført på oppdrag fra Direktoratet for Naturforvaltning på vegne av Overvåkingsgruppen under Direktoratsgruppen for implementering av WFD i Norge.

Følgende forfattere er ansvarlige for de forskjellige delene av rapporten:

Innsjøer:	Anne Lyche Solheim, NIVA
Elver:	Ann Kristin L. Schartau, NINA
Statistikk ferskvann:	Jannicke Moe, NIVA / Ola Diserud, NINA
Marine kystområder:	Are Pedersen, NIVA

Følgende forfattere har bidratt til rapporten:
Eva Skarbøvik, NIVA, (elver)
Gunnar Halvorsen, NINA (elver)
Robert Abelsen, NIVA (GIS)
Lars Erikstad, NINA (GIS)
Frode Olsgard, NIVA (marine kystområder, bløtbunnsfauna)
Eivind Oug, NIVA (marine kystområder, bløtbunnsfauna)
Brage Rygg, NIVA (marine kystområder, bløtbunnsfauna)
Frithjof Moy, NIVA (marine kystområder, makroalger)
Thorbjørn Johnnsen, NIVA (marine kystområder, planteplankton)

Følgende forskere takkes for bidrag til kvalitetssikring av referansetilstand for enkeltlokaliteter:
Anders Hobæk, NIVA (innsjøer)
Stein W. Johansen, NIVA (elver)
Bjørn Walseng, NINA (innsjøer)
Jon Museth, NINA (innsjøer)

Lars Stalsberg, NVE, takkes for oversendelse av databaser med kvalitetssikrede data fra karakteriseringsarbeidet i forskjellige fylker. Bjørg Einan, FHI, takkes for oversiktstabell over norske råvannskilder for drikkevann. Tore Høgåsen, NIVA, takkes for oversiktstabell med lokaliteter som er med i den samordnede innsjøovervåkingen for forsuring og miljøgifter. Svein Taksdal, NVE, takkes for oversikt over NVEs overvåkingsstasjoner.

Ansvarlig for kvalitetssikring

Kari Nygaard: marine kystområder Stig A. Borgvang: ferskvann

Prosjektleder og redaktør av rapporten: Anne Lyche Solheim

Oslo, 6. januar 2006

Anne Lyche Solheim

Innhold

Sammendrag **6**

Summary **12**

1. Innledning **17**

2. Innsjøer **18**
2.1 Statistiske analyser av utsagnskraft 18
2.2 Utvalgte referansesjøer 22
2.3 Budsjett 24
2.3.1 Dagens overvåking 24
2.3.2 Budsjettbehov for etablering av referanseverdier 26
2.3.3 Forslag til prioriteringer dersom overvåkingsbudsjettet økes med totalt 12 mill. kr. 28
2.3.4 Vurdering av mulige økonomiske gevinster ved etablering av felles nordisk referansenettverk for fastsettelse/validering av referanseverdier 28

3. Elver **30**
3.1 Statistiske analyser 30
3.2 Utvalgte referanseelver 30
3.2.1 Sjekk av referanselokalitetetene på Østlandet mot NVEs overvåkingsstasjoner 33
3.3 Budsjett elver 34
3.3.1 Dagens overvåking 34
3.3.2 Budsjettbehov for etablering av referanseverdier 34
3.3.3 Forslag til prioriteringer dersom overvåkingsbudsjettet økes med totalt 12 mill. kr. 36
3.3.4 Vurdering av mulige økonomiske gevinster ved etablering av felles nordisk refransenettverk for fastsettelse/validering av referanseverdier types 36

4. Marine kystområder **37**
4.1 Statistiske analyser 37
4.1.1 Makroalger på hardbunn 37
4.1.2 Bløtbunnsfauna 41
4.1.3 Planteplankton og Hydrografi/hydrokjemi 46
4.2 Utvalgte marine referanseområder 51
4.2.1 Makroalger 51
4.2.2 Bløtbunnsfauna 52
4.2.3 Planteplankton 53
4.2.4 Hydrografi/Hydrokjemi 53
4.3 Budsjett 55
4.3.1 Forutsetninger for nytt budsjett 55
4.3.2 Feltarbeid/innsamling 55

5. Referanser **58**

Vedlegg A. Selected reference lakes in Norway **59**

Vedlegg B. Selected reference rivers in Norway **74**

Vedlegg C. Budsjettunderlag innsjøer **79**

Vedlegg D. Budsjettunderlag elver **83**

Sammendrag

Bakgrunn og målsetning

EUs Rammedirektiv for Vann krever etablerering av referanseverdier for alle økologiske kvalitetselementer i alle vanntyper og kategorier av overflatevann (se Anneks II, avsnitt 1.3. og Anneks V avsnitt 1.1, 1.2 og 1.3.1). Alle senere målinger av økologisk status skal gjøres i forhold til disse referanseverdiene i form av EQR-verdier. Gjennom interkalibreringsprosessen for fastsettelse av grenselinjer mellom høy/god og god/moderat økologisk status fastsettes referanseverdier for enkelte elementer/delelementer og enkelte vanntyper basert på eksisterende datagrunnlag. Da dette datagrunnlaget er meget tynt for mange elementer og vanntyper, blir disse referanseverdiene svært usikre. Det er derfor behov for å validere verdiene gjennom innhenting av nye data fra eksisterende referanselokaliteter eller ved andre metoder (paleoøkologiske undersøkelser eller modeller). For elementer/delelementer og vanntyper som ikke er med i interkalibreringsprosessen må referanseverdiene etableres på samme måte.

Målsetningen med rapporten er å foreslå design og budsjett for etablering/validering av referanseverdier for økologiske kvalitetselementer innsjøer, elver og kystvann. Nye statistiske analyser av hvor mange referanselokaliteter som er nødvendig for å skille referanseverdien fra moderat eller dårligere status for ulike kvalitetselementer i innsjøer, elver og kystområder ble lagt til grunn for å velge ut aktuelle referanselokaliteter. Disse lokalitetene kan brukes til innhenting av nye data for etablering/validering og senere overvåking av referanseverdiene for alle de aktuelle kvalitetselementene. Ved utvelgelsen av vannforekomster er det tatt hensyn til eksisterende overvåking, samt oppdaterte resultater fra karakteriseringsprosjektene.

Kostnadsoverslag for etablering/validering av referanseverdiene for 3 ulike budsjettalternativer er også utarbeidet, herunder vurdering av kostnadsmessige gevinster ved samarbeid med andre nordiske land på ferskvannssiden.

Denne fasen av prosjektet bygger videre på forslag til overvåkingsdesign for norske referansestasjoner for overflatevann presentert i Lyche Solheim et al. (2005). Rapporten er skrevet på oppdrag fra Direktoratet for Naturforvaltning på vegne av Direktoratsgruppen for Implementering av EUs Rammedirektiv for Vann, Overvåkingsgruppen.

Materiale og metoder

Anbefalinger om antall lokaliteter pr. vanntype og region er basert på statistiske analyser av eksisterende overvåkingsdata, samt på vurderinger utført av eksperter innen de ulike vannkategoriene. For utvelgelse av referanselokaliteter er resultater fra Karakteriseringsarbeidet og informasjon om eksisterende overvåking lagt til grunn, herunder forsurings- og miljøgiftovervåking i innsjøer, register over drikkevannskilder og NVEs stasjonsnett for registrering av vanntemperatur, vannstand og vannføring. På marin side er Kystovervåkingsprogrammet brukt som basis både for de statistiske analysene og for budsjetteringen. Det er avholdt et felles arbeidsmøte for ferskvann i løpet av prosjektperioden. På dette møtet ble oversikter utarbeidet over alle innsjøer og elvestrekninger som var vurdert til å være ”not at risk” for de fylkene der resultatene av grovkarakteriseringen var kvalitetssikret. Aktuelle lokaliteter ble valgt ut fra disse oversiktene. For de fylkene som ikke hadde ferdigstilt kvalitetssikringen av karakteriseringsarbeidet, ble det foreløpige utvalget av referanselokaliteter fra fase 1 kvalitetssikret så langt som mulig ut fra NIVA og NINA ekspertenes kjennskap til lokale forhold for enkelte lokaliteter. Rapporten er basert på dialog med oppdragsgiver underveis i prosessen, og skal brukes videre i dialog med andre nordiske land med tanke på eventuell samordning av lokaliteter av samme type i de forskjellige landene.

Statistiske analyser

I det foreliggende prosjektet har oppdragsgiver bedt om at det primært vurderes hvor mange referanselokaliteter som er nødvendig for å skille lokaliteter i moderat økologisk status eller dårligere fra referanseverdien. Forskjellen som skal kunne påvises vil derfor tilsvare forskjellen mellom gjennomsnittet av verdien for et gitt kvalitetselement i referanselokaliteter (dvs. referanseverdien) og grenseverdien god/moderat status. I utgangspunktet ønsker oppdragsgiver å kunne oppnå 80% utsagnskraft, dvs. 80% sannsynlighet for å identifisere en reell forskjell mellom referanseverdien og grenseverdien god/moderat status. **Denne testen kan derfor ikke si noe om utsagnskraften for å skille lokaliteter i god status fra lokaliteter i moderat eller dårligere status, og kan følgelig ikke brukes til å identifisere hvilke lokaliteter som faktisk trenger tiltak.** Til dette kreves data om den statistiske fordelingen av lokaliteter i god status, samt kunnskap om grenselinjen høy/god.

Generelt vil utsagnskraften øke med forskjellen mellom referanseverdien og den målte middelverdien i en påvirket lokalitet og avta med variansen. Variansen vil vanligvis avta med antall målinger. Således vil også antall målinger per påvirket lokalitet virke inn på utsagnskraften. Signifikansnivået, dvs. sannsynligheten for å konkludere med at det er en forskjell når det egentlig ikke er noen forskjell, virker også inn på utsagnskraften: Uten endringer i andre parametere vil man kunne oppnå samme utsagnskraft med færre referanselokaliteter dersom man godtar noe dårligere signifikans. Etter avklaring med oppdragsgiver er det benyttet en signifikans lik 10%. **Det betyr at man i 10% av tilfellene vil konkludere med at en referanselokalitet er i moderat eller dårligere status selv om dette ikke er reelt ("falsk alarm").**

For å kunne finne ut hvor mange referanselokaliteter pr. vanntype som er nødvendig for å påvise evt. endringer av referanseverdiene over tid må det i tillegg gjøres statistiske trendanalyser. Slike analyser var utenfor rammene av denne kontrakten, men anbefales utført som grunnlag for designet av neste fase av overvåkingsprogrammet for referanselokaliteter (dvs. etter at referanseverdiene er etablert).

Budsjett for alle vannkategoriene

Tabellen nedenfor viser budsjettet for etablering av referanseverdier i alle kategorier av overflatevann. Den angir to alternativer som omfatter hhv. alle eller kun de mest følsomme kvalitetselementene for aktuelle påvirkninger i forskjellige vanntyper innen hver kategori. Tallene angir estimerte **årlige** kostnader for den første 6-årsperioden (2007-2012).

Vannkategori	Budsjett som inkluderer alle elementer i alle vanntyper i 1000 NOK	Minimumsbudsjett begrenset til sensitive kvalitetselementer for aktuelle påvirkninger* 1000 NOK
Innsjøer		
a) kun norske lokaliteter	21,4	16,5
b) dersom nordisk nettverk blir etablert for enkelte vanntyper	17,5	13,1
Elver		
a) kun norske lokaliteter	8,7	7,2
b) dersom nordisk nettverk blir etablert for enkelte vanntyper	6,7	5,2
Kystvann		
a) første år (trolig 2007)	32,3	16,8
b) årlig budsjett påfølgende 5 år	12,9	10,9

* For kystvann vil kun de indikatorer som tentativt anvendes i Interkalibreringsprosessen bli benyttet for de ulike elementene. Dette tilfredstiller ikke VRD-krav om overvåking av artssammensetning og abundans av makroalger.

Innsjøer

Antall referanselokaliteter med biologiske data er generelt lavt for alle aktuelle vanntyper. For de fleste kvalitetselementene er dessuten arbeidet med fastsettelse av grenseverdier for god/moderat status så vidt kommet i gang. Eneste unntak er planteplankton, hvor det har vært gjort et grundig arbeid med utarbeidelse av klassifiseringssystemer bl.a. gjennom EU-prosjektet REBECCA. Klarvannssjøer med klorofyllmålinger er derfor benyttet i de statistiske analysene, for å illustrere hvordan utsagnskraften varierer med antall referansesjøer og antall målinger pr. påvirket innsjø. Resultatene viser at utsagnskraften øker med antall referanselokaliteter og at denne økningen er størst opp til 8-10 lokaliteter. Vi vil derfor anbefale 8 referanselokaliteter pr. vanntype for etablering av referanseverdier for klorofyll i klarvannssjøer. Siden klorofyll-verdiene i en innsjø ofte har stor sesongvariasjon, kan antall prøver pr. år pr. innsjø også påvirke gjennomsnittet pr. innsjø og dermed avviket til referanseverdien. Disse faktorene (gjennomsnitt, varians og antall prøver pr. sesong fra påvirkete lokaliteter) kan ha større betydning for utsagnskraften enn antall referanselokaliteter har.

Når det gjelder andre typer og kvalitetselementer vil forholdet mellom de ulike varianskomponentene (i tid og rom) kunne være forskjellig fra det som gjelder for klorofyll. Pga. lite data fra upåvirkede lokaliteter, samt manglende grenseverdier for god/moderat status for andre kvalitetselementer og vanntyper, er det ikke mulig å benytte tilsvarende statistiske analyser som grunnlag for anbefalinger om behovet for antall referanselokaliteter for andre kvalitetselementer og vanntyper i ferskvann. Hvorvidt 8 lokaliteter pr. vanntype er tilstrekkelig til å få den ønskede utsagnskraften for andre elementer og vanntyper er derfor ikke mulig å si på det nåværende tidspunkt. For innsjøer og elver har vi likevel brukt 8 lokaliteter pr. vanntype som grunnlag for beregninger av totalt antall referanselokaliteter innen hver vannkategori, samt som grunnlag for budsjettberegningene, i mangel av annen informasjon.

Til sammen 250 referansesjøer er valgt ut, hvorav 80 er med i en eller flere deler av eksisterende overvåking: sur nedbørprogrammet, NVEs målestasjoner eller de er antatte råvannskilder for produksjon av drikkevann. De prioriterte vanntypene er alle interkalibreringstypene (IC-typer), samt forsuringsfølsomme særnorske vanntyper med svært lav alkalitet (<0,05 mekv/L). For å imøtekomme kravet til utsagnskraft er det nødvendig med noen flere lokaliteter for enkelte vanntyper. Dette gjelder særlig innsjøer med moderat alkalitet i lavlandet. For denne innsjøtypen er det kun Nord-Norge som har noen få lokaliteter i antatt referansetilstand. Da dette er den mest sårbare vanntypen for eutrofiering er det av særlig stor betydning å få bestemt pålitelige referanseverdier for denne vanntypen. Vi anbefaler derfor at paleoøkologiske undersøkelser blir gjort i ca. 16 slike lokaliteter fra Østlandet og Midt-Norge, hvorav 8 bør være humøse og 8 bør være klarvannslokaliteter. Også for forsuringsutsatte lokaliteter med svært lav alkalitet er det behov for paleoøkologisk validering på Sørlandet og Østlandet, samt evt. i fjellområder på Vestlandet.

Dagens overvåking av referansesjøer utgjør ca. 1 mill kr. Budsjettbehovet gitt de nye kriteriene for utsagnskraft (8 referanselokaliteter pr. vanntype og økoregion) er estimert til ca. 21 mill. pr. år. Dette vil kreve en økning av dagens budsjett med 20 mill. kr. Dette budsjettet vil gi referanseverdier for alle elementene i alle de aktuelle vanntypene og økoregionene, noe som er i tråd med Vanndirektivets krav til etablering av referanseverdier.

Da det anses som viktigst å etablere referanseverdier for de elementene som er mest sensitive for forskjellige påvirkninger, har vi også utarbeidet et budsjett der elementene bunnfauna og fisk er utelatt i budsjettene for alle vanntyper i lavlandet som antas mest utsatt for eutrofiering, mens planteplankton og vannplanter er utelatt i budsjettene for vanntyper i skog og fjellområder, som antas mest utsatt for forsuring. Budsjettet for 8 lokaliteter pr vanntype blir da ca. 16,5 mill. kr.

For planteplankton er utsagnskraften mer avhengig av antall prøver pr. innsjø i påvirkede innsjøer (i moderat eller dårlig status) enn de er av antall referansesjøer pr. type. Uansett antall referansesjøer er det umulig å oppnå tilstrekkelig utsagnskraft dersom antall prøver pr. innsjø er < 8 i de påvirkede

lokalitetene (gjelder planteplankton). Dette skyldes høy varians i planteplanktonet i sterkt eutrofierte innsjøer. Disse resultatene er derfor viktige å legge til grunn for budsjettberegninger for senere operasjonell overvåking i påvirkede lokaliteter.

Merkostnader for paleoøkologiske undersøkelser vil være små: anslagsvis < 480 000 kr., da disse vil brukes til å dekke opp manglende referanselokaliteter for enkelte vanntyper som allerede ligger inne i budsjettet. Dette er også en engangskostnad, da en slik undersøkelse kun gjøres en gang pr. innsjø.

Det andre budsjettscenariet vi ble bedt om å utrede er en økning av dagens budsjett med 12 mill. kr. Dersom dette deles likt mellom de tre vannkategoriene blir det 4 mill. kr. til etablering av referanseverdier i innsjøer, i tillegg til eksisterende budsjett for antatt upåvirkede innsjøer, som er ca. 1 mill. kr. Totalbeløpet blir da 5 mill kr. I dette tilfellet anbefales det å prioritere planteplankton og vannplanter i lavlandssjøer (L-N1, L-N2, L-N3 og 8) på Østlandet og Vestlandet og bunnfauna og fisk i kalkfattige skog- og fjellsjøer (L-N5, 6 og 7, samt svært kalkfattige innsjøer) på Sørlandet og Vestlandet, da dette er de elementene og vanntypene som er mest sårbare for hhv. eutrofiering og forsuring.

Kun vannforekomster på Østlandet, Midt-Norge og indre deler av Nord-Norge, vurderes som aktuelle for et felles nordisk referansenettverk. For de innsjø- og elvetypene som vil kunne inngå i et nordisk referansenettverk har vi redusert antall lokaliteter fra 8 til 3 pr type, under forutsetning av at de øvrige nordiske landene i snitt vil kunne bidra med 5 lokaliteter pr. type tilsammen. For følgende innsjøtyper anses det som sannsynlig at Sverige og/eller Finland vil kunne bidra med referanselokaliteter som også vil kunne tjene formålet som referanser for norske forhold: L-N1 (+ L-N4), L-N2a + L-N5, L-N3a + L-N6, L-N8 (evt. inkl. norsk type 15 som er tilsvarende vannkjemiske type i skog i stedet for lavland). Dette omfatter både kalkfattige (klare og humøse) og moderat kalkrike (klare og humøse) innsjøer i lavland og skog. For svært kalkfattige innsjøer og fjellsjøer anses det ikke som sannsynlig at vi vil kunne finne felles referanselokaliteter. Med utgangspunkt i den biogeografiske fordelingen til typene betyr dette at opp til 10 innsjøtyper vil kunne inngå i et nordisk referansenettverk. Den økonomiske gevinsten vil være på hhv. 4 mill. kr årlig for alt. A som inkludere alle kvalitetselementer og 3,5 mill. kr årlig for alt. B som inkludere kun de mest følsomme kvalitetselementene.

Elver

Det er ikke utført noen egne statistiske analyser av forholdet mellom antall referanselokaliteter og utsagnskraft når det gjelder biologiske data fra elver, til det er datagrunnlaget fra antatt upåvirkede lokaliteter for lite. Det er også for tidlig å ha noen formening om grenseverdiene Høy/God og God/Moderat for samtlige biologiske kvalitetselementer i elv. Eksisterende kunnskap og sammenstilling av nye data viser at den romlige variasjonen for de aktuelle kvalitetselementene er stor. En økning i antall referanselokaliteter pr. type har derfor sannsynligvis større betydning for presisjonen og utsagnskraften enn antall prøver pr. lokalitet. Det er imidlertid vanskelig å ha noen formening om hvor mange lokaliteter av hver type som bør legges til grunn for etablering av referanseverdier for de ulike kvalitetselementene. Vi har derfor valgt å ta utgangspunkt i 8 lokaliteter per type, slik som anbefalt for innsjøene, selv om dette sannsynligvis vil bety at det ikke er mulig å oppnå 80% utsagnskraft for alle kvalitetselementer i elver.

Totalt inkluderer det foreliggende utvalget 134 referanselokaliteter for elver. Basert på oppdaterte data fra Karakteriseringsarbeidet er det valgt ut 54 elvelokaliteter for Østlandet: for 17 av disse er det etablert en eller flere NVE stasjoner for overvåking av vannstand eller vannføring. Kun tre NVE-stasjoner (alle i samme vassdrag) befinner seg i de elvelokalitetene som er inkludert i dagens biologiske overvåking. For de øvrige delene av landet har det ikke vært mulig å gjennomføre noen validering av de utvalgte elvelokalitetene fra fase 1. De prioriterte elvetypene inkluderer alle IC typene, forsuringsfølsomme særnorske elvetyper (svært kalkfattige og kalkfattige) samt breelver. De vanligste og mest utbredte elvetypene er kalkfattige, klare skogs- (R-N5) og fjellelver (R-N7). De

øvrige elvetypene er kun vanlig forekommende i et fåtall økoregioner. Referanselokaliteter i lavlandet mangler med få unntak.

Det er utarbeidet budsjett for to alternativer. Alternativ A omfatter alle biologiske kvalitetselementer i hht. kravene i Vanndirektivet i forhold til representativ overvåking (begroingsalger, makrofytter (vannplanter), makroinvertebrater og fisk), i tillegg til fysisk-kjemiske og hydromorfologiske parametre. Kostnadene for dette alternativet vil være ca. 9 mill. kr årlig over en 6 års periode. Kun en svært liten andel av behovet vil kunne dekkes over dagens overvåkingsbudsjett. I alternativ B er kun de mest følsomme kvalitetselementene inkludert i forhold til type påvirkning og elvetype. Begroingsalger og makroinvertebrater er inkludert for alle elvetyper da disse anses som følsomme for alle de aktuelle påvirkningstypene, mens vannvegetasjon kun er inkludert for elvetyper i lavland (eutrofiering) og fisk kun i kalkfattige elvetyper (forsuring). Dette gir et budsjett på vel 7 mill. kr årlig. For prioriterte elvetyper der det ikke er mulig å finne tilstrekkelig antall referanselokaliteter vil referanseverdier kunne fastsettes ved modellering. Dette gjelder R-N1/R-N4 og R-N3 på Østlandet og i Midt-Norge samt R-N2, R-N5, R-N7 og forsuringsfølsomme norske elvetyper på Sørlandet og Vestlandet.

Dersom dagens budsjett for overvåking av overflatevann økes med 12 mill. kr og denne økningen fordeles likt mellom de tre vannkategoriene vil det bety 4 mill. kr til etablering av referanseverdier i elver i tillegg til eksisterende budsjett, dvs. totalt ca 4,35 mill. kr. Vi foreslår da at man prioriterer å etablere referanseverdier for påvekstalger og vannvegetasjon i lavlandselver på Østlandet, Vestlandet og Midt-Norge og makroinvertebrater og fisk i svært kalkfattige og kalkfattige skog- og fjellelver på Østlandet, Vestlandet og i indre Nord-Norge. For fisk inkluderes også kalkfattige lavlandselver på Østlandet. Dette er de elementene og vanntypene som er mest sårbare for hhv. eutrofiering og forsuring.

Ved etablering av et nordisk referansenettverk vurderer vi muligheten for felles referansestasjoner som relativt stor for fem av IC-typene. Disse omfatter både kalkfattige (klare og humøse) og kalkrike (klare) elver i lavland og skog. Også kalkrike, humøse elver (norske elvetyper 4 og 15) bør kunne vurderes selv om det ikke motsvarer noen IC type. Elver på Østlandet, i Midt-Norge og i Nord-Norge indre bør kunne inngå i et nordisk referansenettverk. Den økonomiske gevinsten ved etablering av et slikt nordisk referansenettverk vil være i overkant av 2 mill NOK årlig (både for Alternativ A og B), forutsatt at antall norske referanselokaliteter kan reduseres fra 8 til 3 for felles nordiske referansetyper og at sammenlignbar metodikk benyttes for alle landene.

Kystvann

Antall referanselokaliteter med biologiske data er generelt lavt for alle aktuelle vanntyper. For de fleste kvalitetselementene er dessuten arbeidet med fastsettelse av grenseverdier for god/moderat status så vidt kommet i gang. Gjennom Kystovervåkingsprogrammet (KYO) har vi en del data fra referanseområder i moderat og eksponert kyst i Skagerrak-regionen og disse er benyttet for å gjøre styrkeanalysene for utvalgte indikatorer innen de marine kvalitetselementene. De fleste av disse indikatorene inngår også i interkalibreringsprosessen i VRD. Selv for Skagerrak er datatilfanget fra referanseområder begrenset. I beregningene og vurderingene som er gjort har det derfor vært nødvendig å gjøre en del faglige ekspertvurderinger som gir usikkerhet i beregningene. Også andre usikre forutsetninger gjør at vi tar klare forbehold med hensyn til minimum antall stasjoner som er nødvendige for å oppfylle kravene til utsagnskraft. VRD-kompatible klassifiseringssystemer er fortsatt under utvikling, og vi har derfor måttet basere oss på antatte estimater for angivelse av grenseverdien mellom god og moderat status for hver av indikatorene som er vurdert. En mindre endring i disse grenseverdiene kan gi store utslag i antall stasjoner som må etableres. Vi tar også klare forbehold mht. å ekstrapolere beregnede verdier for varians fra Skagerrak til de andre regionene (Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet) ettersom Skagerrak er en mer artsfattig og fysiske mer homogen økoregion i forhold til de andre regionene, og derfor trolig har lavere varians. Data som er benyttet i analysene er i det vesentlige samlet inn av de samme fagpersonene. Økt varians i data må også

påregnes som følge av at flere utøvere blir involvert i innsamling og opparbeiding av materiale ettersom feltarbeidet utvides nordover.

Indikatorene som inngår i interkalibreringsarbeidet tilfredsstiller ikke fullt ut de krav som stilles til en fullverdig etablering og verifisering av referanseverdier innen VRD, da interkalibreringen er begrenset til de delene av hvert element som er mulig å beregne med eksisterende datagrunnlag. Andre deler, som i hht. til Annex V i VRD skal brukes for klassifisering av økologisk status (for eksempel abundans og fullstendig artssammensetning) benyttes ikke i interkalibreringsarbeidet. Derfor blir det for makroalger på hardbunn anbefalt å følge det opplegget som er skissert i Lyche Solheim et al. (2005). Dette betyr at kostnadene i første års undersøkelse blir høyere enn om bare data for de indikatorer som prøves ut interkalibreringsarbeidet skal inngå. De indikatorene som er evaluert og benyttet i beregningene for bløtbunnsfauna og planteplankton tilfredsstiller kravene som er satt i VRD Anneks V til referanselokaliteter, mens nødvendige justeringer er foretatt for hydrografi/ hydromorfologi.

For kvalitetselementene hardbunnsflora, bløtbunnsfauna, planteplankton og hydrografi/hydromorfologi, ble budsjettet estimert til hhv. 21, 6.8, 2.7 og 1.0 mill., til sammen ca. 32 mill. NOK det første året, dersom man skal inkludere abundans og artssammensetning av makroalger i hht. kravene i VRD Annex V. Påfølgende år ble det estimerte budsjettet betydelig lavere dvs. hhv. 5.4, 4.3, 2.7 og 0.5 mill.for makroalger, bløtbunnsfauna, planteplankton og hydrografi/hydrokjemi, til sammen 13 mill.. Minimumsbudsjettet for marine kystområder er ca. 17 mill. NOK første året og 11 mill. de påfølgende årene, men dette vil begrenses til de indikatorene for forskjellige elementer som benyttes i intekalibreringsprosessen, og er ikke kompatibelt med VRD's minimumskrav til overvåkning av artssammensetning og abundans for makroalger.

Dersom totalbudsjettet for alle vannkategoriene økes med 12 mill., og fordeles likt på alle de tre kategoriene, vil dagens budsjett for marine referansestasjoner som i dag er inkludert i Kystovervåkingsprogrammet (1.7 mill.), økes med 4 mill pr. år til en totalramme på 5.7 mill. En fornuftig prioritering vil da være at programmet ikke reduseres mht kvalitetselementene, men rullérer årlig fra én region til neste. Dette fører til en lavere årlig økonomisk ramme, og gjør programmet mer gjennomførbart med de begrensede faglige ressurser vi har innen enkelte kvalitetselementer idag. For å dekke én region trengs likevel mer enn 5.7 mill. totalt. Estimert behov for et anbefalt minimumsopplegg som dekker alle elementer i én region er 7.7 mill for Skagerrak, 5.9 mill for Barentshavet og ca. 9 mill. (for Nordsjøen eller Norskehavet). En mulig reduksjon i kostnader som følge av et nordisk samarbeid har vært diskutert, men er foreløpig ikke avklart eller kostnadsberegnet.

Summary

Title: Monitoringdesign and budget for establishing reference values for ecological quality elements in surface waters, phase 2.
Year: 2005
Authors: Anne Lyche Solheim, Ann Kristin Schartau, NINA, Are Pedersen, Jannicke Moe, Ola Diserud, NINA, Eivind Oug, Thorbjørn Johnsen, Eva Skarbøvik, Robert Abelsen, Gunnar Halvorsen, NINA, Frode Olsgard, Brage Rygg, Frithjof Moy, Lars Erikstad, NINA

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4830-7

Background and objective

This report is the final outcome of the contract work commissioned by the Norwegian EPAs group on Monitoring for the implementation of the EU Water Framework Directive (WFD). The contract covers phase two of designing the programme for establishing reference conditions in Norwegian surface waters (lakes, rivers and coastal waters), and focus on the establishment of reference values for all quality elements in all surface water body types, as required by the WFD, Annex II, paragraph 1.3 and Annex V paragraphs 1.1, 1.2 and 1.3.1. The objective has been to design a monitoring programme for:

a) validation of reference values generated from the Intercalibration process, which covers only the most common types of water bodies and those quality elements, or parts of quality elements, for which sufficient data exist to allow analysis of statistical distributions,
b) establishing reference conditions for other common types and quality elements vulnerable to eutrophication and acidification pressures in Norway.

When selecting relevant reference sites, we have used quality checked results from the risk assessment reports resulting from the characterisation of water bodies (WFD Article 5). Reference sites included in existing monitoring programmes have been given priority when selecting relevant sites.

The report also includes cost estimates given different funding scenarios, as well as financial benefits of collaboration with other Nordic countries (the latter only for rivers and lakes).

Statistical analyses

One major task in phase 2 of the project has been to estimate the number of reference sites per type, which is necessary to obtain 80% power to distinguish sites in moderat or worse status from reference conditions. The difference to be shown corresponds to the difference between the reference value and the good/moderate boundary for a given quality element. The significance level (the probability to distinguish a difference when there is no difference) was agreed to be set at 10%, which means that there is a 10% probability for a reference site to be wrongly classified as being in moderate status ("false alarm").

Budget for all water categories

The table below shows the indicative budget for the establishment / validation of reference sites for all categories of surface waters. It presents two alternatives: one including all quality elements in all types of water bodies, and one including only the most sensitive elements for acidification pressures in boreal and highland types and eutrophication in lowland types (the latter is not compliant with WFD requirements for the establishment of reference conditions). For coastal waters the second alternative is limited to the use of only those indicators or metrics which are used in intercalibration of ecological

assessment systems. This means that the second alternative with regard to coastal waters will only be used to validate the reference conditions estimated through the intercalibration process, and will thus not allow the establishment of reference values for other regions, types or parts of quality elements, not included in the intercalibration process.

Water category	Budget including all elements in all major types In 1000 NOK	Minimumbudget limited to sensitive quality elements for different pressures* In 1000 NOK
Lakes a) only Norwegian programme b) if Nordic programme is established for some types	 21,4 17,5	 16,5 13,1
Rivers a) only Norwegian programme b) if Nordic programme is established for some types	 8,7 6,7	 7,2 5,2
Coastal waters a) first year (2007?) b) annual budget consecutive 5 years	 32,3 12,9	 16,8 10,9

* For coastal waters only the regions, types and indices used in the Intercalibration process will be used for the different elements. The minimum budget is not fully compatible with VFD, excluding the monitoring of abundance and taxonomic composition of macroalgae.

Lakes

The number of reference sites with biological data, are scarce for all quality elements. For most quality elements, the process for assessing the good/moderate status boundary is far from completed. The only exception is phytoplankton biomass (chlorophyll concentration), where the EU-funded REBECCA project has provided some preliminary recommendations for possible good/moderate boundaries. Clear-water lakes with chlorophyll data are therefore chosen to show how statistical power to distinguish moderate or poor sites from reference conditions is affected by the number of reference lakes and the number of samples in each impacted lake. The results of this analyses show that power increases with the number of reference sites, and that this increase is strongest up to 8-10 reference lakes per type. We therefore recommend 8 reference lakes per type to be used for validating or establishing reference values for chlorophyll in clear-water lakes. Since the chlorophyll values can vary considerably between samples from a given impacted lake, the number of samples per impacted lake affects the mean chlorophyll value and thereby also its deviation from reference conditions. The factors: mean, variance and number of samples from impacted lakes, can be of greater importance for the statistical power to distinguish them from reference conditions, than the importance of the number of reference sites per type.

Due to insufficient data, as well as lack of information on the good/moderate boundary for other biological elements and pressures, we have used 8 sites per type for all quality elements. It is currently considered highly uncertain whether this is sufficient to obtain the acceptable statistiscal power to distinguish lakes in moderate or poor status from lakes in reference conditions.

Altogether 250 reference lakes were selected for establishing / validating the reference values for different biological elements. 80 of these are presently included in at least one national monitoring programme. However, the existing monitoring is highly insufficient to establish reference values for all biological elements. The selected reference lakes belong either to one of the lake types included in the intercalibration process or to one of the prioritised acidification sensitive national Norwegian lake types with very low alkalinity (< 0.05 mekv/L). For lowland lakes with moderate alkalinity (L-N1 and

L-N8) the number of selected (existing) lakes is not sufficient, and the dataset to be collected from these lakes should be supplemented with data based on new paleo-ecological studies in impacted lakes of the same types, to allow the establishment / validation of reference conditions for these lake types. The latter also applies to acidification sensitive lake types in the Southern and Eastern ecoregions, as well as lakes in mountain areas in Western Norway.

Current monitoring of reference lakes has as annual cost of roughly 1 mill. NOK. The estimated budgetary needs for the new monitoring programme based on the new power analyses (8 lakes per type) and including all elements in all the relevant types is about 21 mill. NOK. This budget includes ca. 300 lakes, and will enable a Water Framework Directive compatible establishment of reference conditions in lakes. A reduced programme allowing the establishment of reference conditions only for the biological elements most sensitive to relevant pressures in the different lake types (eutrophication in lowland types and acidification in boreal and highland types) has been budgeted to about 16.5 mill NOK. The additional financial resources required for paleo-ecological studies are estimated to < 0.5 mill NOK.

The other budget scenario considered is an increase of present monitoring with 12 mill. NOK per year. If this is split equally between the three water categories, the lakes budget will increase with 4 mill. NOK to a total of 5 mill. NOK per year, including the 1 mill. NOK currently spent on monitoring reference lakes in Norway. We recommend the following priorities in this budget scenario: Phytoplankton and macrophytes in low and moderate alkalinity lowland lakes (L-N1, 2, 3 and 8) in the Eastern and Western ecoregions, and macroinvertebrates and fish in very low and low alkalinity boreal and highland lakes (L-N5,6,7) in the Southern and Western ecoregions. The rational is that these elements, types and ecoregions are the most vulnerable and most exposed to eutrophication and acidification.

Lakes in the Eastern, Middle and inner parts of Northern Norway are most comparable to Swedish and Finnish lakes, and are thus relevant to include in a possible Nordic collaboration for a network of reference sites. The relevant lake types for a Nordic joint common programme are L-N1 (L-N4), L-N2a, L-N5, L-N3a (mesohumic lakes), L-N6 and L-N8, comprising both clearwater and mesohumic lakes with low and moderate alkalinity in lowland and boreal areas. Assuming that Sweden and Finland together can provide 5 lakes per type and Norway 3 lakes per type (altogether covering 8 lakes per type), the cost reduction for Norway will be about 4 mill. NOK if all elements are included in all types, and 3.5 mill. NOK if only the most sensitive elements to the relevant pressure in the different types are included. The budgetary requirements for the Norwegian programme will thus be reduced from 21 to 17 mill. NOK if all elements are included in all lake types, and from 16.5 to 13 mill. NOK if only the elements most sensitive to the pressures in different lake types are included.

Rivers

No statistical power analyses with the aim to assess the probability for correctly detecting a difference between the impacted site and the reference conditions have been performed for rivers in Norway. Biological data from reference sites are insufficient, the quality of the data is variable and most sites are only partly typified. However, existing knowledge and compilation and assessment of new data show that high spatial variation for the relevant biological QEs in rivers is to be expected. The number of reference sites per type is probably more important for the precision in reference values and the power of detecting a significant deviation than the number of samples per site. This is in contrast to the conclusions given for phytoplankton biomass in lakes. However, based on existing knowledge, we have not considered it appropriate to make recommendations on the exact number of type-specific reference sites. We have, though, opted for 8 sites per type, as recommended for lakes, as a basis for a river reference network. In doing so, a power of 80% cannot be guaranteed.

In total 134 river sites have been identified as potential reference sites. These sites are identified as “not at risk” in the characterisation projects. For rivers, updated results from the characterisation

projects were available only for Eastern Norway and parts of Southern Norway; from which altogether 54 sites have been selected. For all other ecoregions the validation of selected reference sites is outstanding. Only three sites are included in ongoing biological monitoring (FORSKREF: River Atna), whereas water level/discharge are monitored regularly at 17 of the sites situated in Eastern Norway. Prioritised river types include all IC types (Northern Intercalibration Group), special Norwegian types vulnerable to eutrophication (lowland rivers) or acidification (very low and low alkalinity rivers), as well as glacial influenced rivers. The most abundant and geographically most distributed river types are low alkalinity rivers in boreal areas (R-N5) and highlands (R-N7). Reference sites for all other river types are abundant only in few ecoregions. Lowland reference rivers are missing or are very few in numbers.

Two alternative budgets have been made for the first 6 years period (establishing reference values). The first alternative include all biological quality elements required in the WFD for surveillance monitoring of surface waters, as well as physico-chemical and hydromorphological parameters. The budget indicates a need for roughly 9 mill. NOK per year, of which less than 0.5 mill NOK would be covered by the present monitoring budget. The second alternative includes only the most sensitive biological quality elements, relative to pressure type and river type. We recommend including benthic algae and macroinvertebrates in the monitoring of all river types as these QEs are sensitive to both eutrophication and acidification, as well as river regulations. Macrophytes and mosses should be included only in lowland rivers sensitive to eutrophication, and fish only in very low and low alkalinity rivers sensitive to acidification. For river types with insufficient number of existing reference sites, the reference values have to be established by expert judgement combined with modelling. This may be relevant for R-N1/R-N4 and R-N3 in Eastern and Central Norway, and for R-N2, R-N5, R-N7, as well as other very low / low alkalinity river types in Southern and Western Norway.

Given an increase in the present budget for monitoring of surface waters of 12 mill. NOK per year, and and equal distribution between the three water categories, the river monitoring budget would increase with 4 mill. NOK to a total of approximately 4.35 mill NOK per year. We recommend the following priorities in this budget scenario: Monitoring of benthic algae and macrophytes in lowland rivers in Eastern-, Western- and Central Norway; monitoring of macroinvertebrates and fish in very low and low alkalinity, boreal and highland rivers in Eastern- and Western Norway, as well as in inland parts of Northern Norway. Fish should also be included for low alkalinity, lowland rivers in Eastern Norway.

Establishment of a common Nordic network for reference sites may include the five IC types expected to be of importance for Norway. Both low alkalinity (clear and humic) rivers and moderate alkalinity (clear) rivers in lowland and boreal are expected to be abundant in at least two countries. Also moderate alkalinity, humic rivers should be considered, although this type is not represented in the IC types. Rivers in Eastern, Central Norway and inland parts of Northern Norway should be included. The establishment of a Nordic reference network may reduce the annual costs by approximately 2 mill. NOK, assuming that the number of Norwegian reference sites is reduced from eight to three sites per type for common Nordic river types and comparable monitoring methods are used for all countries.

Coastal waters

The number of reference sites with biological data, are scarce for all quality elements. For most quality elements, the process for assessing the good/moderate status boundary is far from completed. To perform the required power analysis (see above), the reference values and their variance have to be known factors, as well as the boundary values between good and moderate status for the respective quality elements. Such values do not exist today. Hence, we had to estimate such values for each quality element. Data used for this purpose in the analysis are mainly obtained from the Coastal Monitoring Program (KYO). The data used in the power analysis were data sets similar to those used

to calculate different indices for the purpose of intercalibration within the context of WFD. Substantial precautions were taken by performing the power analysis, and these precautions were founded mainly on the uncertainty in estimating both reference values (as is the goal of this future program) and the problem in estimating the boundaries between good and moderate status (based on expert judgement). The boundary setting are still under development within EU. Due to limitation of available data, the estimated variance found for the metrics and indices used within the Skagerrak region, had to be extrapolated to the other eco-regions. The physical habitats in the Skagerrak ecoregion are more homogenous, and the species diversity is low as opposed to the other eco-regions (North Sea, Norwegian Sea and the Barents Sea). Therefore the variance is most probably higher in the other ecoregions. In addition, within the KYO the same experts have used the same methods for each quality element at each survey for more than 15 years, resulting in low variance in the dataset. Consequently, one should expect an increase in data variance when surveying the other ecoregions, since new or additional experts probably will be involved. Underestimation of data variance is taken into account to some extent when estimating the minimum number of stations suggested in the reference network.

The WFD states that all sub-elements for each biological quality element, are to be considered in a reference network. Some intercalibration metrics for the macroflora element, do not include sub-littoral species composition and abundance. Hence, the calculated number of stations needed for the macroflora element, which is based on the current intercalibration metrics, does not meet the requirement for a reference locality within the WFD. Due to this fact we will recommend to use the estimated budget for the macroflora element as described in Lyche Solheim et al. (2005) of NOK 21 mill. the first year. Indices developed for intercalibration purposes for soft bottom fauna and phytoplankton fulfill the requirements as reference localities according to WFD. Hence, new reduced budgets have been obtained for these elements. The costs for macroflora, soft bottom fauna, plankton and hydrography/hydromorphology, are NOK 21, 6.8, 2.7 and 1.0 mill, respectively, altogether 32 mill. NOK for the initial year. These costs will most likely be substantially reduced the second year to NOK 5.4, 4.3, 2.7 and 0.5 mill. for the quality elements macroflora, soft bottom fauna, plankton and hydrography/hydromorphology, respectively, altogether 13 mill. NOK.

We do not have any data supporting the theory that some elements are less sensitive to pressures than others, therefore we recommend that there be no reduction in the different biological quality elements. To reduce the annual costs, we recommend that the program should be executed in a rotating survey strategy i.e. one ecoregion can be surveyed each year. With 4 ecoregions 4 years then will be necessary to establish a reference network for the Norwegian coastal waters that are in accordance with the WFD.

The total costs for establishing initial reference values are NOK 7.7 mill for the Skagerrak region, 5.9 mill. for the Barents Sea ecoregion and about NOK 9.4 mill for the North Sea and the Norwegian Sea ecoregions Some stations in the KYO monitoring program, can be utilized in the reference network. Sampling costs for these stations within the KYO, are currently roughly NOK 1.35 mill in the Skagerrak region and NOK 350 000 in the North Sea ecoregion. If the total monitoring budget is increased with NOK 12 mill. for all the three water categories and equally divided between them, the present budget for reference sites within the KYO programme will be increased with NOK 4 mill. to a total of NOK 5.7 mill. To cover one ecoregion this will still be insufficient according to the cost estimates presented above. We therefore recommend to increase the budget and to survey one ecoregion at the time. The annual costs will then be between NOK 5.9 and 9.4 mill the first 4 years until the initial reference values are established for all 4 regions.

1. Innledning

EUs Rammedirektiv for Vann krever etablerering av referanseverdier for alle økologiske kvalitetselementer i alle vanntyper og kategorier av overflatevann (se Anneks II, avsnitt 1.3. og Anneks V avsnitt 1.1, 1.2 og 1.3.1). All senere klassifisering av økologisk status skal gjøres i forhold til disse referanseverdiene i form av EQR-verdier. Gjennom interkalibreringsprosessen for fastsettelse av grenselinjer mellom høy/god og god/moderat økologisk status fastsettes referanseverdier for enkelte elementer/delelementer og enkelte vanntyper basert på eksisterende datagrunnlag. Da dette datagrunnlaget er meget tynt for mange elementer og vanntyper, blir disse referanseverdiene svært usikre. Det er derfor behov for å validere verdiene gjennom innhenting av nye data fra eksisterende referanselokaliteter eller ved andre metoder (paleoøkologiske undersøkelser eller modeller). For elementer/delelementer og vanntyper som ikke er med i interkalibreringsprosessen må referanseverdiene etableres på samme måte.

Målsetningen med rapporten er å foreslå design og budsjett for etablering/validering av referanseverdier for økologiske kvalitetselementer innsjøer, elver og kystvann. Nye statistiske analyser av hvor mange referanselokaliteter som er nødvendig for å skille referanseverdien fra moderat eller dårligere status for ulike kvalitetselementer i innsjøer, elver og kystområder ble lagt til grunn for å velge ut aktuelle referanselokaliteter. Disse lokalitetene kan brukes til innhenting av nye data for etablering/validering og senere overvåking av referanseverdiene for alle de aktuelle kvalitetselementene. Ved utvelgelsen av vannforekomster er det tatt hensyn til eksisterende overvåking, samt oppdaterte resultater fra karakteriseringsprosjektene.

Kostnadsoverslag for etablering/validering av referanseverdiene for 3 ulike budsjettalternativer er også utarbeidet, herunder vurdering av kostnadsmessige gevinster ved samarbeid med andre nordiske land på ferskvannssiden.

Denne fasen av prosjektet bygger videre på forslag til overvåkingsdesign for norske referansestasjoner for overflatevann presentert i Lyche Solheim et al. (2005). Rapporten er skrevet på oppdrag fra Direktoratet for Naturforvaltning på vegne av Direktoratsgruppen for Implementering av EUs Rammedirektiv for Vann, Overvåkingsgruppen.

I forhold til oppgaven er det et problem at grenseverdiene for god/moderat status for en gitt indikator innen de ulike kvalitetselementene er ukjent for de fleste indikatorer/elementer. Vi har derfor gitt en skjønnsmessig, foreløpig fastsettelse av disse grensene for enkelte indikatorer/elementer, hvilket medfører en usikkerhet i holdbarheten av resultatene. For de fleste kvalitetselementene er det også lite data som beskriver referansetilstand, og dette øker usikkerheten i våre resultater og antatt budsjett. Uansett vil budsjettene være minimumsbudsjetter, da en fullverdig etablering av referanseverdier i forhold til krav i VRD Anneks V vil bli mer omfattende og kostbart enn for det utvalget av indikatorer vi har vurdert i denne rapporten.

2. Innsjøer

2.1 Statistiske analyser av utsagnskraft

I et framtidig overvåkingsnettverk vil referanselokalitetene primært brukes for å overvåke om det skjer endringer i referanseverdiene over tid, for eksempel som en følge av klimaendringer. Det er også viktig med en representativ overvåking av referanselokaliteter for å kunne påvise eventuell forringelse av økologisk status som skyldes andre menneskeskapte påvirkinger. Første fase av et slikt overvåkingsprogram er å etablere referanseverdier for ulike kvalitetselementer og vanntyper. Evt. endringer av disse referanseverdiene over tid kan deretter overvåkes i neste fase av programmet. For å kunne oppnå en høy grad av presisjon mhp. referanseverdiene kreves det en noe større innsats (antall lokaliteter per type) enn det som forventes i den framtidige referanseovervåkingen. Presisjonen i referanseverdiene skal i utgangspunktet være tilstrekkelig til å fastsette hvorvidt en lokalitet ikke lenger er i høy status, gitt en nærmere angitt utsagnskraft og signifikans (se nedenfor).

I det foreliggende prosjektet har oppdragsgiver bedt om at det primært vurderes hvor mange referanselokaliteter som er nødvendig for å skille lokaliteter i moderat økologisk status eller dårligere fra referansetilstanden. Forskjellen som skal kunne påvises vil derfor tilsvare forskjellen mellom gjennomsnittet for et gitt kvalitetselement i referanselokaliteter (dvs. referanseverdien) og grenseverdien god/moderat status. Oppdragsgiver ønsker å oppnå minst 80% utsagnskraft, dvs. 80% sannsynlighet for å identifisere en reell forskjell mellom referansetilstanden og lokaliteter i moderat eller dårligere status. Denne testen kan derfor ikke si noe om utsagnskraften for å skille lokaliteter i god status fra lokaliteter i moderat eller dårligere status, og kan følgelig ikke brukes til å identifisere hvilke lokaliteter som faktisk trenger tiltak. Til dette kreves data om den statistiske fordelingen av lokaliteter i god status, samt kunnskap om grenselinjen høy/god.

Generelt vil utsagnskraften øke med forskjellen mellom referanseverdien og den målte middelverdien i en påvirket lokalitet og avta med variansen. Variansen vil vanligvis avta med økende antall målinger. Således vil også antall målinger pr. påvirket lokalitet virke inn på utsagnskraften. Signifikansnivået, dvs. sannsynligheten for å oppdage en forskjell når det egentlig ikke er noen forskjell, virker også inn på utsagnskraften. Uten endringer i andre parametere vil man kunne oppnå samme utsagnskraft med færre referanselokaliteter dersom signifikansnivået reduseres. Etter avklaring med oppdragsgiver er det benyttet en signifikans lik 10%. Det betyr at man i 10% av tilfellene vil konkludere med at en referanselokalitet er i moderat eller dårligere status selv om dette ikke er reelt (”falsk alarm”). Disse prinsippene er illustrert i figur 1.

Antall referanselokaliteter med biologiske data er generelt lavt for alle aktuelle vanntyper. For de fleste kvalitetselementene er dessuten arbeidet med fastsettelse av grenseverdier for god/moderat status så vidt kommet i gang. Eneste unntak er planteplankton, som forholder seg til et lite antall innsjøtyper, og hvor det har vært gjort et grundig arbeid med utarbeidelse av klassifiseringssystemer bl.a. gjennom EU-prosjektet REBECCA.

Klarvannssjøer med klorofyllmålinger er derfor benyttet for å illustrere hvordan utsagnskraften varierer med antall referansesjøer og antall målinger per påvirket innsjø (figur 2). Referanselokalitetene i beregningene er trukket tilfeldig fra et utvalg på totalt 66 referanselokaliteter representert ved følgende innsjøtyper: 12 L-N1, 29 L-N2a, 25 L-N5. Referanselokalitetene er valgt ut fra informasjon om belastning (karakterisert som "not at risk"). I tillegg til dette er lokaliteter med klorofyll-verdier over 8 µg/L i enkeltprøver ekskludert, da ekspertskjønn tilsier at slike lokaliteter ikke kan sies å være i referansetilstand uansett vanntype. Denne verdien tilsvarer grensen mellom klasse III

og IV i SFTs nåværende klassifikasjonssystem. Hver lokalitet er representert ved gjennomsnitt av de siste åtte prøver. Grenseverdier for god/moderat status er ikke definert ennå, men foreløpige resultater fra interkalibreringsprosessen basert på datasett sammenstilt i REBECCA-prosjektet antyder at en grenselinje for klorofyll på 6 µg/L kan være aktuell for grunne (middeldyp 3-15 m) klarvannssjøer. Vi har derfor brukt følgende kriterium for å velge ut innsjøer med moderat eller dårligere status: for disse innsjøene er minst 80% av klorofyll-verdiene over 6 µg/L. Antall referanselokaliteter i analysene varierer fra 1 til 16, og for hvert lokalitetsantall har vi gjennomført 20 tilfeldige trekninger av referanselokaliteter. Som et eksempel betyr det at utsagnskraften for fire referanselokaliteter er representert ved et gjennomsnitt av beregnet utsagnskraft for 20 tilfeldige kombinasjoner av fire lokaliteter trukket ut av totalt 66 referanselokaliteter.

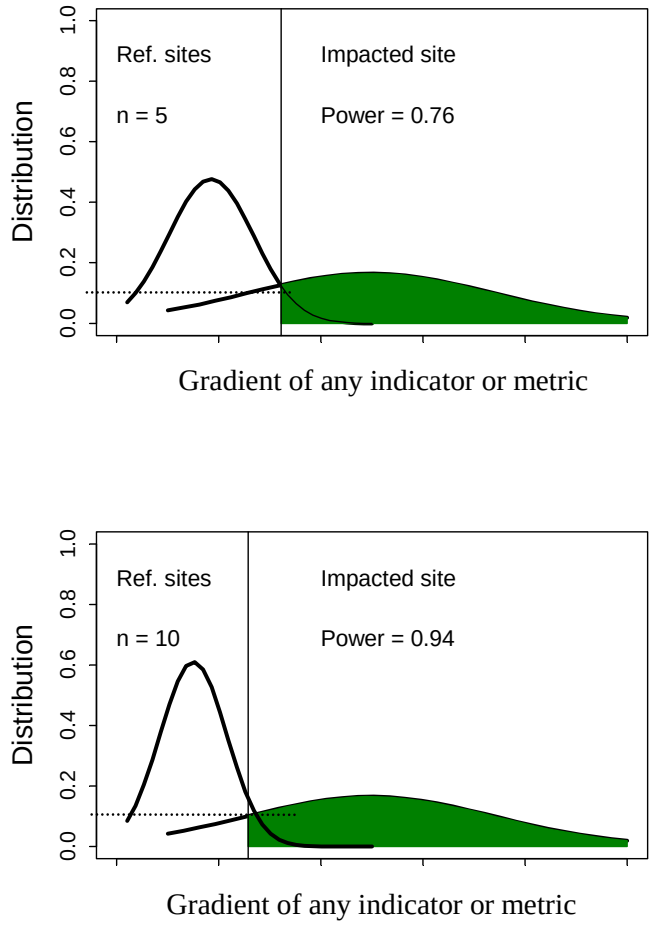
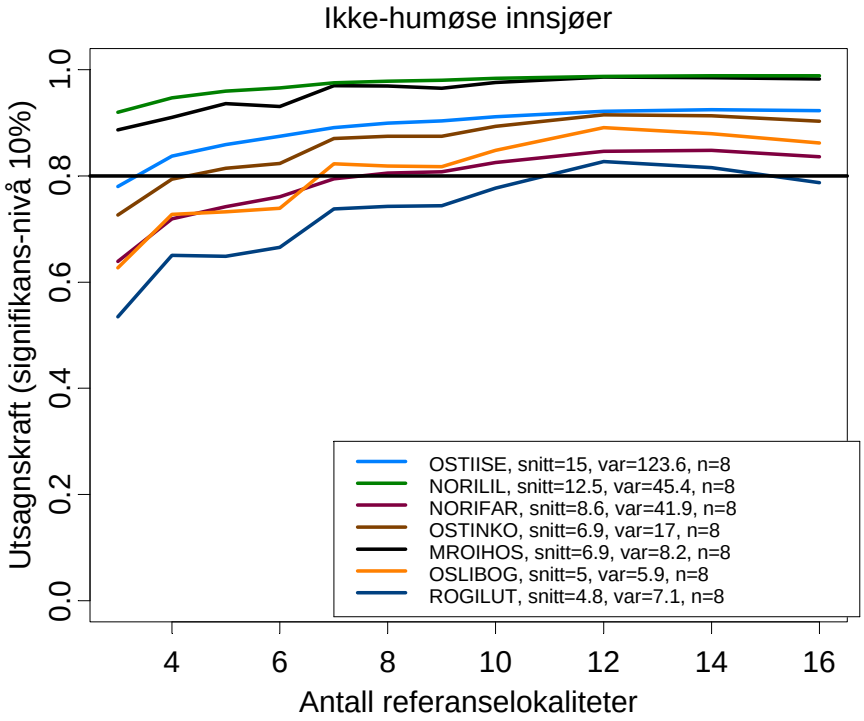
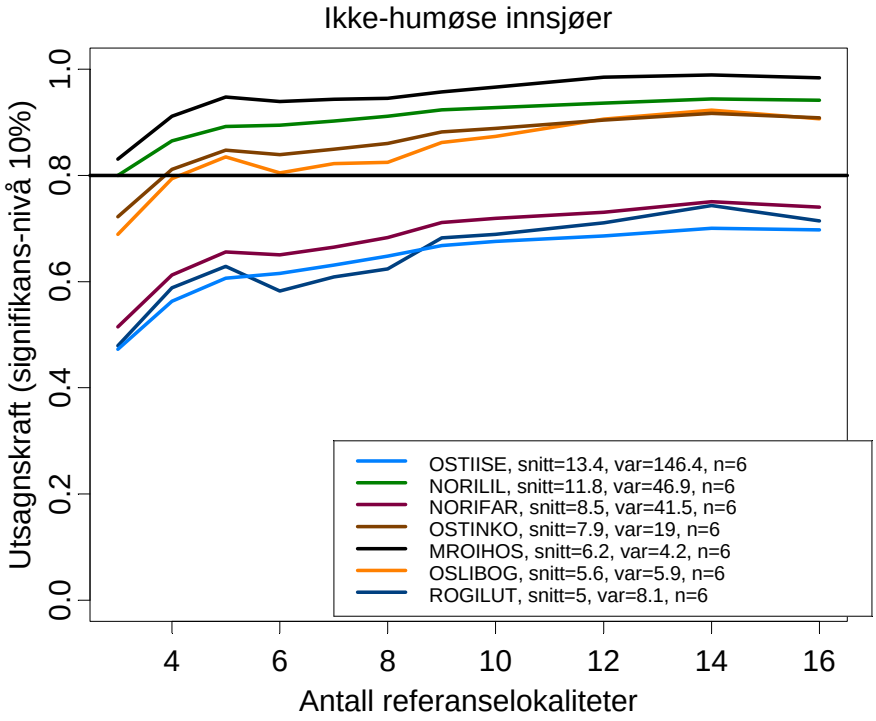


Figure 1. Example illustrating the relationship between number of reference sites and statistical power to distinguish between reference sites and impacted sites in moderate or worse status. The two curves show the theoretical distribution of indicatorvalues from reference versus impacted sites, based on observed means and variance. Power is represented by the shaded (green) area below the curve for impacted sites at 10% level of significance. This area represents the probability of distinguishing between indicatorvalues from reference sites and sites in moderate status, accepting a probability of 10% "false alarm" for reference sites. Increasing the number of reference sites may reduce the variance in indicator values from reference sites (bottom versus top panel, left side of figure). The critical indicatorvalue corresponding to 10% significance level then is moved to the left (bottom versus top panel), and the shaded area (power) thus will increase.

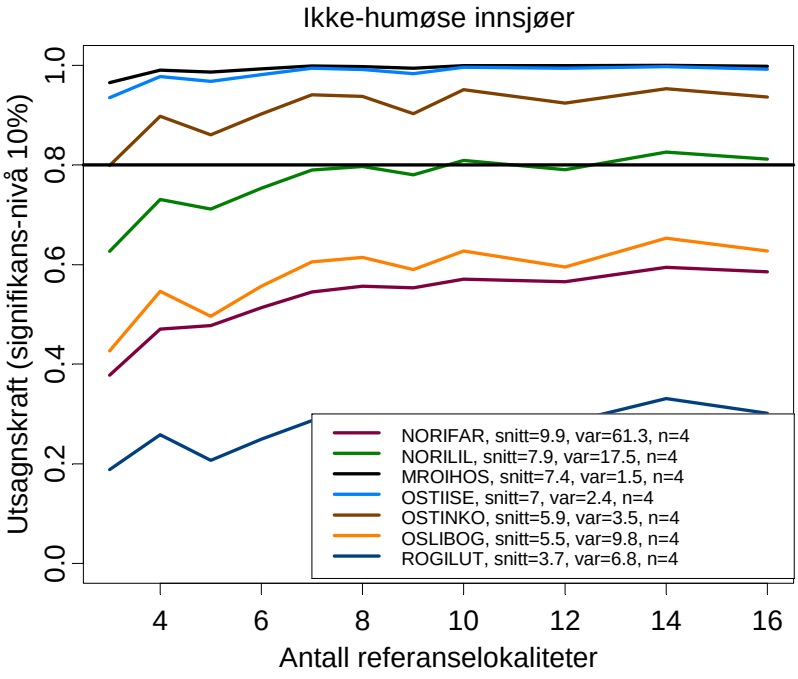
a) n=8 samples per impacted lake (site)



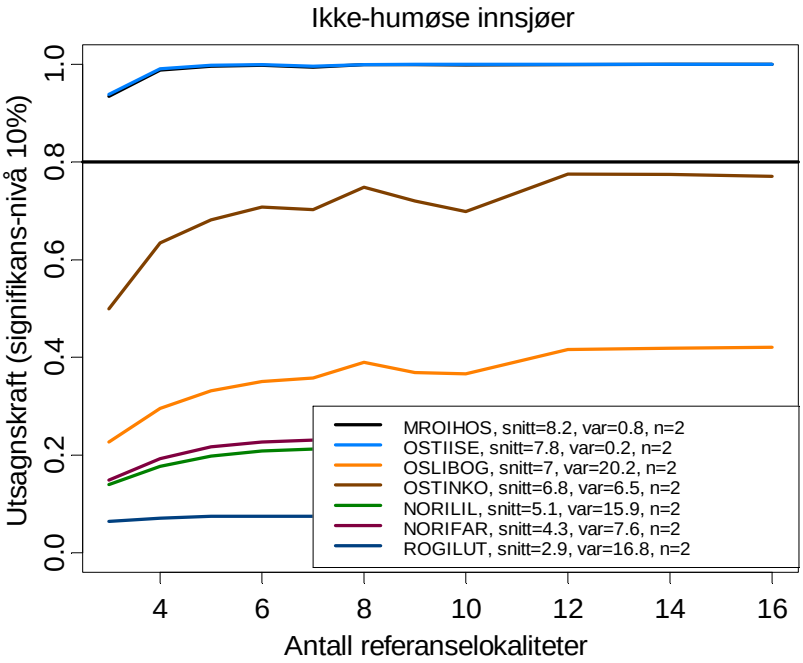
b) n=6 samples per impacted lake (site)



c) n=4 samples per impacted lake (site)



d) n=2 samples per impacted lake (site)



Figur 2: *Calculation of power to distinguish reference sites from impacted sites for clearwater lakes based on phytoplankton biomass (chlorophyll). The figures show how power varies with number of reference sites (x-axis) and with the number of samples from impacted sites ("n" in legend of part a-d). The following 7 impacted sites have been used in the analysis (see text for selection criteria).Lake type shown in parenthesis: OSTIISE = Isesjø (L-N2a), NORILIL = Lilandsvann (L-N2a), NORIFAR = Farstadvann (L-N2a), OSTINKO = Nordre Kornsjø (L-N2a), MROIHOS = Hostadvannet (L-N1), OSLIBOG = Bogstadvannet (L-N2a), ROGILUT = Lutsivannet (L-N1).*

Resultatene viser at utsagnskraften øker med antall referanselokaliteter og at denne økningen er størst opp til 8-10 lokaliteter (figur 2a). Vi vil derfor anbefale 8 referanselokaliteter pr. vanntype for etablering av referanseverdier for klorofyll i klarvannssjøer. Dersom grenseverdien for klorofyll a mellom god og moderat status blir høyere enn 6 µg/L, vil man kunne få samme utsagnskraft med færre referanselokaliteter, mens dersom den blir lavere, vil man måtte øke antall referanselokaliteter for å oppnå den samme utsagnskraften. Siden klorofyll-verdiene kan variere mye mellom prøver fra samme innsjø, kan antall prøver også påvirke gjennomsnittet pr. innsjø og dermed avviket til referanseverdien. Disse faktorene (gjennomsnitt, varians og antall prøver fra påvirkete lokaliteter) kan ha større betydning for utsagnskraften enn antall referanselokaliteter har (figur 2 a-d).

For å kunne finne ut hvor mange referanselokaliteter pr. vanntype som er nødvendig for å påvise evt. endringer av referanseverdiene over tid må det gjøres nye statistiske trendanalyser. Slike analyser var utenfor rammene av dette prosjektet, men anbefales utført som grunnlag for designet av neste fase av overvåkingsprogrammet for referanselokaliteter (dvs. etter at referanseverdiene er etablert).

Når det gjelder andre typer og kvalitetselementer vil forholdet mellom de ulike varianskomponentene (i tid og rom) kunne være forskjellig fra det som her er vist. Pga. lite data fra upåvirkede lokaliteter, samt manglende grenseverdier for god/moderat status for andre kvalitetselementer og vanntyper, er det ikke mulig å benytte tilsvarende statistiske analyser som grunnlag for anbefalinger om behovet for antall referanselokaliteter for andre kvalitetselementer og vanntyper i ferskvann. Hvorvidt 8 lokaliteter pr. vanntype er tilstrekkelig til å få den ønskede utsagnskraft for andre elementer og vanntyper er derfor ikke mulig å si på det nåværende tidspunkt. For innsjøer og elver har vi likevel brukt 8 lokaliteter pr. vanntype som grunnlag for beregninger av totalt antall referanselokaliteter innen hver vannkategori, samt som grunnlag for budsjettberegningene, i mangel av annen informasjon.

2.2 Utvalgte referansesjøer

Vedlegg A viser utvalgte referansesjøer i Norge basert på 8 lokaliteter pr. vanntype og økoregion (se kap. 2 ovenfor). Innsjøene er også vist på kart i figur 3. Referansestatus er kvalitetssikret etter grovkarakteriseringen for de fleste fylkene, men dette gjelder ikke fylkene Vest-Agder, Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal, Sør- og Nord-Trøndelag, samt Nordland. Databasene fra disse fylkene kom for sent til at vi rakk å ta hensyn til evt. endringer i disse fylkene i forhold til de foreløpige resultatene fra grovkarakteriseringen. Dette må gjøres før endelig liste kan brukes. Råvannskildene må sjekkes i forhold til vannforekomst (MSCD)-kode, da disse opplysningene ikke fantes i vannverksregisteret.

De prioriterte vanntypene er alle interkalibreringstypene (IC-typer), samt forsuringsfølsomme særnorske vanntyper med svært lav alkalitet (<0,05 mekv/L).

Til sammen 250 referansesjøer er valgt ut, hvorav 80 er med i eksisterende overvåking: sur nedbørprogrammet, i NVEs målestasjoner eller de er antatte råvannskilder for produksjon av drikkevann. For regioner og typer der det fantes > 8 referansesjøer ble det gjort et skjønnsmessig utvalg, slik at ca. 8 innsjøer pr. region og type er med på lista. For enkelte innsjøtyper der det fantes et rikt utvalg av mulige referanselokaliteter har vi tatt med noen flere enn 8 pr. type. Dette er gjort fordi det er viktig å ha et større utvalg å velge fra, dersom det skulle vise seg at noen av lokalitetene ligger langt fra vei og dermed er lite tilgjengelige. For regioner og typer der det fantes < 8 innsjøer er alle de eksisterende referansesjøene tatt med. Tabell 1 og 2 viser hhv. hvor mange referansesjøer som er funnet for hver ”hovedtype” i hht. den nasjonale typologien, og hvor mange som er funnet i hver interkalibrerings-type (IC-type) i de økoregionene som er aktuelle i et evt. nordisk nettverk (se nedenfor).

Tabell 1. *Number of reference lakes per coretype (altitude x water type) and ecoregion (see Appendix A for more information).*

		Water type							
		very low alk		low alk.		moderate alk.			Total per
Ecoregion	Altitude	clear	humic	clear	humic	clear	humic	Total	ecoregion
Eastern	Lowland	0	0	10	5	0	1	16	
	Boreal	3	1	18	8	5	3	38	71
	Highland	6	0	11	0	0	0	17	
Southern	Lowland	0	0	4	1	0	0	5	
	Boreal	3	0	9	1	0	0	13	21
	Highland	0	0	3	0	0	0	3	
Western	Lowland	5	0	13	0	0	0	18	
	Boreal	12	0	9	0	0	0	21	51
	Highland	5	0	7	0	0	0	12	
Central	Lowland	0	0	0	0	0	0	0	
	Boreal	6	0	3	0	0	0	9	10
	Highland	1	0	0	0	0	0	1	
Northern -	Lowland	0	0	9	9	3	7	28	
coastal	Boreal	0	0	12	10	0	1	23	61
	Highland	0	0	10	0	0	0	10	
Northern -	Lowland	0	0	2	5	3	0	10	
inland	Boreal	0	0	4	9	0	0	13	36
	Highland	0	0	10	2	1	0	13	
Sum		41	1	134	50	12	12	250	250

Tabell 2. *Number of Norwegian reference lakes per IC type and Ecoregion suitable for integration in a Nordic reference network (Eastern Norway, Central Norway and Northern Norway inland).*
+: the type is not represented in the present selection of reference sites but sites should be expected after validation of the data used for risk assessment (WFD Article 5) in the Central region of Norway.
**: more sites would be present if L-N8 and the boreal type with equivalent water chemistry (Norwegian Lake type 15, see appendix 1) are combined. L-N4 is excluded as IC-type, but combination of L-N1 and L-N4 should be considered in order to increase the number of lakes with moderate alkalinity (see appendix A).*

		Ecoregion			
Altitude	**IC type**	Eastern	Central	Northern inland	Total
Lowland	L-N1		+	3	3
	L-N2	8	+	2	10
	L-N3	5	+	5	10
	L-N8*	1			1
Boreal	L-N4	5	+		5
	L-N5	8	3	4	15
	L-N6	8	+	8	16
Highland	L-N7	8	+	8	16
Sum		43	>3	30	>76

For å imøtekomme kravet til utsagnskraft er det nødvendig med noen flere lokaliteter for de vanntypene der vi ikke har funnet tilstrekkelig antall lokaliteter. Dette gjelder særlig innsjøer med

moderat alkalitet i lavlandet. For denne innsjøtypen er det kun Nord-Norge som har noen få lokaliteter i antatt referansetilstand. Da dette er den mest sårbare vanntypen for eutrofiering er det av særlig stor betydning å få bestemt pålitelige referanseverdier for denne vanntypen. Vi vil derfor anbefale at paleoøkologiske undersøkelser blir gjort i ca. 16 slike lokaliteter fra Østlandet og Midt-Norge, hvorav 8 bør være humøse og 8 bør være klarvannslokaliteter. Nye erfaringer fra Irland viser at flere opprinnelig antatte referansesjøer viste seg å være påvirkede (eutrofierte) etter paleoøkologisk validering (Tierney pers.comm.). Forslag til liste over aktuelle lokaliteter for paleoøkologiske undersøkelser er ikke utarbeidet i denne rapporten av hensyn til tids- og kostnadsrammer. En slik liste kan evt. utarbeides i samarbeid med de andre nordiske landene i N-GIG. Også for forsuringsutsatte lokaliteter med svært lav alkalitet er det behov for paleoøkologisk validering på Sørlandet og Østlandet, samt evt. i fjellområder på Vestlandet.

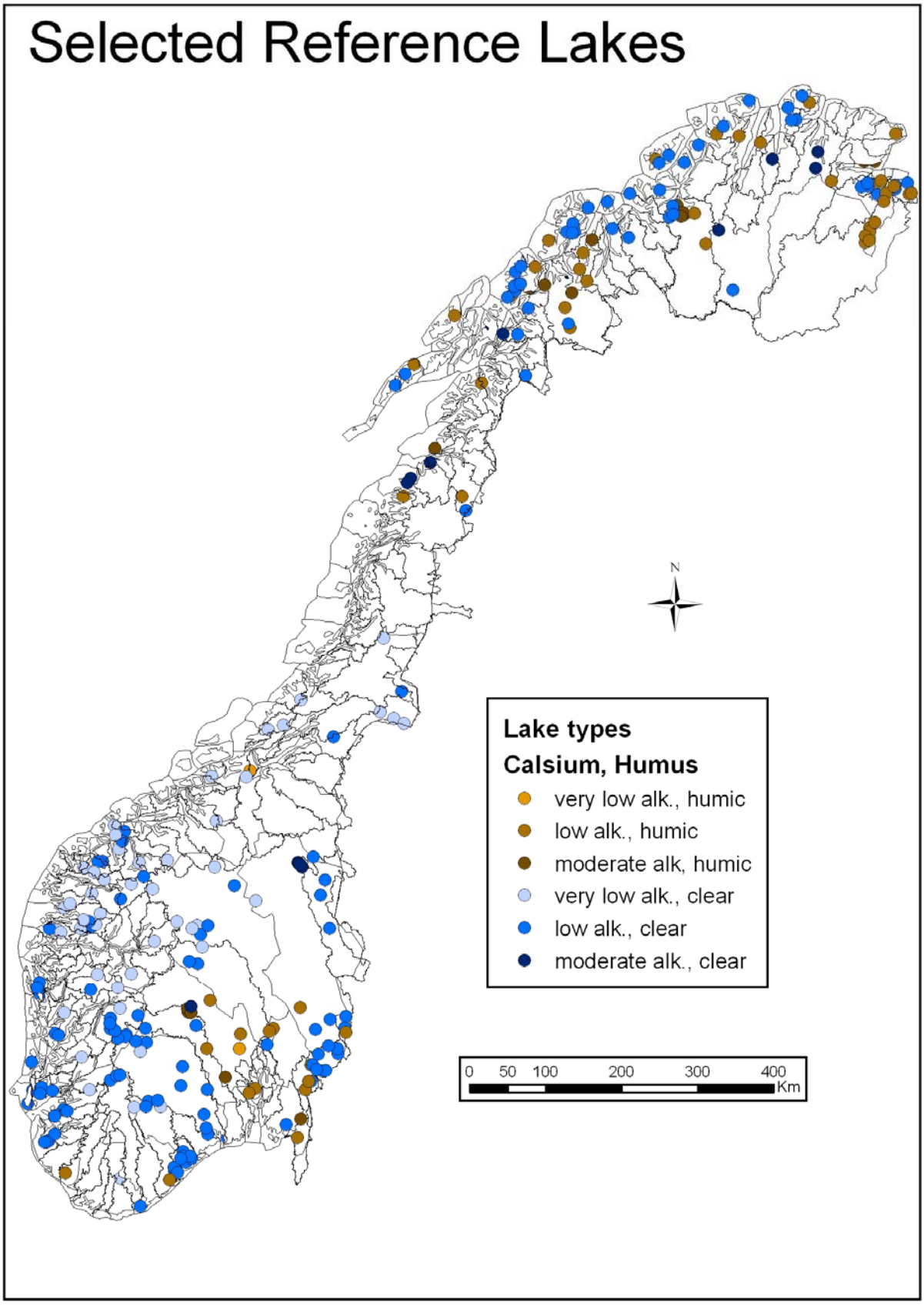
For planteplankton hadde vi i fase 1 rapporten antatt at det kun var nødvendig å skille mellom 4 vanntyper på landsbasis. Nye resultater fra EU-prosjektet Eurolimpacs, som studerer effekter av klimatiske variasjoner bl.a. på innsjøer, indikerer at planteplanktonet kan være forskjellig på Østlandet i forhold til på Vestlandet, både mht. artssammensetning og biomasse ved en gitt fosforkonsentrasjon (Hobæk et al. in prep). Dette kan skyldes klimatiske forskjeller mellom øst og vest, som f.eks kortere oppholdstid og dårligere lysforhold på Vestlandet, samt biologiske forskjeller relatert til høyere beitepress fra dyreplankton pga. lavere fiskepredasjon på dyreplanktonet på Vestlandet. De biogeografiske forskjellene i fiskefauna mellom øst og vest i Norge med store bestander av karpefisk på Østlandet og mangel på disse fiskeartene på Vestlandet, kan m.a.o. forplante seg nedover i næringskjeden helt ned til planteplanktonet. På dette grunnlaget anbefaler vi derfor at referanseverdier for planteplankton etableres separat for innsjøer på Østlandet, Vestlandet, Midt-Norge og i Nord-Norge (4 økoregioner).

Det er også viktig å skille mellom grunne og dype innsjøer (L-N2a og L-N2b), da resultater fra Rebecca-prosjektet antyder at planteplankton har forskjellige referanseverdier i dype og grunne innsjøer og at planteplanktonet i dype innsjøer er mer følsomme for belastning (Carvalho et al. in prep). Fjellsjøer må også antas å ha en annen planteplanktonflora enn lavereliggende innsjøer, pga. lavere temperatur og kortere vekstsesong. Vi får da til sammen 6 innsjøtyper pr. økoregion og 24 innsjøtyper for planteplankton på landsbasis (se budsjettabellen nedenfor).

2.3 Budsjett

2.3.1 Dagens overvåking

30 av de utvalgte referansesjøene er i dag integrert i forsuringsovervåkingen; i 24 av disse foregår det biologisk overvåking. Kun 6 av innsjøene overvåkes årlig mhp. invertebrater (Z+B) mens de øvrige overvåkes hvert 4. år. Med unntak av Atnsjøen overvåkes fisk kun hvert 4. år. Budsjettet for 30 innsjøer er i dag ca. 2.55 mill. (1,2 til invertebrater, 0,85 til fisk (kun 9 innsjøer) og 0,6 til vannkjemi) pr. år. (ref. Sandøy i DN og Skjelkvåle i NIVA). Av dette vil ca 0,8 mill kr dekke overvåking av referansesjøer. Overvåking av planteplankton, dyreplankton og fisk i Atnsjøen (FORSKREF) utgjør ca 0,3 mill. Totalt vil dagens overvåking av referansesjøer utgjøre ca 1,1 mill kr.



Figur 3. *Selected Norwegian reference lakes. Lines show borders for main watersheds. The different core types are indicated by different colours. Lakes <0,5 km^2 are not included (4 lakes: Store Gunnarsjøen in Hedmark, Lundalsvatnet in Møre og Romsdal, Otervatnet og Dalvatnet in Finnmark).*

2.3.2 Budsjettbehov for etablering av referanseverdier

Budsjettbehovet gitt de nye kriteriene for utsagnskraft (8 referanselokaliteter pr. vanntype og økoregion) er estimert til ca. 21 mill. pr. år (se tabell 3 og beregningsgrunnlaget i appendix 3). Dette vil kreve en økning av dagens budsjett med 20 mill. kr. Dette budsjettet vil gi referanseverdier for alle elementene i alle de aktuelle vanntypene og økoregionene, noe som er i tråd med Vanndirektivets krav til etablering av referanseverdier.

Dersom man halverer antall innsjøer pr. type fra 8 til 4, vil man kun ha tilstrekkelig utsagnskraft (80%) for de sterkest påvirkede innsjøene, mens man for sjøer i mer moderat status vil få dårligere utsagnskraft (ca. 70%) i forhold til referanseverdiene (se figur 2) Dette gjelder i prinsippet kun klorofyll, men antas likt for andre deler av planteplanktonelementet og alle andre elementer i mangel av bedre informasjon. Budsjettbehovet med denne halveringen av antall lokaliteter pr. vanntype vil da reduseres til 12 mill pr. år. Dette vil altså kreve en økning av eksisterende budsjett med 11 mill. pr. år.

Da det anses som viktigst å etablere referanseverdier for de elementene som er mest sensitive for forskjellige påvirkninger, har vi også utarbeidet et budsjett der elementene bunnfauna og fisk er utelatt fra alle vanntyper i lavlandet som antas mest utsatt for eutrofiering, mens planteplankton og vannplanter er utelatt fra vanntyper i skog og fjellområder som antas mest utsatt for forsuring. Budsjettet for 8 lokaliteter pr vanntype blir da 16,5 mill. kr., mens det reduseres til 9 mill. kr. dersom antall innsjøer pr. type reduseres fra 8 til 4. Med dette budsjettet er det altså ikke mulig å dekke direktivets krav til etablering av referanseverdier for alle elementene i alle vanntypene.

Prøvetakingsfrekvens og antall overvåkingsrunder i den første 6-årsperioden, samt totalt antall vanntyper pr. element er angitt i budsjettabellen i Vedlegg C.

For planteplankton er utsagnskraften mer avhengig av antall prøver pr. innsjø i påvirkede innsjøer (i moderat eller dårlig status) enn de er av antall referansesjøer pr. type (se figur 2). Uansett antall referansesjøer er det umulig å oppnå tilstrekkelig utsagnskraft dersom antall prøver pr. innsjø er < 8 i de påvirkede lokalitetene (gjelder planteplankton). Dette skyldes høy varians i planteplanktonet i sterkt eutrofierte innsjøer. Disse resultatene er derfor viktig å legge til grunn for budsjettberegninger for senere operasjonell overvåking i påvirkede lokaliteter.

For vanntyper der det ikke er mulig å finne tilstrekkelig antall eksisterende referanselokaliteter, foreslås paleoøkologiske undersøkelser i 16 lokaliteter (L-N1 og L-N8) på Østlandet/Sørlandet og Midt-Norge, som angitt i avsnittet om utvalg av referanselokaliteter ovenfor. Ut fra erfaringer fra årets pilotundersøkelse i Vansjø vil kostnadene pr. lokalitet være ca. 150 000 kr. Totalbeløpet for 16 lokaliteter vil dermed komme på ca. 2.4 mill. kr. Paleoøkologiske undersøkelser (krepsdyr) og modellering av referanseverdier for forsuringsfølsomme vanntyper på Sørlandet/Vestlandet kommer i tillegg. Da budsjettet pr. lokalitet for eksisterende referanselokaliteter er 120-140 000 kr. og de paleoøkologiske undersøkelsene vil brukes til å dekke opp typer med færre enn 8 ref.lokaliteter pr. type, vil merkostnadene for paleoøkologiske undersøkelser kun være differansen mellom 150 000 og 120-140000 kr., dvs. 10-30.000 kr. pr. innsjø. Merkostnadene for de paleoøkologiske undersøkelsene vil derfor være små: anslagsvis < 480 000 kr. (30.000 kr. x 16 lokaliteter). Dette er også en engangskostnad, da en slik undersøkelse kun gjøres én gang pr. innsjø.

Tabell 3. *Budget (in 1000 NOK) for establishing / validating reference values for prioritised lake types in Norway. Annual costs and total costs for the first 6 years period. The budget is based on rotation of lakes, in which a similar number of lakes is sampled each year. The sampling frequency for all elements is given in Lyche Solheim et al. (2005) with the exception of macroinvertebrates, which is proposed sampled only once per year (littoral crustaceans twice per year as in original proposal).*
Alternative A: all quality elements sampled in all lake types (WFD-compliant design).
Alternative B: only the quality elements most sensitive to the most likely pressures in the different lake types are sampled (zooplankton, macroinvertebrates and fish in lake types vulnerable to acidification, and phytoplankton, macrophytes and zooplankton in lakes types vulnerable to eutrophication) [1] *Includes littoral crustaceans.*

Alternative A **Activity,**	Cost per sample	Cost per lake per year	Total number of lake types	Total number of lakes	Total costs per 6 year period	Total annual costs
Sampling, analyses						
Physico-chemical elements	5	40	36	288	34560	5760
Phytoplankton	5	40	24	192	23040	3840
Zooplankton	5	20	36	288	17280	2880
Macrophytes	16	16	38	304	9728	1621
Macroinvertebrates (littoral)[1]	8	12	42	336	12096	2016
Fish	16	16	44	352	16896	2816
Total for sampling and analyses	55	144			113600	18933
Reporting					1800	300
Coordination and administration (5%)					12900	2150
Total costs excl. VAT					**128300**	**21383**

Alternative B **Activity**	Cost per sample	Cost per lake per year	Total number of lake types	Total number of lakes	Total costs per 6 year period	Total annual costs
Sampling, analyses						
Physico-chemical elements	5	30	36	288	25920	4320
Phytoplankton	5	30	20	160	14400	2400
Zooplankton	5	20	36	288	17280	2880
Macrophytes	16	16	22	176	5632	939
Macroinvertebrates (littoral)[1]	8	12	32	256	9216	1536
Fish	16	16	38	304	14592	2432
Total for sampling and analyses	55	124			87040	14507
Reporting					1800	300
Coordination and administration (5%)					9900	1650
Total costs excl. VAT					**98740**	**16457**

2.3.3 Forslag til prioriteringer dersom overvåkingsbudsjettet økes med totalt 12 mill. kr.

Dersom dette deles likt mellom de tre vannkategoriene blir det 4 mill. kr. til etablering av referanseverdier i innsjøer i tillegg til eksisterende budsjett som er ca. 1 mill. kr. Totalbeløpet blir da 5 mill kr. pr. år.

Vi foreslår da at man prioriterer planteplankton og vannplanter i lavlandssjøer (L-N1, L-N2, L-N3 og 8) på Østlandet og Vestlandet, og bunnfauna og fisk i kalkfattige skog- og fjellsjøer (L-N5, 6 og 7, samt svært kalkfattige innsjøer) på Sørlandet og Vestlandet, da dette er de elementene og vanntypene som er mest sårbare for hhv. eutrofiering og forsuring.

Budsjettet pr. år blir da som følger:

Reflokaliteter planteplankton og vannkjemi (40 lokaliteter*)	1.2 mill. kr
Paleoøkologiske undersøkelser planteplankton (8 lokaliteter*)	1.2 mill. kr
Reflokaliteter makrofytter (48 lokaliteter*)	0.4 mill. kr.
Reflokaliteter bunnfauna, fisk og vannkjemi (64 lokaliteter*)	1.2 mill. kr
Totalt felt og analyse	4.0 mill. kr
Rapportering og admin.	1.0 mill. kr
Sum	**5.0 mill. kr**

* Totalt antall lokaliteter for hele 6-årsperioden.

2.3.4 Vurdering av mulige økonomiske gevinster ved etablering av felles nordisk referansenettverk for fastsettelse/validering av referanseverdier

I utgangspunktet anses alle IC typene som aktuelle for et felles nordisk referansenettverk. Arbeidet i Northern Intercalibration Group tilsier imidlertid at noen av disse typene ikke er vanlig forekommende utenfor Norge. Dette gjelder særlig fjellsjøer (L-N7) og dype sjøer (L-N2b). Kun vannforekomster på Østlandet, Midt-Norge og indre deler av Nord-Norge, vurderes som aktuelle for et felles nordisk referansenettverk. For de innsjø- og elvetyper som vil kunne inngå i et nordisk referansenettverk har vi redusert antall lokaliteter fra 8 til 3 pr type, under forutsetning av at de øvrige nordiske landene i snitt vil kunne bidra med 5 lokaliteter pr. type tilsammen. Budsjettene er justert tilsvarende (Tabell 4).

For følgende innsjøtyper anses det som sannsynlig at Sverige og/eller Finland vil kunne bidra med referanselokaliteter som også vil kunne tjene formålet som referanser for norske forhold: L-N1 (+ L-N4), L-N2a + L-N5, L-N3a + L-N6, L-N8 (evt. inkl. norsk type 15 som er tilsvarende vannkjemiske type i skog i stedet for lavland). Dette omfatter både kalkfattige (klare og humøse) og moderat kalkrike (klare og humøse) innsjøer i lavland og skog. For svært kalkfattige innsjøer og fjellsjøer anses det ikke som sannsynlig at vi vil kunne finne felles referanselokaliteter. Med utgangspunkt i den biogeografiske fordelingen til typene betyr dette at opp til 10 innsjøtyper vil kunne inngå i et nordisk referansenettverk (4 hovedtype x 3 biogeografiske regioner minus L-N8 i Midt-Norge og Nord-Norge, indre, der tabell 2 viser at det finnes null eller svært få lokaliteter). Den økonomiske gevinsten vil være på hhv. 4 mill. kr årlig for alt. A som inkludere alle kvalitetselementer og 3,5 mill. kr årlig for alt. B som inkludere kun de mest følsomme kvalitetselementene (se tabell 3 og 4).

Tabell 4. *Budget (in 1000 NOK) for establishing / validating reference values for prioritised lake types in Norway. Annual costs and total costs for the first 6 years period.,adjusted relative to expected economic benefit of a common Nordic network of reference sites for Northern IC types (see main text) Alternative. A: all quality elements included, Alternative B: only the most sensitive quality elements included (see table 3).*

Activity, Alt A reduced	Cost per sample	Cost per lake per year	Total number of lake types	Total number of lakes, adjusted	Total costs per 6 year period	Total annual costs
Sampling, analyses						
Physico-chemical elements	5	40	36	288	28560	4760
Phytoplankton	5	40	24	192	17040	2840
Zooplankton	5	20	36	288	14280	2380
Macrophytes	16	16	38	304	8128	1355
Macroinvertebrates (littoral)[1]	8	12	42	336	10296	1716
Fish	16	16	44	352	14496	2416
Total for sampling and analyses	55	144			92800	15467
Reporting					1800	300
Coordination and administration (5%)					10500	1750
Total costs excl. VAT					**105100**	**17517**

Activity, Alt B reduced	Cost per sample	Cost per lake per year	Total number of lake types	Total number of lakes	Total costs per 6 year period	Total annual costs
Sampling, analyses						
Physico-chemical elements	5	30	36	288	21420	3570
Phytoplankton	5	30	20	160	9900	1650
Zooplankton	5	20	36	288	14280	2380
Macrophytes	16	16	22	176	4032	672
Macroinvertebrates (littoral)[1]	8	12	32	256	7416	1236
Fish	16	16	38	304	12192	2032
Total for sampling and analyses					69240	11540
Reporting					1800	300
Coordination and administration (5%)					7800	1300
Total costs excl. VAT					**78840**	**13140**

3. Elver

3.1 Statistiske analyser

Det er ikke utført noen egne statistiske analyser av forholdet mellom antall referanselokaliteter og utsagnskraft når det gjelder biologiske data fra elver, til det er datagrunnlaget fra antatt upåvirkede lokaliteter for lite og av varierende kvalitet. For samtlige biologiske kvalitetselementer i elv er det dessuten for tidlig å ha noen formening om grenseverdiene Høy/God og God/Moderat. Vi har imidlertid sammenstilt bunndyrdata fra et større antall elvelokaliteter i Trøndelag (n=181) for å få en vurdering av hvor stor naturlig variasjon som kan forventes. Vi valgte antall arter (artsrikdom) som biologisk parameter. Lokalitetene er antatt å være lite påvirket og ligger alle i skog. På grunn av manglende typifisering består utvalget av flere elvetyper. Total variasjon, som omfatter ulike varianskomponenter (innsamling, ulike typer innen vassdrag, ulike vassdrag i samme region, sesong og år), var svært høy; varianskoeffisienten (CV: standardavvik angitt som % av gjennomsnitt) var 67%. Variansen innen vassdrag var noe lavere, ca 45%. Vi antar at variansen ville reduseres ytterligere dersom ulike elvetyper innen et vassdrag var analysert separat, men høy naturlig variasjon må likevel påregnes. Sammenstilling av biologiske data fra svenske innsjøer (inkludert flere innsjøtyper) ga en varianskoeffisient for artsrikdom på 26% for profundale bunndyr sammenlignet med 16% for planteplankton (Wiederholm,1992). For andre parametere (for eksempel biomasse) kan imidlertid forholdet være omvendt. Bruk av biologiske indekser kan være en måte å redusere variansen på (Wiederholm, 1992) men samtidig vil en del av informasjonen som ligger i primærdataene gå tapt. Med unntak av arbeidet på planteplankton så har arbeidet med vurdering og utvelgelse av relevante parametere for vurdering av økologisk status kommet svært kort. Det er derfor vanskelig å ha noen formening om hvor mange lokaliteter av hver type som bør legges til grunn for etablering av referanseverdier for de ulike kvalitetselementene. Vi har derfor valgt å ta utgangspunkt i 8 lokaliteter per type, slik som anbefalt for innsjøene, selv om dette sannsynligvis vil bety at det ikke er mulig å oppnå 80% utsagnskraft.

3.2 Utvalgte referanseelver

Vedlegg B viser utvalgte referanseelver for Norge. Referansestatus er kvalitetssikret etter grovkarakteriseringen for fylkene på Østlandet samt Telemark. For resten av landet kom de kvalitetssikrede data for sent eller var for dårlig tilrettelagt til at vi rakk å ta hensyn til evt. endringer i forhold til de foreløpige resultatene fra grovkarakteriseringen. Dette må gjøres før endelig referansenettverk kan etableres.

Til sammen 134 lokaliteter er inkludert i lista over potensielle referanseelver (**Vedlegg B**). Basert på oppdaterte data fra Karakteriseringsarbeidet er det valgt ut 54 referanselokaliteter for Østlandet (**Figur 4**), for 17 av disse er det etablert en eller flere NVE stasjoner for overvåking av vannstand eller vannføring (**Figur 5**). Kun tre stasjoner (alle i samme vassdrag) er inkludert i dagens biologiske overvåking. For de andre økoregionene har vi beholdt de fleste vassdragene som var antatt å være i ref-tilstand i Lyche Solheim et al. 2005. For regioner og typer der det finnes > 8 referanseelver bør utvalget kunne reduseres. For regioner og typer der det finnes < 8 elver bør alle de eksisterende referanseelvene tas med. Det er gjort en skjønnsmessig og foreløpig vurdering av hvilke lokaliteter som bør prioriteres i et framtidig referansenettverk. Listen over referanseelver er svært ufullstendig for alle regioner med unntak av Østlandet, pga. manglende kvalitetssikring av grovkarakteriseringen (se over), og det vil derfor ikke være mulig å gjøre en endelig prioritering før resultatene er oppdatert for hele landet. Tabell 5 og 6 viser hhv. hvor mange referanseelver som er funnet for hver hovedtype (klimaregion x vannkjemi) i hht. den nasjonale typologien og hvor mange som er funnet i hver IC type. I disse tabellene har vi justert antallet slik at ingen type er representert med flere enn 8 lokaliteter.

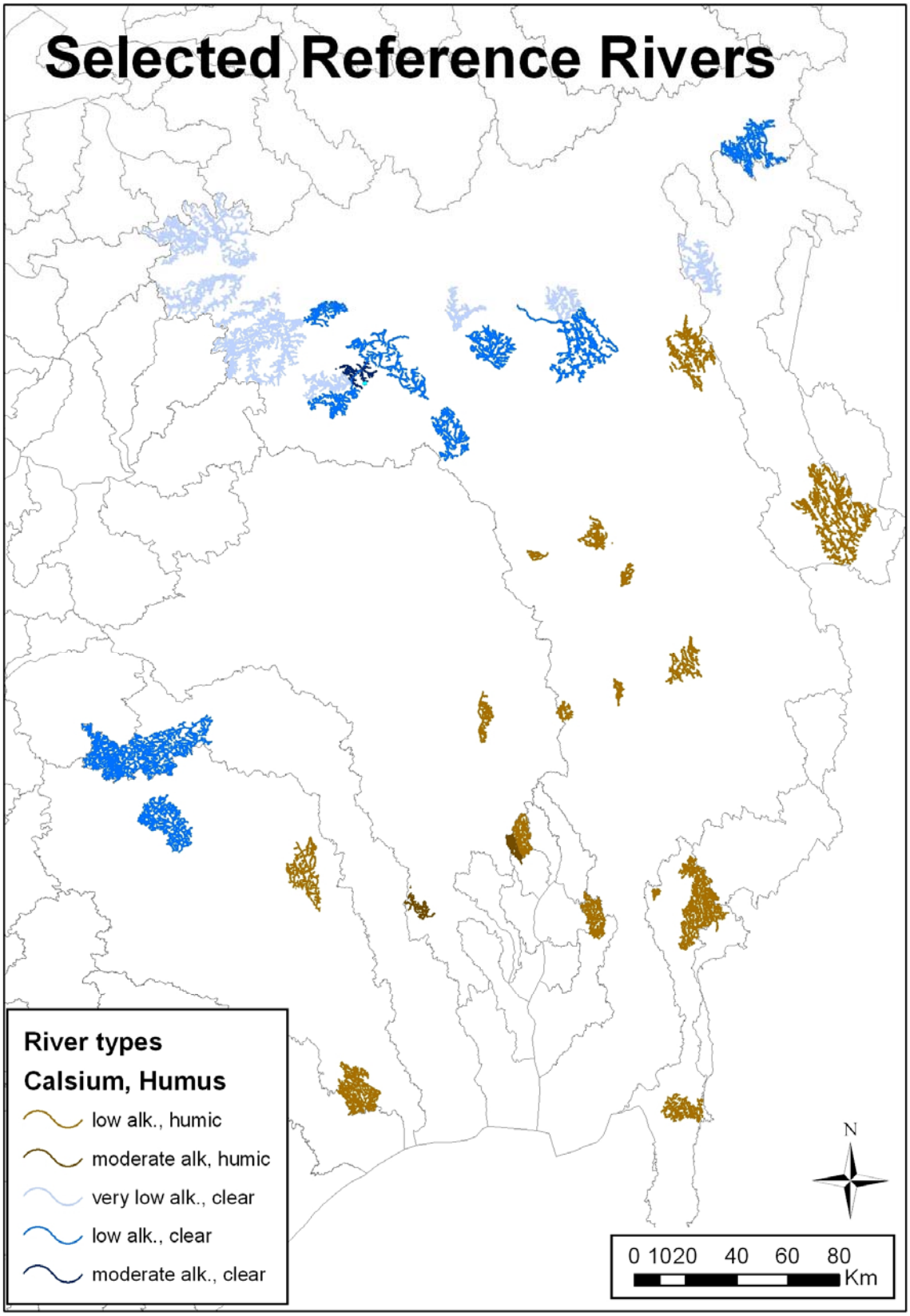
Tabell 5. *Number of reference river sites per coretype (altitude x water type) and Ecoregion. The numbers are adjusted to maximum 8 sites per rivertype (small-medium and large rivers treated separately) and 7 sites, which are not typified, are not included. Only Eastern Norway and Telemark county in Southern Norway are validated. Numbers in bold: glacial rivers. See Appendix B for more information.*

		Water type							
		very low alk		low alk.		moderate alk.			Total per
Ecoregion	Altitude	clear	humic	clear	humic	clear	humic	Total	ecoregion
Eastern	Lowland					2		2	
	Boreal	1	1	8	8		3	21	38
	Highland	8	**2**	4		1		15	
Southern	Lowland							0	
	Boreal				2			2	3
	Highland				1			1	
Western	Lowland							0	
	Boreal	3						3	7
	Highland	4						4	
Central	Lowland			3				3	
	Boreal			12	1	2		15	20
	Highland					2		2	
Northern -	Lowland							0	
coastal	Boreal			1	**1**			2	4
	Highland			1	**1**			2	
Northern -	Lowland			2	1	1		4	
inland	Boreal			2	12	2	8	24	37
	Highland			6	1	1	1	9	
Sum		16	3	39	28	11	12	109	109

Tabell 6. *Number of Norwegian reference river sites per IC type and Ecoregion (Eastern Norway, Central Norway and Northern Norway inland, which may be included in a Nordic network of reference rivers). +: the type is not represented in the present selection of reference sites but sites within the type should be expected after validation of the characterisation projects data.*

		Ecoregion			
Altitude	**IC type**	Eastern	Central	Northern inland	Total
Lowland	R-N1		+		0
	R-N2		2	2	4
	R-N3	2	+		2
Boreal	R-N5	8	8	1	17
	R-N9	8	1	8	17
Highland	R-N7	4	2	6	12
Sum		22	>13	17	>52

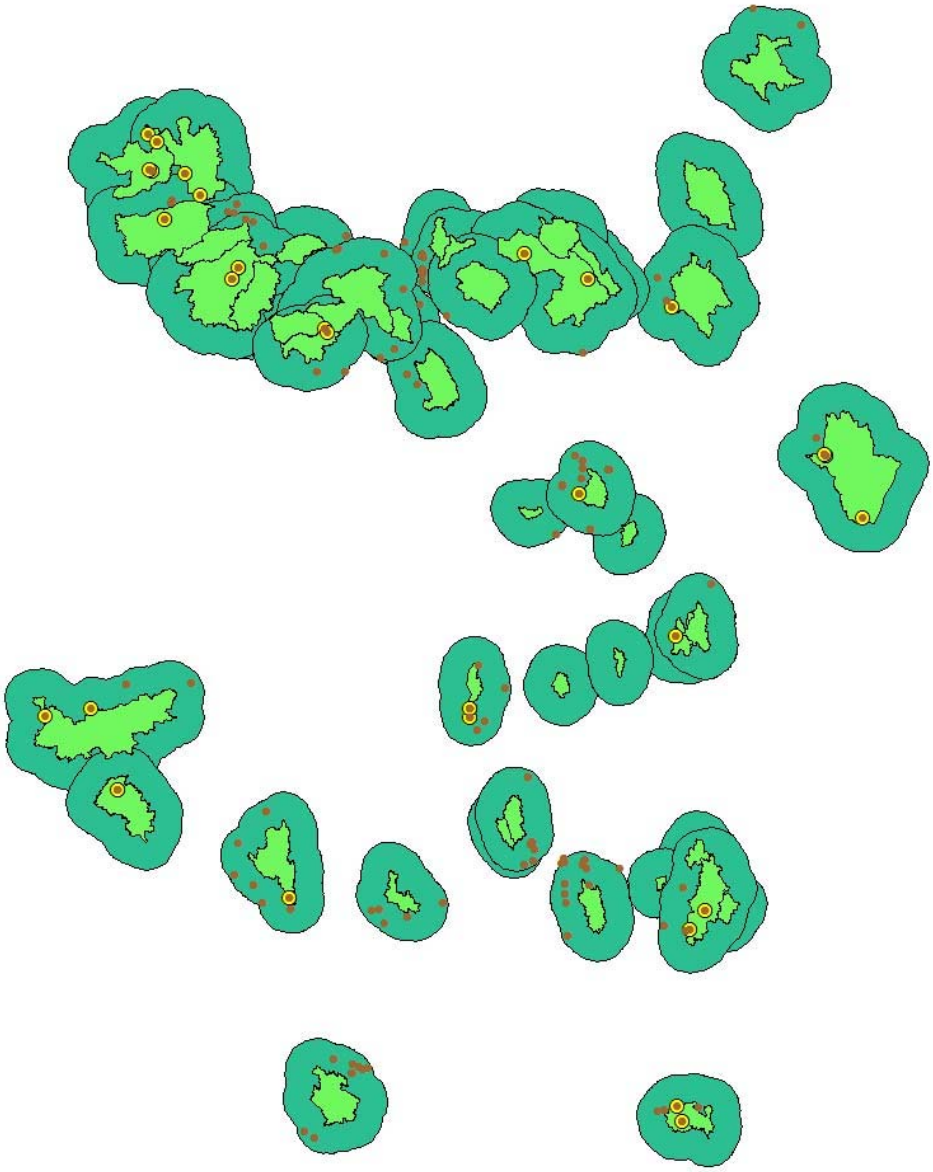
De prioriterte elvetypene er alle interkalibreringstypene (IC-typer), forsuringsfølsomme særnorske elvetyper med svært lav eller lav alkalitet/kalkinnhold (Elvetype 6, 8, 13, 15) samt breelver (Elvetype 17). Elvetyper som inkludere store elver (> 1000 km^2) synes i liten grad å være representert blant referanselokalitetene, med mulig unntak for Midt-Norge, og foreslås slått sammen med tilsvarende elvetype for små-mellomstore elver. Således er følgende elvetyper behandlet sammen: R-N2 + 6, R-N5 + 13, 11 + 14. Med få unntak mangler referanselokaliteter for elvetyper i lavlandet. De vanligste og mest utbredte elvetypene er de kalkfattige, klare i skog (R-N5) og fjell (R-N7), samt kalkfattige humøse skogselver (R-N9). Disse er antatt å forekomme i alle økoregioner, selv om de mangler i enkelte regioner i hht. det foreløpige utvalget. De øvrige elvetypene er vanlig forekommende i et fåtall økoregioner, og antall referanseelver er derfor betraktelig lavere enn det som vil framkomme ved å ta antall prioriterte elvetyper x antall regioner.



Figur 4. *Selected reference river sites in Eastern Norway and Telemark county in Southern Norway. Lines show borders for main watersheds. The different core types are indicated by different colours. For potential reference rivers in other ecoregions (not validated), see fig 10 in Lyche Solheim et al. (2005). Note: Some sites have overlapping catchments.*

3.2.1 Sjekk av referanselokalitetetene på Østlandet mot NVEs overvåkingsstasjoner

De utvalgte refranselokalitetene for Østlandet (se Vedlegg B) ble sjekket mot NVEs overvåkingsstasjoner for hhv. vannstand og vannføring. Koblingen mellom de ulike datasettene ble forsøksvis gjort automatisk, der resultatet var en liste over NVE stasjoner som ligger innenfor de utvalgte referanselokalitetene (dvs. innenfor REGINE-polygonet definert av de ulike elvesegmentene som hver vannforekomst består av) og innenfor en radius på 10 km fra vannforekomsten. Av de 54 lokalitetene som foreløpig er valgt ut for Østlandet er det etablert en eller flere NVE stasjoner i 17 av disse. For flertallet av lokalitetene ligger det en slik stasjon innen en radius av 10 km fra lokaliteten. Representativitet er imidlertid viktigere enn geografisk avstand, og målestasjoner som ligger utenfor selve vannforekomsten kan derfor ikke uten videre tillegges vekt ved prioritering av referanselokaliteter.



Figur 5. *Monitoring stations for water level and water discharge (NVE: Norwegian Water Resources and Energy Directorate) situated within the selected reference sites (Rivers) in Eastern Norway (dots with circle), and within a radius of 10 km from the selected reference sites (dots). Note: Some sites have overlapping catchments. For geographical location, see figure 4.*

I forbindelse med arbeidet med å koble de ulike datasettene ble en rekke utfordringer avdekket. Vannforekomstene i elv, slik som definert i Karakteriseringsarbeidet, er komplekse objekter som består av en stor mengde elvesegmenter. Elvesegmentene utgjør til sammen et elvenettverk, men et systematisk, hierarkisk system synes å mangle, dvs. at koblingen til den nedbørfeltorienterte strukturen i REGINE er uklar. Resultatet er at flere vannforekomster framtrer med overlappende nedbørfelt (se figur 4). Ulik struktur i de ulike datasettene gjør dessuten en automatisk kobling av datasettene vanskelig. I det videre arbeidet vil det antagelig være mindre ressurskrevende å gjøre arbeidet manuelt (visuell sammenligning av feltene ved bruk av kart). Dette krever imidlertid god kunnskap om de ulike datasettene og stasjonene. Eventuelt kan prosedyren scriptes (datasettene kobles ved dataprogrammering), men dette er ressurskrevende i forhold til analyseomfanget. Dersom dette arbeidet skal videreføres for andre deler av Norge anbefales det at Hydrologisk avdeling ved NVE i sterkere grad involveres i arbeidet, for å sikre hydrologisk vurdering av representativitet. Også for Østlandet vil det være nødvendig med kvalitetssikring av resultatene fra arbeidet som her er utført.

3.3 Budsjett elver

3.3.1 Dagens overvåking

Tre av de utvalgte referanselokalitetene for elver er i dag inkludert i FORSKREF (Atnavassdraget). Denne overvåkingen omfatter makroinvertebrater, fisk og påvekstalger. Budsjettet for denne overvåkingen er i dag ca. 0,35 mill. pr. år. (ref. Stein W. Johansen, NIVA og Terje Bongard, NINA).

3.3.2 Budsjettbehov for etablering av referanseverdier

Budsjettbehovet dersom vi tar utgangspunkt i 8 lokaliteter pr. elvetype er estimert til ca. 9 mill. pr. år for totalt 26 elvetyper og 208 elvelokaliteter (se **tabell 7**). Dette vil kreve en økning av dagens budsjett med ca. 8.5 mill. kr. Vi vurderer mulighetene for innsparing ved å fokusere kun på de mest følsomme kvalitetselementene som relativt små for elver. Både begroingsalger og makroinvertebrater betraktes som følsomme for alle de aktuelle påvirkningstypene. For vannvegetasjon er det en liten innsparing ved at disse ikke inkluderes i fjelltypene. Det er aktuelt å ekskludere fisk fra overvåking av de kalkrike elvetypene som ikke anses som følsomme for forsuring men her er det ingen besparelse å hente da kalkrike og kalkfattige elvetyper allerede er slått sammen mhp. fisk

For elvetyper der det ikke er mulig å finne tilstrekkelig antall referanselokaliteter vil referanseverdier kunne fastsettes ved modellering. Dette vil kunne være aktuelt for følgende elvetyper: R-N1/R-N4 og R-N3 på Østlandet og i Midt-Norge samt R-N2, R-N5, R-N7 og forsuringsfølsomme norske elvetyper på Sørlandet og Vestlandet. Dette vil kunne bety en omfordeling av budsjettet (midler settes av til modelleringsarbeid framfor feltundersøkelser), men vi har antatt at total budsjettet holdes uforandret.

Tabell 7. *Cost estimates Rivers (in 1000 NOK) for estimating reference values for selected river types, annual costs and total costs for a 6 years period. Annual costs are based on a rotation of sites with an even number of sites sampled each year. Sampling effort is as in Lyche Solheim et al. (2005) except for benthic algae which are suggested to be studied every second year, as are suggested also for other biological QEs. Alternative A: all QEs are studies in all river types, according to the requirement of the WFD. Alternative B: only the most sensitive QEs are included, depending on the pressure type and river type (e.g only benthic algae, benthic invertebrates and fish are included for river types which are sensitive to acidification whereas benthic algae, macrovegetation and benthic invertebrates are included for river types which are sensitive to organic pollution). Lowland types and boreal types with equivalent water chemistry are combined (except for fish in all regions and other QEs in Eastern Norway).*

Activity, Alt. A	Cost per sample	Cost per river site per year	Total number of river types	Total number of river sites	Total annual costs	Total costs per 6 year period
Sampling, analyses						
Physico-chemical elements	2	24	26	208	2496	14976
Hydromorphological elements	9	9	26	208	312	1872
Benthic algae	9	18	24	192	1728	10368
Macrophytes and mosses	7	7	24	192	672	4032
Benthic invertebrates	9	18	26	208	1872	11232
Fish	6	6	22	176	528	3168
Total for sampling and analyses					7608	45648
Reporting					300	1800
Coordination and administration					800	4800
Total costs excl. VAT					8708	52248

Activity, Alt. B	Cost per sample	Cost per river site per year	Total number of river types	Total number of river sites	Total annual costs	Total costs per 6 year period
Sampling, analyses						
Physico-chemical elements	2	24	22	176	2112	12672
Hydromorphological elements	9	9	22	176	264	1584
Benthic algae	9	18	20	160	1440	8640
Macrophytes and mosses	7	7	12	96	336	2016
Benthic invertebrates	9	18	22	176	1584	9504
Fish	6	6	22	176	528	3168
Total for sampling and analyses					6264	37584
Reporting					300	1800
Coordination and administration					650	3900
Total costs excl. VAT					7214	43284

3.3.3 Forslag til prioriteringer dersom overvåkingsbudsjettet økes med totalt 12 mill. kr.

Dersom dagens budsjett for overvåking av overflatevann økes med 12 mill. kr og denne økningen fordeles likt mellom de tre vannkategoriene vil det bety 4 mill. kr til etablering av referanseverdier i elver i tillegg til eksisterende budsjett, dvs. totalt ca 4,35 mill. kr.

Vi foreslår da at man prioriterer å etablere referanseverdier for påvekstalger og vannvegetasjon i lavlandselver (R-N1, R-N2, R-N3 samt norsk elvetype 4 – kalkrike, humøse), evt. kombinert med skogselver med tilsvarende vannkjemi, på Østlandet, Vestlandet og Midt-Norge da dette er de elementene og vanntypene som er mest sårbare for eutrofiering. Makroinvertebrater og fisk inkluderes i kalkfattige skog- og fjellelver (R-N5, R-N7, R-N9) samt svært kalkfattige elver (norsk elvetype 8 og 15) på Østlandet, Vestlandet og i indre Nord-Norge da dette er de elementene og vanntypene som er mest sårbare for forsuring. For fisk inkluderes også kalkfattige lavlandselver (R-N2 og R-N3) på Østlandet. For R-N5 (Østlandet og Vestlandet) samt R-N9 (Østlandet) vil det bety at alle biologiske kvalitetselementer inkluderes. For R-N2 og R-N3 på Østlandet inkluderes alle biologiske kvalitetselementer med unntak av makroinvertebrater.

Budsjettet blir da som følger:

Reflokaliteter eutrofiering, alle relevante kvalitetselementer (56 lok)*:	1.50 mill. kr
Reflokaliteter forsuring, alle relevante kvalitetselementer (104 lok)*:	2.20 mill. kr
Sum felt og analyse:	3.70 mill. kr
Rapportering og administrasjon:	0.65 mill. kr
Sum:	4.35 mill. kr

** Antall lokaliteter vil dekkes opp over en 6 års periode. Totalt inkluderes 136 lokaliteter, hvorav 24 vil være følsomme både i forhold til eutrofiering og forsuring.*

3.3.4 Vurdering av mulige økonomiske gevinster ved etablering av felles nordisk refransenettverk for fastsettelse/validering av referanseverdier types

Ved vurdering av eventuelle økonomiske gevinster ved etablering av et felles nordisk referansenettverk for elver har vi tatt utgangspunkt i tilsvarende kriterier som for innsjøer (se kap. 2). Vi vurderer det som sannsynlig at følgende IC typer vil kunne inngå i et nordisk referansenettverk for elver: R-N1 (inkl. norsk type 7), R-N2 (inkl. norsk type 6), R-N3, R-N5 (inkl. norsk type 13) og R-N9. Dette omfatter både kalkfattige (klare og humøse) og kalkrike (klare) i lavland og skog. Det bør også vurderes om norsk elvetype 8 (kalkrike, humøse i skog) motsvarer nasjonale elvetyper i Sverige og Finland (foreløpig ikke justert budsjettet i forhold til denne). Med utgangspunkt i den biogeografiske fordelingen til typene betyr dette at opp til 11 elvetyper (hovedtype x biogeografisk region) vil kunne inngå i et nordisk referansenettverk. Antall referanselokaliteter reduseres fra maksimalt 208 til 153 (mest omfattende alternativ). Den økonomiske gevinsten vil være på vel 2 mill. kr årlig for begge alternativer.

4. Marine kystområder

4.1 Statistiske analyser

Et av målene for denne rapporten har vært å finne det nødvendige antall referansestasjoner som må til for å skille en vannforekomst med moderat status fra en typespesifikk referanseverdi. Vurderinger er gjort for de tre kvalitetselementene makroalger på hardbunn, bløtbunnsfauna og planteplankton. I analysene er det benyttet ulike indikatorer som for eksempel representerer artsrikhet, artsmangfold eller biomasse og som inngår i det pågående interkalibreringsarbeidet. Oppdragsgiver har gitt som utgangspunkt at den statistiske utsagnskraften skal være på 80% og signifikansnivået (sannsynligheten for falsk alarm) på 10 % ($p<0.1$). Ut fra disse kravene er det beregnet minimum antall stasjoner og prøver som må tas fra referanselokaliteter (populasjon 1) og minimum antall i en påvirket vannforekomst (populasjon 2). For å utføre analysene må det også angis en verdi for differansen mellom indikatorverdiene for referansestatus og moderat status for de ulike kvalitetselementene. I denne rapporten er analysene utført på basis av foreløpige forslag til grenseverdier mellom god og moderat status fordi grenseverdier ennå ikke er fastlagt, verken nasjonalt eller i interkalibreringsprosessen. For noen indikatorer er det vist hvordan antall stasjoner vil variere med endringer i disse grenseverdiene.

De beregninger som er utført her baserer seg på statistiske analyser av data for noen av indikatorene som til nå benyttes innen interkalibreringsarbeidet. For makroalger på hardbunn benyttes nedre voksegrense for noen utvalgte arter som er foreslått som interkalibreringsindikator for de nordiske land, samt artsantall i fjæresonen (littoralsonen) som er foreslått for interkalibrering med land i den atlantiske interkalibreringsgruppen. For bløtbunnsfauna er benyttet indikatorer som artsantall (S) og Shannon-Wieners indeks (H′), samt en følsomhetsindeks som er basert på forekomst av sensitive og tolerante arter (ISI-indeksen). For planteplankton er klorofyll a, cellekarbon og biovolum benyttet.

I forhold til en framtidig referanseovervåking i henhold til VRD har vi i Norge pr. i dag bare enkelte stasjoner som er plassert i potensielle referanselokaliteter. Dette er stasjoner i Kystovervåkingsprogrammet (KYO), som trolig er det eneste langsiktige program som har enkelte stasjoner som kan benyttes i VRD sammenheng. Men hovedmålsetningen for KYO har vært og er fortsatt å påvise eventuelle langtidsendringer langs kysten av Sør-Norge. Det er særlig data fra KYO som er benyttet i styrkeanalysene utført i denne rapporten.

4.1.1 Makroalger på hardbunn

Indikatorene artsantall i fjæra (littoralsonen) og nedre voksegrense for utvalgte arter er brukt i de statistiske analysene. Vi har vurdert geografisk variasjon og tidsmessig variasjon for KYO-dataene fra Skagerrak. I første omgang vil den geografiske variasjonen være viktigst å avdekke, mens den tidsmessige variasjonen vil være av stor betydning når en skal vurdere stabilitet/drift i referanseverdier. Forskjellige statistiske analyser legges til grunn for å vurdere disse to typer variasjon. Trendanalyser på ”drift” av referanseverdier vil forutsette en hyppig frekvens og sannsynligvis hyppigere enn minstekravet i vannrammedirektivet.
Eksempelvis er resultatene av romlig og tidsmessig variasjon i nedre voksegrense, sammenstilt for rødalgen fagerving (*Delesseria sanguinea*) i Figur 6 og Figur 7. Den viser at medianverdier varierer fra 21-28m mellom stasjonene (Figur 6), mens den årlige variasjonen kan variere mellom 20-28m enkelte år og 27-30m et annet år (Figur 7). Vurdering av prøvetakingsfrekvens er ikke vurdert her.

Forskjell i eksponering innen en vanntype er også en faktor som antas å kunne ha stor betydning for nedre voksegrense. Dataene ble derfor først normalisert mot en manuelt beregnet og en modellert (ArcView) eksponeringsindeks, men det viste seg at variasjonen ikke endret seg av betydning etter

normaliseringen. Det var derimot en tendens til at den normaliserte variasjonen ble mindre innen subområdene østre og vestre – Skagerrak, men forskjellen var av liten betydning for våre datasett. Dataene ble derfor ikke normalisert mot eksponering.

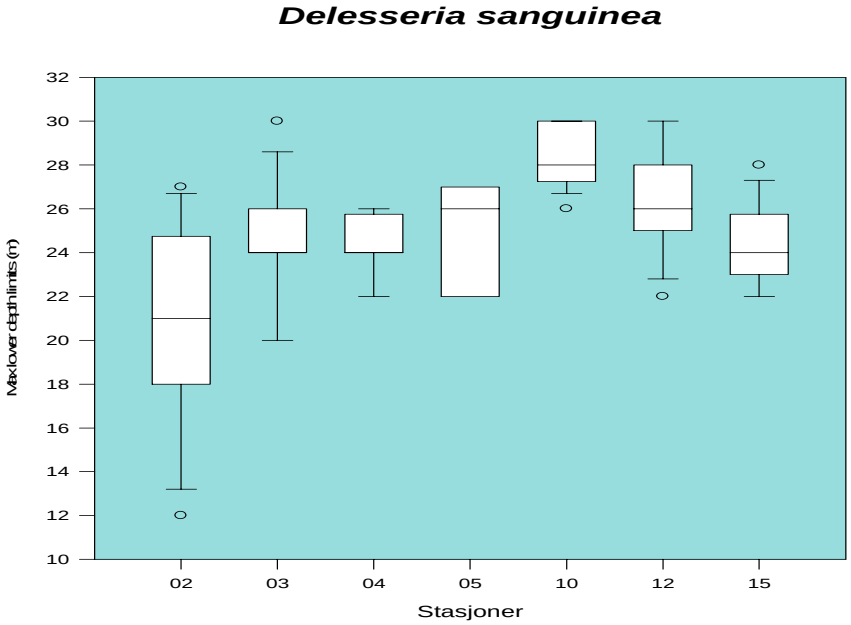


Figure 6. Spatial variation in lower growth limit between stations for the period 1990-2005 for the red algae ”Fagerving” (*Delesseria sanguinea*) in the type outer exposed coastal waters in the Skagerrak ecoregion.

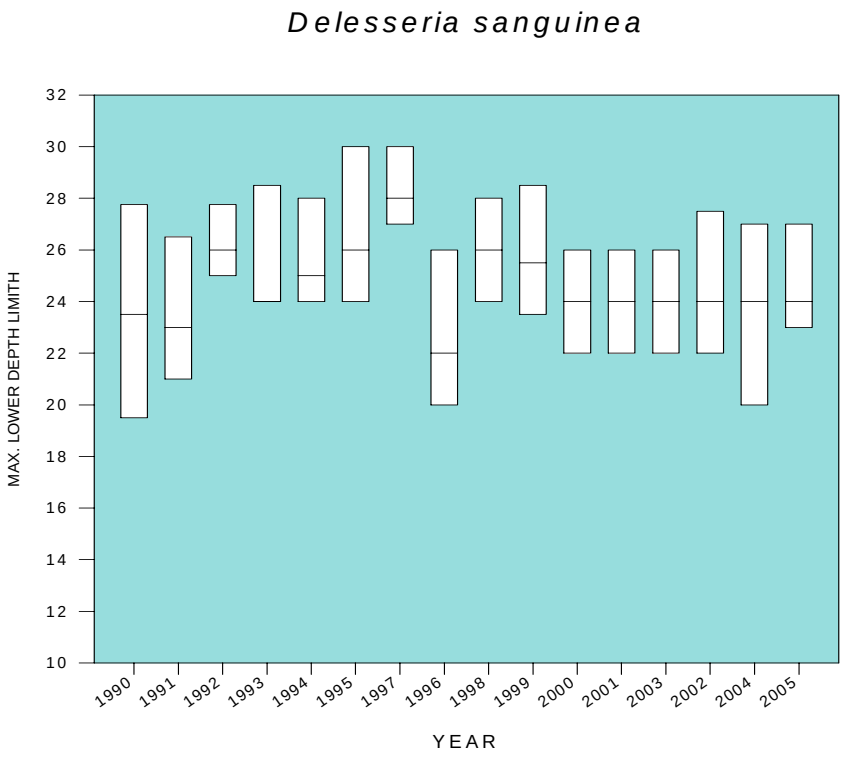


Figure 7. Temporal interannual variation in lower growth limit for the red algae ”Fagerving” (*Delesseria sanguinea*) in the type outer exposed coastal waters in the Skagerrak ecoregion.

Det er viktig å merke seg at variasjonene i nedre voksegrense er relativt stabil, noe som også skyldes at prøvetakingen er utført av en og samme person over alle år og med samme dykkemetodikk. Variasjonen ville sannsynligvis vært større dersom forskjellige personer og metodikk hadde vært benyttet (jfr variasjon innen offshore bløtbunnsundersøkelser i Nordsjøen). For å få etablert referanseverdier for makroalger langs hele norskekysten kan det bli nødvendig å trekke inn flere fagmiljøer. Flere prøvetakingsstasjoner pr. vanntype må da trolig inkluderes, for å nå den ønskede utsagnskraften på 80% med 10% signifikans, da økt samplingvarians forventes.

Arbeidet med å etablere referanseverdier og grenseverdier for klassene fra høy til moderat status, er ennå ikke ferdigstilt. Det arbeides fortsatt nasjonalt og internasjonalt med disse problemstillingene innen interkalibreringsprosessen. Vi har derfor forsøkt å estimere referanseverdier og grenseverdier mellom god og moderat. I denne estimeringen ligger stor grad av usikkerhet, som også har stor betydning for antall stasjoner som må til for å oppnå den ønskede utsagnskraft og signifikans. Denne usikkerheten forplanter seg videre i budsjettene nedenfor.

Minimum antall prøver som må til for å oppfylle en viss utsagnskraft bestemmes gjennom styrkeanalyser. Tabellen nedenfor viser noen av de testene som ble kjørt for nedre voksegrense for noen utvalgte arter av makroalger.

Table 8. Results of power analyses for lower growth limit for some marine macroalgae. A reference value is tested against possible good/moderate boundary values. DELSA = fagerving (*Delesseria sanguinea*), HALSI = skolmetang (*Halidrys siliqulosa*), LAMSA = sukkertare (*Lamninaria saccharina*), PHYRU) = eikeving (*Phycodrys rubens*), PHYSP = sum of krusblekke (*Phyllophora pseudoceranoides*) and hummerblekke (*Coccotylus truncata*), RHOCO = teinebusk = (*Rhodomela confervoides*), CHOCR = krusflik (*Chondrus crispus*). na = no available data. For further information, see text.

	Arter	Norsk preliminært estimat for referanse-verdi	Norsk preliminært estimat for grenseverdi god/moderat	Norske data fra kystoverv.	Stdev	n (ref)	n (test)	POWER	Er arten brukbar for norske forhold?
	DELSA	**22**	**18**	**25**	**3,3**	**4**	**3**	**0,81**	**J**
	HALSI	**12**	na	**12**	**4,6**	**8**	**8**	**0,80**	**N?**
Alternativ	**HALSI**	**10**	na	**10**	**4,6**	**5**	**4**	**0,80**	**N?**
	LAMSA	**14**	na	**14**	**5,5**	**5**	**5**	**0,82**	**?**
	PHYRU	**22**	**18**	**24**	**3,3**	**4**	**3**	**0,81**	**J**
	PHYSP	**19**	na	**19**	**4,1**	**2**	**2**	**0,83**	**J**
	RHOCO	**17**	na	**17**	**8,3**	**8**	**8**	**0,80**	**?**
	CHOCR	**9,9**	na	**9,9**	**5,4**	**73**	**73**	**0,80**	**N**

De norske estimerte verdiene for grenseverdi mellom god og moderat for artene fagerving og eikeving (DELSA og PHYRU) er satt til 18m og basert på faglig skjønn (Tabell 8). Begge artene ser ut til å være potensielt gode indikatorer for nedre voksegrense i norske områder i Skagerrak. Styrkeanalysene viser at det for fagerving og eikeving er tilstrekkelig med 4 stasjoner i referanseområdet (n, ref), for senere å benytte 3 stasjoner i en vannforekomst som skal testes om kvaliteten er forskjellig fra referansetilstanden (n, test). Ved 3 stasjoner i en vannforekomst som skal undersøkes under en ”surveillance” monitoring, kan en da med 80% utsagnskraft (Power) si at stasjonen er signifikant forskjellig fra referanseområdet på 90% nivå ($p < 0.1$), basert på forskjellen mellom referanseverdi og grenseverdien god/moderat.

Når indikatoren antall arter i fjæra benyttes som basis for beregning av antall stasjoner som må til for å tilfredsstille kravene til utsagnskraft, kan en fremstille kurver av utsagnskraft med antall stasjoner som må til for å oppnå en viss styrke. Her er lagt til grunn en grenseverdi for skille mellom god og moderat status på 10 arter for indre svært beskyttet, 13 arter i midtre og 15 arter i ytre beskyttet. Alle disse er basert på verdier for artsantall fra strandsoneundersøkelser i Øst- og Vest-Agder. Årsaken til at de indre lokalitetene krevde et større antall stasjoner for å oppfylle premissene, skyldes at denne vanntypen har større varians. Økes grenseverdien for artsantall, så vil behovet for antall prøver øke. Figur 8 viser at minimum 3 prøver er nødvendig i både referanse og påvirkede lokaliteter, for å få 80% utsagnskraft for vanntypen "indre svært beskyttede" fjorder/poller. For vanntypene "ytre beskyttet" og "midtre beskyttet/Fjord" kan antallet prøver reduseres fra 3 til 2 for å oppnå samme utsagnskraft.

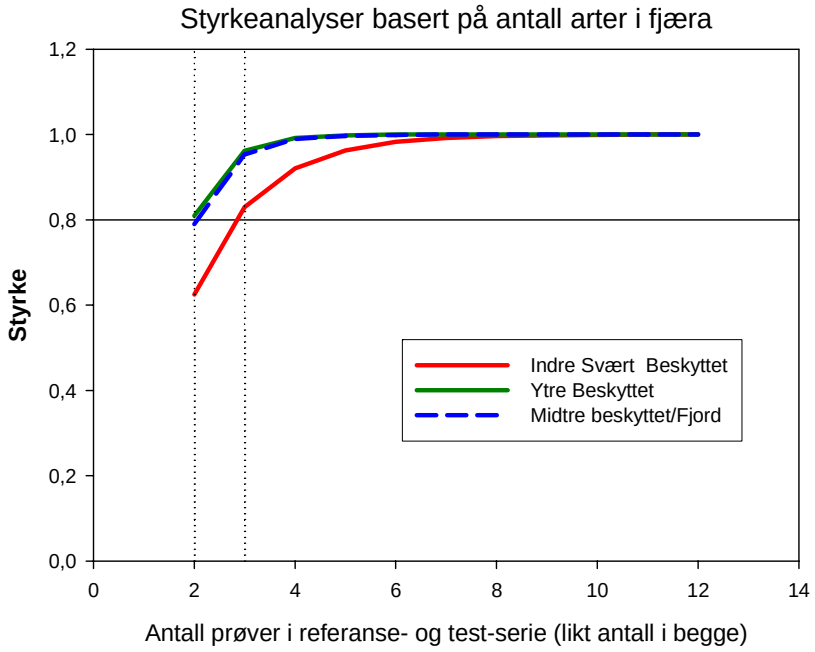


Figure 8. Results of poweranalyses for littoral macroalgal species number in relation to number of samples from reference sites and impacted (test) sites. Data from Øst- og Vest-Agder. Good/moderate boundary is set to 10, 13 and 15 species respectively for the three types: inner, middle and outer protected fjord.

Antall referansestasjoner som er nødvendig for å nå den ønskede utsagnskraften er avhengig av antall stasjoner i påvirkede lokaliteter: Økes antall referansestasjoner, vil kravet til antall stasjoner i en påvirket lokalitet minke. En slik sammenheng er fremstilt i Figur 9, hvor vanntypen "indre svært beskyttet" er benyttet som eksempel. Grenseverdien for skille mellom god og moderat er flyttet fra 10 til 13 arter for å gi en bedre spredning mellom kurvene. Figur 9 viser at ved bare 2 stasjoner i et referansenettverk, vil det være behov for et uoverkommelig antall stasjoner fra påvirkede lokaliteter. Økes antall referanselokaliteter til 6 kan antall stasjoner pr. påvirket vannforekomst reduseres betydelig. Det bør her tas høyde for en økt variasjon når flere observatører er involvert og derfor anbefales 8 referansestasjoner for makroalger det første året. Best resultat, dvs. minst antall nødvendige prøver som må til for å oppfylle visse krav, oppnås når en har et likt antallet stasjoner/prøver i referanselokaliteter og i de påvirkede lokalitetene.

Det er lagt opp til å følge dette prinsippet i denne rapporten, men det kan være viktig å ta hensyn til at i en overvåkingssituasjon hvor en skal klassifisere mange påvirkede lokaliteter basert på en og samme referanseverdi, kan antallet stasjoner fra påvirkede lokaliteter bli stort. Ved å øke antall referansestasjoner kan en redusere kravet til antall stasjoner i påvirkede lokaliteter. Derfor bør det tas en prinsipiell forvaltningsmessig strategisk avgjørelse om en skal benytte likt antall stasjoner i referanselokaliteter og i påvirkede lokaliteter, eller om referanseverdien skal baseres på et større antall referansestasjoner, for så å ha muligheten til å redusere behovet for parallelle prøver i et påvirket område (test-område) i overvåkingsfasen. Dette innebærer at det bør vurderes om økning i antall referansestasjoner kan medføre en besparelse over en 6 års periode. Slike betraktninger er ikke gjort i dette prosjektet.

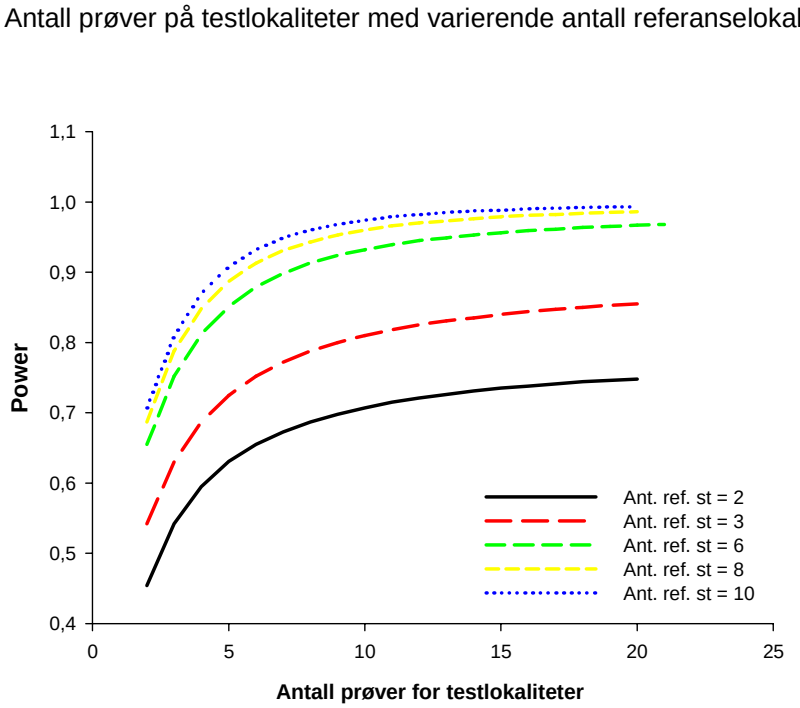


Figure 9. Results of power analyses for the indicator: number of littoral macroalgae species, as a function of the number of samples from impacted sites (test locations). Each curve represents different numbers of reference sites in inner protected fjords. The good/moderate boundary has been set to 13 species in this test.

4.1.2 Bløtbunnsfauna

Beregningene av hvor mange referansestasjoner som bør innsamles i hver vanntype er utført med basis i vanntypen Skagerrak moderat eksponert kyst/skjærgård. Fra denne vanntypen finnes det data fra KYO-prosjektet og noen lokale tilstandsundersøkelser som kan benyttes i analysene.

Analysene er utført for tre indikatorer: antall arter (S), diversitet målt ved Shannon-Wiener indeks (H') og indeksen ISI som reflekterer arters følsomhet for påvirkning.

Alle analysene er foretatt for en prøvestørrelse på 0.1 m^2, som tilsvarer en vanlig van Veen grabb. Dette er også standardstørrelsen benyttet i interkalibreringsarbeidet. Dette har medført at mye eldre data ikke kan benyttes fordi resultatene er opparbeidet og rapportert for større arealer (0.3-0.5 m^2),

dvs. at informasjonen på replikatnivå ikke er tilgjengelig. Kravet om prøvestørrelse på 0.1 m^2 er gitt i Norsk Standard for undersøkelser av sublitoral bløtbunnsfauna som har vært i bruk siden 1998 (NAS 1998).

For Shannon-Wiener indeksen (H') foreligger det en klassifikasjon i SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997). I den klassifikasjonen betegnes beste tilstandsklasse (kl. I) ved H' >4.0, mens grensen mellom klasse II (god tilstand) og III (mindre god tilstand) er lagt ved verdien 3.0. For artsindeksen ISI foreligger det et forslag til klassifikasjon (Rygg 2002). I det systemet betegnes beste tilstandsklasse ved ISI >8.75, mens grensen mellom klasse II (god tilstand) og III (mindre god tilstand) er lagt ved verdien 7.5. I analysene rapportert her er disse klassegrensene benyttet som grunnlag for å beregne utsagnskraft.

For artsantall foreligger det ikke forslag til grenseverdier. For å belyse problemstillingen er det beregnet utsagnkraft ved grenseverdier for moderat tilstand på 12-20 arter (per 0.1 m^2) og for ulike opplegg for prøvetaking. Antall arter er en ganske variabel størrelse. Normalt vil en forvente å finne 30-50 arter (pr. 0.1m^2) på upåvirkede lokaliteter. Det er vanlig å finne flest arter i sandige bunntyper med innslag av stein og skjellsand, mens det er lavere artstall i homogene finkornede muddersedimenter.

Datagrunnlag og varianskomponenter

Til analysene er det valgt ut stasjoner uten kjent forurensning og med gode oksygenforhold, på strekningen fra Grenland til Lindesnes. Ytre Oslofjord er utelatt fordi dette området er karakterisert som mulig påvirket ('at risk') ved tidligere karakteriseringsarbeider (se Lyche Solheim et al. 2005). På KYO-stasjoner, hvor det er foretatt årlig innsamling, er det valgt et tilfeldig år til analysene. Dette er gjort for å unngå avhengighet mellom prøvesettene som analysene bygger på. Alle stasjonene er innsamlet til samme tid av året (mai måned). På alle stasjonene er det foretatt separat opparbeiding av fire replikate (parallelle) prøver. Dette gjør det mulig å beregne en varians innen stasjoner (samplingvarians) og sammenholde denne med forskjellen mellom stasjoner (romlig varians).

Stasjonsutvalget og data for prøvene er gitt i Tabell 9. I tabellen er det også vist middelverdi og standardavvik for antall arter (S), H' og ISI på stasjonene.

Fra middelverdiene på stasjonene er det beregnet en varians for stasjoner. Denne variansen (s_{stasj}^2) representerer romlig varians (forskjell mellom stasjoner) pluss samplingvarians for middelverdiene på stasjonene ('standard error') og kan uttrykkes ved $s_{stasj}^2 = s_{rom}^2 + s_{sampl}^2/4$, når middelverdiene er beregnet på basis av fire replikate prøver. Samplingvariansen (s_{sampl}^2) er også estimert fra replikatprøvene på hver stasjon ved å lage en snittverdi ('pooled' varians) over stasjonene. Et uttrykk for romlig varians kan derved beregnes. De enkelte varianskomponentene er nedenfor benyttet til å beregne styrke ved forskjellig antall replikatprøver på stasjonene.

Beregninger for antall arter

Middelverdien over stasjonene er 40.8 arter per 0.1 m^2 (Tabell 9). Samplingvariansen (her gitt standardavvik) er beregnet til 8.10 og romlig varians til 12.85. Det er forholdsvis mye spredning i datamaterialet som gir en variasjonskoeffisient (CV) på 20 %. Romlig varians er vesentlig høyere enn samplingvariansen, fordi det er markerte forskjeller i antall arter fra en stasjon til en annen.

I Figur 10 er det vist beregninger av styrke med 20 arter som en mulig grenseverdi mellom god og moderat status og for ulike opplegg for prøvetaking i vannforekomster som vurderes. Beregningene er utført for ensidig test og 10 % signifikansnivå. Det er også antatt at variansen i en vannforekomst med moderat status er den samme som ved høy status. Dette er en usikker antagelse, ettersom variansen for mange parametre øker ved dårligere miljøtilstand (eksempel systemskifte).

Table 9. Data from selected reference stations for use in poweranalyses for the indicators number of species (Arter), Shannon-Wiener diversity index (H') and the species sensitivity index ISI, showing calculated means and standard deviation for replicate samples and for spatial variation between sites.

Lokalitet	St	Dato	Dyp	Arter		H'		ISI	
				middel	SD	middel	SD	middel	SD
Lindesnes Ramslandsvågen	BL01	28.05.03	74	57,67	11,72	5,05	0,17	9,31	0,02
Lindesnes Ramslandsvågen	BL02	28.05.03	87	40,67	4,51	4,43	0,24	8,95	0,43
Grenland Nevlunghavn	N1	14.05.94	82	37,50	7,94	3,92	0,46	8,08	0,40
Grenland Åbyfjorden	P9	14.05.94	78	48,00	5,89	4,74	0,17	8,99	0,05
Grimstad Gråholmen (KYO)	B05	06.05.93	52	39,50	1,91	4,34	0,58	8,20	0,40
Arendal Tromøy (KYO)	B10	06.05.93	105	41,00	11,86	4,64	0,44	9,43	0,15
Gråholmsdypet (KYO)	B19	15.05.95	190	28,75	14,15	3,35	0,44	7,95	1,01
Tromøy (KYO)	B20	31.05.99	200	37,25	7,37	3,85	0,19	9,48	0,40
Lillesand (KYO)	W10	15.05.95	107	17,25	4,57	3,40	0,40	8,58	0,61
Søgne (KYO)	X12	31.05.99	125	48,00	5,72	4,34	0,07	9,78	0,19
Ærøy Arendal	U10	29.05.01	38	67,00	6,88	4,88	0,15	8,76	0,10
Ærøydypet Arendal	U12	29.05.01	159	26,75	5,74	3,51	0,48	8,12	0,39
Gj.s middel / pooled SD				**40,78**	**8,10**	**4,20**	**0,35**	**8,80**	**0,43**
SD for stasjoner				13,47		0,59		0,62	
Est samplingvarians (s_{sampl})					8,10		0,35		0,43
Est romlig varians (s_{rom})					12,85		0,56		0,58

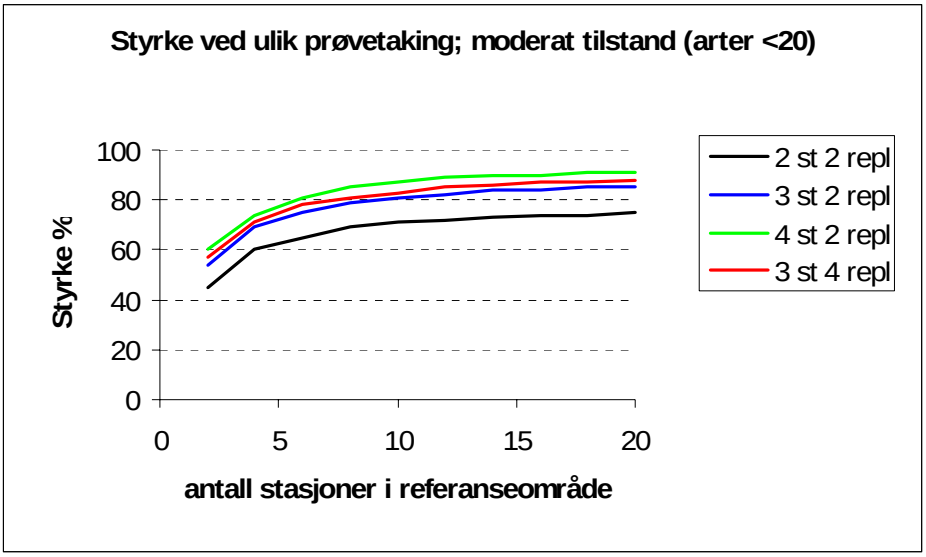


Figure 10. Results of power analyses for number of species of soft-bottom fauna per 0.1 m^2 as a function of number of stations in a reference area. The different lines show different sampling regimes in an impacted site: 2, 3 or 4 stations with 2 replicate samples from each station, and 3 stations with 4 replicate samples from each station.

Analysene viser at ved å ta to stasjoner med to replikate prøver i en vannforekomst oppnås ikke 80% utsagnskraft ved 20 arter som grenseverdi for moderat status, selv ikke med et meget høyt antall stasjoner i referanseområdet. To stasjoner med to replikate prøver tilsvarer dagens minstekrav til undersøkelser i mindre resipienter etter Norsk Standard for undersøkelser av sublitoral bløtbunnsfauna (NAS 1998). Dersom prøvetakingen økes til tre stasjoner med to replikate prøver i påvirket område, oppnås 80% ved 9 stasjoner i referanseområdet, og ved fire stasjoner i den påvirkede vannforekomsten oppnås 80% ved 6 stasjoner i referanseområdet. Dette viser at valg av prøvetakingsopplegg har vesentlig betydning for utsagnskraften og for hvor mange stasjoner som må benyttes i referanseområdet. Utsagnskraften kan også økes ved å øke antall replikatprøver per stasjon, men det er mindre å vinne ved dette enn ved å øke antall stasjoner. I Figur 10 er det vist en analyse for tre stasjoner med fire replikate prøver, som tilsvarer minstekravet etter Norsk Standard til større resipienter. Denne analysen gir 80% ved 7 stasjoner i referanseområdet (alle med fire replikate prøver), mens tre stasjoner med to replikater altså oppnår 80% ved 8 stasjoner i referanseområdet. Vi anbefaler derfor 8 stasjoner i referanseområdet.

Figur 11 viser analyser for lavere grenseverdier enn 20 arter for moderat status. Analysene er utført for prøvetaking etter minstekravet i Norsk Standard (to stasjoner med to replikater i vannforekomsten). Ved 18 arter som grenseverdi oppnås 80% for 16 stasjoner i referanseområdet, mens en grenseverdi på 15 arter gir 80% ved 7 stasjoner. Mindre enn 15 arter er imidlertid svært lavt artsantall.

Hovedgrunnen til svak utsagnskraft ved lavt stasjonsantall er at den romlige variasjonen er forholdsvis stor. Svært ofte har stasjoner i sandige sedimenter høyt artstall, som for eksempel st. U10 Ærøy i det foreliggende utvalget med midlere artsantall på 67 arter (Tabell 9). Dersom prøvetakingen avgrenses til bestemte sedimenttyper eller dyp, kan trolig den romlige variansen reduseres og utsagnskraften derved forbedres.

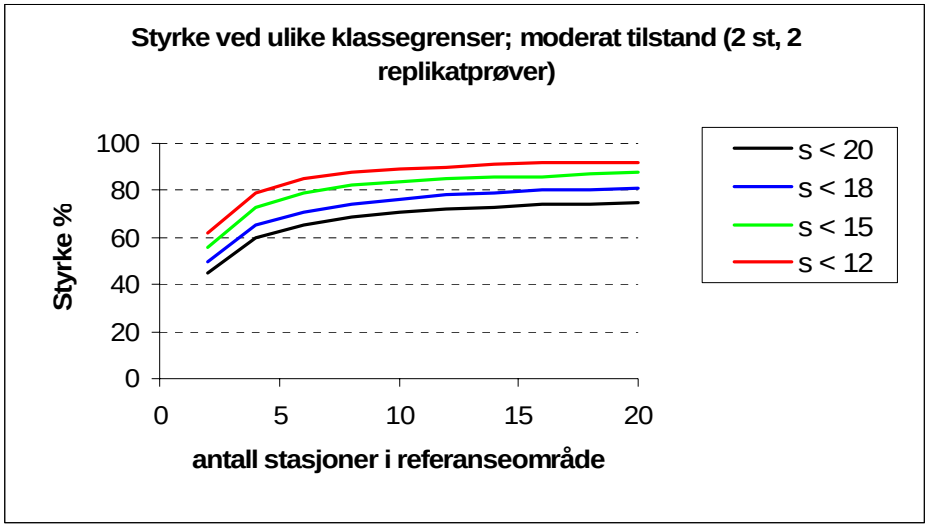


Figure 11. Results of power analysis for number of species (S) of soft-bottom fauna per 0.1 m^2 as a function of number of stations in a reference area. The different lines show different good/moderate boundaries. The analysis is based on two replicate samples from two stations in an impacted site, which is in accordance to the minimum requirements in Norwegian Standard method for sublittoral soft-bottom fauna.

Shannon-Wiener diversitetsindeks (H')

Middelverdien over stasjonene i det foreliggende utvalget er H' = 4,2 for 0.1 m^2 (Tabell 9). Samplingvariansen (her gitt standardavvik) er beregnet til 0,35 og romlig varians til 0,56. Sammenlignet med antall arter er variansen for H' vesentlig lavere, med en variasjonskoeffisient (CV) på 8 %. Også for H' er romlig varians større enn samplingvarians.

Beregningene av styrke (Figur 12) er utført med H' < 3 som en mulig grenseverdi mellom god og moderat status. Dette tilsvarer grenseverdien mellom god og mindre god tilstand etter SFTs miljøkvalitetskriterier for fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997). Beregningene er utført for ensidig test og 10 % signifikansnivå. Det er også antatt at variansen i en vannforekomst med moderat status er den samme som ved høy status.

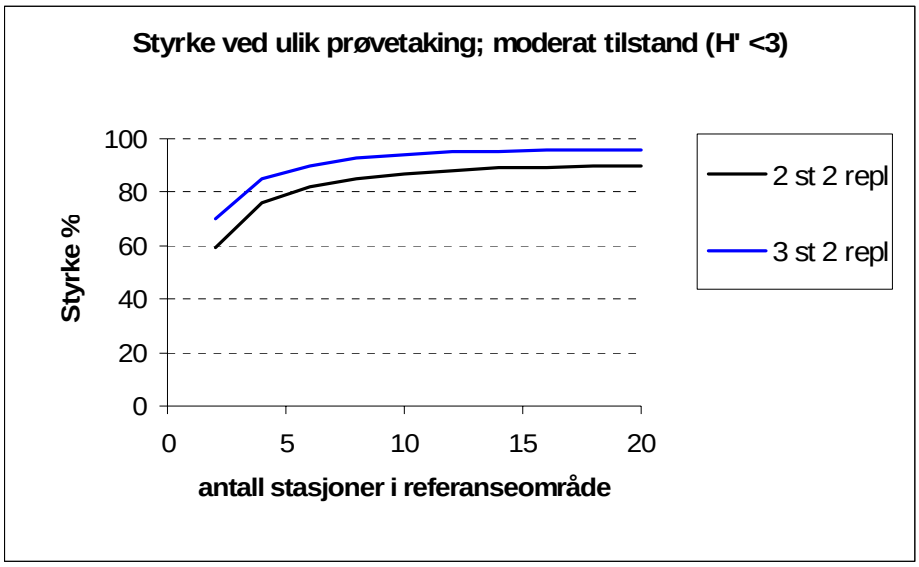


Figure 12. Results of power analysis for Shannon-Wiener diversity of soft-bottom fauna per 0.1 m^2 as a function of number of stations in a reference area. Lines show different sampling regimes in the impacted site: Two replicate samples from two or three stations.

Analysene indikerer at diversitetsindeksen H' har rimelig god styrke. Ved minstekravet til prøvetaking i en vannforekomst etter Norsk Standard oppnås 80% utsagnskraft ved 5 stasjoner i referanseområdet. Ved tre stasjoner i vannforekomsten oppnås 80% ved tre stasjoner i referanseområdet. Det må imidlertid kommenteres at styrken vil være svakere dersom variansen i vannforekomsten er høyere enn i referanseområdet, noe som er svært sannsynlig.

Indeks for arters følsomhet for påvirkning (*ISI*)

Middelverdien over stasjonene i det foreliggende utvalget er ISI = 8,8 for 0.1 m^2 (Tabell 9). Samplingvariansen (her gitt standardavvik) er beregnet til 0,43 og romlig varians til 0,58. Varianskoeffisienten er på 5 %, som indikerer at ISI har en noe lavere variasjon enn H'.

Beregningene av styrke (Figur 13) er utført med ISI < 7,5 som en mulig grenseverdi mellom god og moderat status. Dette tilsvarer grenseverdien mellom god og mindre god tilstand etter et forslag til klassifikasjonsskala for ISI utarbeidet av NIVA (Rygg 2002). Beregningene er utført for ensidig test og 10 % signifikansnivå. Det er også antatt at variansen i en vannforekomst med moderat status er den samme som ved høy status.

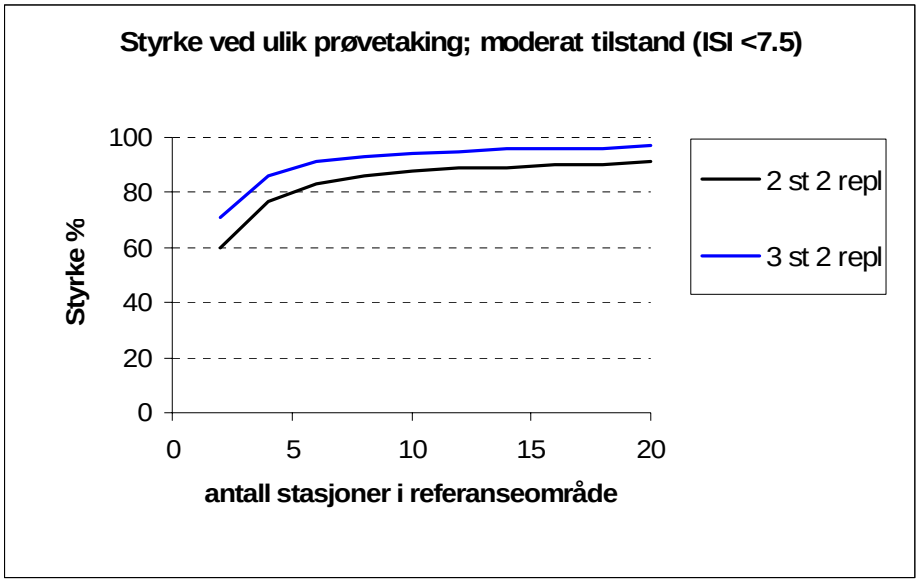


Figure 13. Results of power analysis for the species index ISI for soft-bottom fauna per 0.1 m^2 as a function of number of stations in a reference area. Lines show different sampling regimes in the impacted site: Two replicate samples from two or three stations.

Analysene indikerer at artsindeksen ISI har rimelig god styrke. Også ISI oppnår 80% utsagnskraft ved 5 stasjoner i referanseområdet. Også for ISI vil imidlertid styrken være svakere dersom variansen i den påvirkede vannforekomsten er høyere enn i referanseområdet, noe som er svært sannsynlig.

4.1.3 Planteplankton og Hydrografi/hydrokjemi

For marint planteplankton er det utført beregninger på KYO-data fra for vanntypen Skagerrak eksponert kyst/skjærgård. Det er gjennomført analyser på indikatorene klorofyll *a*, cellekarbon og biovolum.

Planteplankton utnytter de til enhver tid tilgjengelige næringssalter til sin vekst, og veksten begrenses i hovedsak av lys og næringssalttilgang hvor nitrogen (N) og fosfor (P) er de viktigste elementene. I rent marine områder er det normalt nitrogen som først blir vekstbegrensende element, men i områder med sterkt ferskvannspåvirkning er tilgangen på fosfor vekstbegrensende. I algenes vekstperiode, dvs. den perioden av året hvor lyset ikke er begrensende, responderer planteplankton spontant på tilførsler av næringssalter ved å øke produksjonen – noe som resultere i økt algebiomasse dersom beitepresset ikke er stort nok til å omsette den økte produksjonen. Planteplanktonets hurtige respons på tilførsler av næringssalter gjør at dette er et velegnet element for overvåking av biologisk respons på økninger/reduksjoner av antropogene tilførsler av vekststoffer.

Planteplankton er første ledd i den pelagiske næringskjeden og utgjør derfor basisen for høyere trofiske nivå. For arter som er rent fototrofe, kan mengden klorofyll *a* variere med flere tusen prosent avhengig av om algene vokser under næringsbegrensning eller ikke (Sakshaug 1977). Til tross for dette har klorofyll *a* vært benyttet som et biomassemål for algemengde i lange tider, fordi det er en enkel parameter å måle. I SFTs klassifikasjonssystem er derfor klorofyll *a* benyttet til klassifisiering av tilstand (Molvær et al. 1997). Beregning av cellevolum eller enda bedre cellekarbon basert på celletall for de ulike artene er imidlertid et mye mer stabilt og derfor et bedre mål for algebiomasse.

Sverige og Norge er av denne grunn enige om å interkalibrere ved bruk cellevolum i tillegg til klorofyll *a*.

Datagrunnlag og varianskomponenter

I Norge er det kun et overvåkingsprogram for planteplankton i en av fire vanntyper i Skagerrak-regionen. For de tre andre økoregionene i Norge, med til sammen elleve vanntyper, eksisterer ikke denne type overvåkingsprogram. Det må derfor gjøres innsamlinger i de resterende vanntypene innen de ulike økoregionene for å etablere referansedata.. For styrkeberegninger for indikatoren klorofyll *a*-analysene er KYO-stasjonene Arendal st.2, Arendal st.3 og Jomfruland benyttet som referansestasjoner. I beregningene er årlig gjennomsnittlig klorofyll *a* utregnet for periodene juni-august og mars-september med data både fra de siste seks år og for hele perioden kystovervåkingen har pågått. Disse verdiene er så benyttet til beregning av gjennomsnittlig referanseverdi for klorofyll *a* for de ulike periodene med tilsvarende standardavvik. Resultatene fra disse beregningene er vist i Tabell 10.

På grunnlag av beregningene i Tabell 10 er det gjennomført styrkeanalyser for å finne antall nødvendige referansestasjoner innen vanntypen moderat eksponert kyst/skjærgård. Grenseverdien mellom god og moderat status ble, ut fra ekspertvurdering av norske data, satt til 3.2 µg/L for perioden mars-september. For perioden juni-august ble grenseverdien satt til 3.0 µg/L, ut fra ekspertvurdering av norske og svenske data. Resultatene fra disse analysene er vist i Tabell 11**.** Disse styrkeanalysene viser at to stasjoner i et referanse område i mange tilfeller ikke er tilstrekkelig for å oppnå 80% utsagnskraft for klorofyll *a*. Økes antall stasjoner til 3, vil det i 75% av tilfellene oppnås 80% utsagnskraft, og hvis antallet stasjoner økes til 4, vil det oppnås 80% utsagnskraft i 11 av 12 tilfeller.

Under KYO-programmet er fullstendige analyser av planteplankton kun foretatt på stasjonen Arendal st.2. Data foreligger for tidsperioden 1992-2004, og beregningene er basert på disse dataene. Også her er det foretatt analyser for tidsperiodene mars-september og juni-august for hele overvåkingsperioden og for de siste 6 årene, dvs. samme beregningsmetode er benyttet for cellekarbon som for klorofyll *a*. Grenseverdien mellom god og moderat status er satt til 240 µg C/l både for perioden mars-september og juni-august. Verdien er basert på Sveriges bedømningsgrunnlag for biovolum og er omregnet derfra til cellekarbon. Hvorvidt denne grenseverdien er riktig, må vurderes når et større datagrunnlag foreligger.

Resultatene fra beregningene av gjennomsnittlig cellekarbon er vist Tabell 12. På grunnlag av resultatene i Tabell 12 er det gjennomført power-analyser (jfr.Tabell 13). Styrkeanalysene viser at for å oppnå 80% utsagnskraft er det nødvendig med 4 referansestasjoner dersom vurderingene kun skal baseres på sommerprøver (juni-august), mens 3 referansestasjoner er nødvendig hvis prøver fra hele året skal benyttes i vurderingene.

De statistiske beregningene for biovolum viser omtrent samme resultat som for cellekarbon og vises derfor ikke her. Resultatene antydet at 4 referansestasjoner er nødvendig også for indikatoren biovolum

Table 10. Preliminary estimated reference values for chlorophyll a (mean and standard deviation) based on data from coastal monitoring stations: a) Arendal st. 2, b) Arendal st. 3 and c) Jomfruland.

a)

Kystovervåkingsstasjonen Arendal st. 2				
År	Antall	Gj.snitt mar-sep	Antall	Gj.snitt jun-aug
1991	14	1,06	2	0,55
1992	14	1,81	3	0,80
1993	12	1,79	3	2,18
1994	12	3,53	3	1,98
1995	14	2,61	3	2,70
1996	12	1,88	2	0,88
1997	13	0,90	3	0,70
1998	12	2,13	2	2,18
1999	14	2,35	3	1,60
2000	13	2,14	3	2,32
2001	13	2,93	3	2,02
2002	13	2,17	3	2,40
2003	13	1,26	3	1,00
2004	13	2,13	3	1,19
Gj.snitt mar-sep 1991-2004	**2,05**			
Stdev	**0,71**			
Gj.snitt mar-sep 1999-2004	**2,16**			
Stdev	**0,53**			
Gj.snitt jun-aug 1991-2004	**1,61**			
Stdev	**0,73**			
Gj.snitt jun-aug 1999-2004	**1,75**			
Stdev	**0,59**			

b)

Kystovervåkingsstasjonen Arendal st. 2				
År	Antall	Gj.snitt mar-sep	Antall	Gj.snitt jun-aug
1991	14	1,06	2	0,55
1992	14	1,81	3	0,80
1993	12	1,79	3	2,18
1994	12	3,53	3	1,98
1995	14	2,61	3	2,70
1996	12	1,88	2	0,88
1997	13	0,90	3	0,70
1998	12	2,13	2	2,18
1999	14	2,35	3	1,60
2000	13	2,14	3	2,32
2001	13	2,93	3	2,02
2002	13	2,17	3	2,40
2003	13	1,26	3	1,00
2004	13	2,13	3	1,19
Gj.snitt mar-sep 1991-2004	**2,05**			
Stdev	**0,71**			
Gj.snitt mar-sep 1999-2004	**2,16**			
Stdev	**0,53**			
Gj.snitt jun-aug 1991-2004	**1,61**			
Stdev	**0,73**			
Gj.snitt jun-aug 1999-2004	**1,75**			
Stdev	**0,59**			

c)

Kystovervåkingsstasjonen Jomfruland				
År	Antall	Gj.snitt mar-sep	Antall	Gj.snitt jun-aug
1991	14	0,68	5	1,58
1992	14	0,80	6	1,22
1993	13	1,32	5	1,12
1994	11	1,38	5	2,16
1995	12	2,20	5	2,13
1996	12	0,84	5	1,37
1997	10	0,78	6	0,92
1998	9	1,20	4	1,89
1999	13	1,70	6	2,12
2000	13	1,68	6	1,63
2001	11	0,93	4	1,76
2002	13	1,98	6	1,88
2003	8	2,03	3	1,90
2004	14	0,77	6	1,14
Gj.snitt mar-sep 1991-2004	**1,63**			
Stdev	**0,42**			
Gj.snitt mar-sep 1999-2004	**1,74**			
Stdev	**0,34**			
Gj.snitt jun-aug 1991-2004	**1,31**			
Stdev	**0,53**			
Gj.snitt jun-aug 1999-2004	**1,52**			
Stdev	**0,54**			

Table 11. Results of power-analysis for chlorophyll *a* from the coastal monitoring stations a) Arendal st.2, b) Arendal st.3 and c) Jomfruland. Preliminary estimate of good /moderate boundary for chlorophyll *a* in coastal waters: 3.2 µg/L for March-September, and 3.0 µg/L for June-August period.

a)

Arendal st.2, 1991-2004, klorofyll a, 0 m, mars-sept														
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N1=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N2=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1	1	2,16	3,2	0,53		0,598	**0,804**	0,901	0,951	0,976	0,988	0,994	0,997	0,999
Arendal st.2, 1999-2004, klorofyll a, 0 m, mars-sept														
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N1=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N2=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1	1	2,05	3,21	0,71		0,497	0,687	**0,806**	0,877	0,923	0,952	0,970	0,982	0,989
Arendal st.2, 1991-2004, klorofyll a, 0 m, juni-aug														
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N1=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N2=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1	1	1,61	3	0,73		0,582	0,786	**0,888**	0,941	0,969	0,984	0,992	0,996	0,998
Arendal st.2, 1999-2004, klorofyll a, 0 m, juni-aug														
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N1=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N2=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1	1	1,75	3	0,59		0,642	**0,847**	0,932	0,97	0,987	0,994	0,998	0,999	1

b)

Arendal st.3, 1991-2004, klorofyll a, 0 m, mars-sept														
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N1=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N2=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1	1	2,11	3,2	0,97		0,350	0,480	0,577	0,656	0,720	0,772	**0,815**	0,851	0,879
Arendal st.3, 1999-2004, klorofyll a, 0 m, mars-sept														
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N1=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N2=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1	1	1,9	3,2	0,66		0,601	**0,806**	0,903	0,952	0,976	0,988	0,994	0,997	0,999
Arendal st.3, 1991-2004, klorofyll a, 0 m, juni-august														
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N1=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N2=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1	1	1,45	3	0,52		**0,838**	0,974	0,995	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Arendal st.3, 1999-2004, klorofyll a, 0 m, juni-august														
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N1=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N2=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1	1	1,61	3	0,52		0,779	**0,947**	0,987	0,997	0,999	1	1	1	1

Forts. **Table 11.**

c)

Jomfruland 1991-2004, klorofyll a, 0 m, mars-sept														
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N1=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N2=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1	1	1,63	3,2	0,42		**0,935**	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Jomfruland 1999-2004, klorofyll a, 0 m, mars-sept														
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N1=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N2=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1	1	1,74	3,2	0,34		**0,971**	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Jomfruland 1991-2004, klorofyll a, 0 m, juni-aug														
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N1=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N2=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1	1	1,31	3	0,53		**0,872**	0,985	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Jomfruland 1999-2004, klorofyll a, 0 m, juni-aug														
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N1=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N2=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1	1	1,52	3	0,54		0,793	**0,954**	0,989	0,998	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000

Table 12. Preliminary estimate of reference value for marine phytoplankton cell carbon (mean and standard deviation) from coastal monitoring station Arendal st. 2.

Kystovervåkingsstasjonen Arendal st.2				
År	Antall	Gj.snitt mar-sep	Antall	Gj.snitt jun-aug
1992	13	95,2	6	100,3
1993	6	70,5	2	99,8
1994	11	219,2	5	82,2
1995	12	130,4	5	168,7
1996	12	104,9	5	112,8
1997	13	54,4	6	76,0
1998	13	129,1	6	172,3
1999	14	94,5	7	95,3
2000	10	145,6	4	238,7
2001	8	151,6	3	103,1
2002	12	70,4	5	108,6
2003	13	45,9	5	19,7
2004	13	61,6	5	70,1
Gj.snitt mar-sep 1991-2004	**105,64**			
Stdev	**48,83**			
Gj.snitt mar-sep 1999-2004	**94,92**			
Stdev	**44,49**			
Gj.snitt jun-aug 1991-2004	**111,36**			
Stdev	**54,79**			
Gj.snitt jun-aug 1999-2004	**105,93**			
Stdev	**72,77**			

Table 13. Results of power-analysis for cellecarbon from coastal monitoring station Arendal st.2.

Arendal st.2, cellekarbon 1991-2004 mars-sep

Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N1=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N2=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1	1	105,6	240	48,8		0,796	**0,955**	0,99	0,998	0,999	1	1	1	1

Arendal st.2, cellekarbon 1999-2004 mars-sep

Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N1=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N2=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1	1	94,9	240	44,5		**0,882**	0,982	0,999	1	1	1	1	1	1

Arendal st.2, cellekarbon 1991-2004 jun-aug

Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N1=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N2=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1	1	111,4	240	54,8		0,703	**0,897**	0,963	0,987	0,995	0,998	0,999	1	1

Arendal st.2, cellekarbon 1999-2004 jun-aug

Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N1=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alpha	Tails	Mean 1	Mean 2	Std Dev	N2=	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,1	1	105,9	240	72,8		0,563	0,766	**0,871**	0,93	0,962	0,979	0,989	0,994	0,997

4.2 Utvalgte marine referanseområder

Valg av områder hvor det bør opprettes referansestasjoner baserer seg på vurderingene i Lyche Solheim et al. (2005) samt i Moy et al. (2003). Dette innebærer at det anbefales å benytte de 18 områdene som er skissert i Figur 14 (fra Lyche Solheim et al. 2005). Innen hvert område legges stasjoner i et transekt fra ytre eksponerte områder til indre mer beskyttete fjorder og bassenger. Det er viktig å legge områdene slik at de i størst mulig grad representerer alle 15 vanntyper (redusert fra 23 vanntyper i Moy et al. (2003) til 15 vanntyper i Lyche Solheim et al.(2005)). I utvelgelsen er det også tatt hensyn til de områdene som er foreslått i det nye programmet for overvåking av biologisk mangfold (Oug og Olsgard 2005). I biologisk mangfoldprogrammet er det foreslått 8 hovedområder og 3 alternative områder. Disse områdene er alle inkludert i referansenettverket, foruten Oslofjorden som ikke ansees å være i en referansetilstand.
Av andre program som er vurdert ved utvelgelse av referanseområder i VRD-sammenheng er det norske forslaget til marine verneområder (Skjoldal et al. 2003), samt et forslag til "European network of sites for large-scale, long-term marine diversity research" (Warwick et al. 2003).

4.2.1 Makroalger

I hvert av de 18 områdene i Figur 14 er det henholdsvis 3 eller 4 vanntyper, fra eksponerte til beskyttede områder. Styrkeanalysene viste at det for makroalger var nødvendig med minimum 4 stasjoner for hver vanntype i hver av økoregionene for indikatoren nedre voksegrense for utvalgte arter. For indikatoren antall arter i fjæra var minimum antall referansestasjoner 6, men pga. usikkerhet mht. variasjonen anbefales 8 stasjoner pr. vanntype første året. **Totalt** for alle fire økoregioner behøves da minimum 136 stasjoner. For kvalitetselementet makroalger tilfredstiller ikke de to indikatorene som er testet (nedre voksegrense utvalgte arter og artssammensetning i strandsonen), kravene til type indikatorer som skal benyttes i henhold til VRD Annex V (normative definisjoner). For å kunne vurdere om det er signifikante forskjeller mellom referanseverdien og moderat status for alle indikatorer som kreves innen VRD Anneks V, og for å kunne vurdere om det er signifikante

forskjeller mellom mellom referanseverdien og moderat status i alle de fire økoregionene kreves et dobbelt antall stasjoner (16 i hver vanntype i hver økoregion, dvs. 272 stasjoner, se Lyche Solheim et al. 2005).

Skagerrak har en mer homogen kyst enn de andre regionene. Under innsamling i KYO-programmet er det benyttet samme metodikk og i stor grad benyttet samme personell. Dette gir en lavere varians i data enn ved bruk av mange fagmiljøer. Begge disse faktorene taler for at en bør ta høyde for at variansen sannsynligvis er større innen de andre regionene enn innen Skagerrak. Også av denne grunn bør man derfor doble antall stasjoner pr. vanntype i hvert av de 18 områdene. Etter første års innsamling kan trolig stasjonsnettet reduseres basert på nye styrkeberegninger innen hver region. Se for øvrig kap. 4.3. Budsjett.

4.2.2 Bløtbunnsfauna

For bløtbunn ble indikatorene antall arter (S), Shannon-Wiener diversitet (H') og ISI vurdert. H'og ISI synes å ha god styrke ved forslagene til grenseverdi for moderat status. Ved minstekravene til prøvetaking i vannforekomster dvs. 2 replikate prøver, vil en kunne oppnå 80 % styrke med 5 stasjoner i referanseområdet, under forutsetning av at variansen er den samme i en påvirket vannforekomst. Sannsynligvis er variansen høyere, og det anbefales derfor å øke antall stasjoner i referanseområdet til minst 6 det første året.
Analysene av antall arter (S) viste at S har lavere utsagnskraft enn H' og ISI. Samtidig er S en viktig parameter i biologisk overvåking og bør inngå som et delelement i bløtbunnsundersøkelser. To stasjoner med to replikate prøver tilsvarer dagens minstekrav til undersøkelser i mindre resipienter etter Norsk Standard for undersøkelser av sublitoral bløtbunnsfauna (NAS 1998). Dersom prøvetakingen økes til 7 stasjoner i referanseområdet (med 4 replikate prøver) gir analysen 80% utsagnskraft, mens tre stasjoner med to replikater altså oppnår 80% ved 8 stasjoner i referanseområdet. For H' og ISI var det tilstrekkelig med 5 stasjoner i referanseområdet, men for S var det nødvendig med 8 stasjoner for å oppnå 80% styrke. Samlet sett for bløtbunnn anbefaler vi derfor å benytte 8 stasjoner pr. vanntype i hvert referanseområde første året for å få verifisert variasjonen i referanseverdiene.

Det er sannsynlig at styrken kan forbedres dersom overvåkings- og referansestasjonene avgrenses til bestemte sedimenttyper og dyp. En annen mulighet er å normalisere artstallene mot sedimenttype og dyp dersom det kan etableres en signifikant relasjon for dette.

Alle analysene for bløtbunnsfauna er utført for vanntypen moderat eksponert kyst/skjærgård i Skagerrak. Det er foreløpig ukjent hvor representativt dette er for andre vanntyper. Det er heller ikke klart hvordan utslagene kan bli på Vestlandet og nordover hvor variasjon i habitattyper og artsrikhet i kystområdene er klart høyere enn i Skagerrak (se Brattegard & Holthe 1997). Dersom variansen er større mellom lokalitetene i referanseområdene i disse økoregionene, vil behovet for antall stasjoner i de ulike referanseområdene øke.

For kvalitetselementet bløtbunnsfauna tilfredstiller de tre indikatorene (S, H' og ISI) kravene til indikatorer som skal benyttes i henhold til VRD Annex V (normative definisjoner).

Antall replikate prøver på hver stasjon synes ikke å ha vesentlig betydning for utsagnskraften for de undersøkte indikatorene. Analysene viser at styrken øker mer ved å øke antall stasjoner enn ved å øke antall replikatprøver på stasjonene. Dette er en følge av at forskjellen mellom stasjoner (romlig varians) er større enn samplingvariansen. I praksis tyder derfor disse analysene på at prøvetakingen generelt kan begrenses til to replikate prøver per stasjon. Det kan imidlertid tenkes at denne vurderingen ikke vil ha gyldighet for andre indikatorer som kan komme i betraktning for bløtbunnsfauna. Samlet sett anbefales det derfor å ta 8 stasjoner med 2 replikater innen hver vanntype i de 18 områdene. Se førøvrig kap. 4.3 Budsjett.

4.2.3 Planteplankton

De statistiske analysene av verdiene både for klorofyll *a* og cellekarbon viser at for å oppnå 80% utsagnskraft, er det nødvendig med 4 referansestasjoner i hver vanntype innen de ulike økoregionene, til sammen 60 stasjoner. Dette er for å kunne etablere en referanseverdi av de indikatorene som er foreslått benyttet innen interkalibreringen, og vil også dekke de krav til referansenettverk som ligger i Anneks V i VRD. Forutsetningen her er at variansen er den samme både i påvirkede og upåvirkede vannmasser. Denne forutsetningen er noe tvilsom ettersom det normale er at variansen i påvirkede områder er høyere enn i upåvirkede.

Manglende datagrunnlag fra 3 av 4 økoregioner og de tilhørende vanntyper gjør at vurderings-grunnlaget er svært begrenset. Dette tilsier at i en fase hvor nødvendige referansedata skal samles inn, bør datatilfanget være stort nok til at statistiske analyser kan gjennomføres på en tilfredsstillende måte etter at en innledende kartlegging er gjennomført. Dersom statistiske analyser etter kartleggings-perioden viser gode resultater med lavt standardavvik, kan antallet referansestasjoner vurderes redusert. Analysene i denne rapporten er imidlertid kun basert på data fra vanntypen moderat eksponert kyst/skjærgård i Skagerrak, og det er ikke kjent om variasjonene feks i algebiomasse i denne vanntypen er representativ for de andre vanntypene i Skagerrakregionen og heller ikke om variasjonen er representativ for vanntypene i de andre økoregionene.

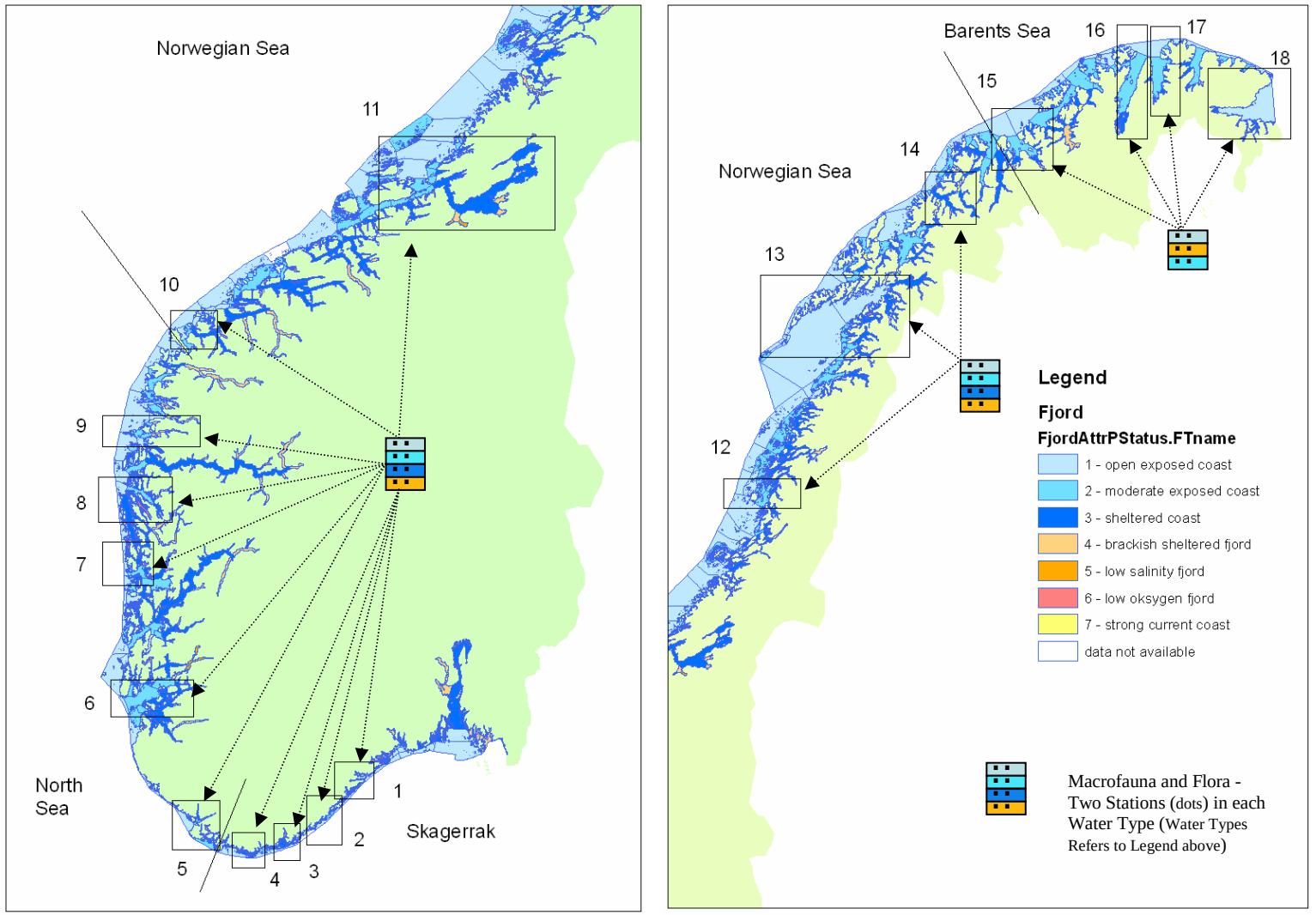
For kvalitetselementet planteplankton tilfredstiller ikke de tre indikatorene som er testet (klorofyll *a*, celleckarbon og biovolum) kravene til indikatorer som skal benyttes i henhold til VRD Annex V (normative definisjoner), men prøver til artssammensetning, abundanse og biomasse er inkludert i budsjettet.

4.2.4 Hydrografi/Hydrokjemi

For å etablere en referanseverdi for fysisk-kjemiske og hydromorfologiske elementer innen hver av vanntypene, bør man samle inn data fra minst 4 stasjoner pr. vanntype. Dette er ikke basert på styrkeanalyser, men på ekspertvurdering.

Det stasjonsnettet som er skissert her vil være et absolutt minimum for å kunne etablere og verifisere referanseverdier for de vanntypene som inngår i programmet. Dette opplegget dekker de kravene som ligger i Anneks V, unntatt for hydromorfologi. Stasjonsnettet kan revideres ut fra resultatene etter første års innsamling, noe som kan medføre et redusert stasjonsnett de påfølgende år.

I økoregionene Barentshavet, Norskhavet og Nordsjøen er det lagt opp til at prøveinnsamlingen skal foretas ved bruk av rutegående skip/ferjer, hvor det er installert automatisk prøvetakere i tillegg til sensorer for on-line overvåking av temperatur og saltholdighet. For økoregionen Skagerrak er hovedandelen av innsamlingen av prøver planlagt gjennomført i forbindelse med kystovervåkingens tokt i området. I budsjettet er det i tillegg lagt inn ekstra innsamlinger i Skagerrakregionen slik at det totale antall prøver i sesongen blir tilfredsstillende.



Figur 14**.** Suggested coastal areas (18) with reference sites in each of the four Norwegian ecoregions. Each area include different types. For each type in each area, the necessary number of reference sites will be established for assessing reference values for macroalgae, soft-bottom fauna, phytoplankton and nutrients.

4.3 Budsjett

4.3.1 Forutsetninger for nytt budsjett

Budsjettet for etablering og validering av marine referanseverdier er basert på et minimum antall stasjoner og vurdert i forhold til den type data som er påkrevd med henblikk på de indikatorer som pr. i dag interkalibreres innen VRD. For makroalger og planteplankton er de indikatorer som vi har testet ikke tilstrekkelig til å oppfylle kravene i VRD Annex 5 (normative difinisjoner). Det gjelder for abundans og artssammensetning (feks andel sensitive og tolerante arter). For bløtbunn tilfredstiller de indekser vi har testet disse kravene. I Lyche Solheim et al.(2005) ble antall stasjoner for de marine kvalitetselementene makroalger, bløtbunnsfauna og planteplankton vurdert utifra at man skulle kunne vurdere om det var signifikante forskjeller for utvalgte indikatorer og indekser mellom vanntypene innen samme økoregion og mellom økoregioner. Antall stasjoner skulle også gi grunnlag for å kunne angi grenseverdiene mellom alle de fem biologiske tilstandsklassene angitt i VRD (Høy, God, Moderat, Dårlig og Meget dårlig). I analysene som er gjort i foreliggende rapport er bare grensen Moderat tilstand i forhold til Referansetilstand (Høy) vurdert. Antall stasjoner som er nødvendig for å vurdere dette vil være færre enn om man skal kunne skille alle de fem tilstandsklassene.

I forhold til budsjettet i Lyche Solheim et al. (2005) er kostnadene for bløtbunnsfauna som angis i foreliggende rapport tilsvarende kostnadene for et prøveopplegg med lave ambisjoner. Dette gjelder også for planteplankon, men her er kostnadene ytterligere redusert bl.a. ved at innsamling nå foreslås utført automatisk fra skip i faste ruter, som Color Festival. For makroalger ble det i Lyche Solheim et al. (2005) antatt at en skulle foreta inventeringer av totalt artsantall fra 30m og opp til overflaten på hardbunn, slik som det utføres innen KYO-programmet (Pedersen & Rygg, 1990) og som er i henhold til Norsk Standard. Dersom makroalger kun skal undersøkes med nedre voksegrense for noen få utvalgte arter og basert på artssammensetning i fjæresonen blir det ved norske forhold ikke mulig å angi avvik fra referansetilstand og grad av avvik fra denne tilstanden. Skal referanseverdiene dekke de krav som stilles til referanser i Anneks V i VRD, så gjelder fortsatt budsjettene som beskrevet i Lyche Solheim et al. (2005) for makroalger på NOK 21.8 mill i 2007. Dette kan høyst sannsynlig reduseres betydelig etter første års undersøkelser.

I de nye beregningene som er gjort for makroalger i denne rapporten, er det lagt til grunn styrkeanalyser basert på den type data som nå tentativt kreves for klassifisering av de biologiske kvalitetselementer innen VRD, dvs. datainnsamling til beregning av indekser. Kostnadene for å fremskaffe denne type data er langt lavere enn den type datainnsamling som omhandlet total inventering av makroalgesamfunn som ble vurdert i Lyche Solheim et al.(2005). En må her bemerke at fastsettelse av antall stasjoner som er nødvendig for å oppfylle de premissene oppdragsgiver har gitt, er basert på et begrenset grunnlag og at det kan være nødvendig å revurdere hele opplegget etter at innsamlingen første året er gjennomført.

For bløtbunnsfauna er det nødvendig med 8 stasjoner for å skille en referanselokalitet fra en som er moderat påvirket, når en benytter artsantall som parameter.

For planteplankton er det i utgangspunktet behov for å foreta undersøkelser på 4 stasjoner, for dermed senere ha mulighet til å skille en referanseverdi fra en påvirket lokalitet i moderat eller dårligere status. Det ligger en stor grad av usikkerhet i analysene som det gjør for alle de tre biologiske elementene.

4.3.2 Feltarbeid/innsamling

For registreringer av nedre voksegrense og antall algearter i fjæra, vil det være behov for 3 personer, med en dykkende marin botaniker og to assistenter. Det fortas registrering av nedre voksegrense samt

en inventering i fjæresonen på inntil to stasjoner pr. dag. Omlegging fra KYO-standard, med full artsregisrering fra 0-30m, til enkel VRD-standard har redusert kostnaden pr. stasjon fra 80.000 til nærmere 43.000, men omleggingen har som sagt sine begrensninger i forhold til VRD krav til referansenettverk og overvåking.

For bløtbunn ble det foretatt grundige vurderinger av kostnad pr. stasjon under tidligere program og ettersom en har funnet at en kan redusere antall replikater fra 4 til 2, er også kostnadene pr. stasjon redusert fra kr. 63.000,- pr. stasjon til kr. 50.000,- pr. stasjon i dette programmet. Selve innsamlingen av prøver kan foretas av lokal båt med kvalitetssikret personell fra operatør etter Norsk Standard. Det kan også være aktuelt å foreta en del av innsamlingen under andre offentlige drevne programmer.

Prøveinnsamlingen for planteplankton og hydrografi baserer seg i stor grad på å foreta innsamling av materiale innen Ferry-box opplegget hvor dette er mulig. Det reduserer kostnadene betydelig for halvparten av vanntypene i alle regioner foruten i Skagerrak hvor det p.t. ikke eksisterer et tilsvarende rutenett som ellers langs kysten. Det er derimot under vurdering å forsøke å dekke denne kystlinjen med et nytt skip, men systemet er ikke operativt ennå. Derfor er hydrografiinnsamling tenkt å foretas av lokale personer/institusjoner, som kan konservere og sende prøver til analyse hos operatør.

Tabell 14 viser at kostnadene for etablering av et forenklet referansenettverk har ført til en betydelig reduksjon i forhold til budsjettet på 93 mill. (Lyche Solheim et al. 2005), til i overkant av NOK 32 mill i foreliggende rapport. Dette har sammenheng med målsettingen i de to programmene og er redegjort for ovenfor. For kvalitetselementene hardbunnsflora, bløtbunnsfauna, planteplankton og hydrografi/hydromorfologi, ble budsjettet estimert til hhv. 21, 6.8, 2.7 og 1.0 mill., til sammen ca. 32 mill. NOK det første året, dersom man skal inkludere abundans og artssammensetning av makroalger i hht. kravene i VRD Annex V. De årlige utgiftene for de tre biologiske kvalitetselementene vil være større det første året grunnet etablering av referanseverdi. Påfølgende år ble det estimerte budsjettet betydelig lavere dvs. hhv. 5.4, 4.3, 2.7 og 0.5 mill.for makroalger, bløtbunnsfauna, planteplankton og hydrografi/hydrokjemi, til sammen 13 mill.. Disse kostnadsangivelsene bygger på visse forutsetninger som er angitt ovenfor. I en overvåkingsfase (”suveillance monitoring”), vil en rullering av prøvetaking fra ett år til neste jevne ut utgiftene over en 6-års periode. Det vil også ligge store gevinster i å samkjøre VRD programmet med andre overvåkingsprogrammer, spesielt overvåking av biologisk mangfold og kystovervåkingsprogrammet.

Minimumsbudsjettet for marine kystområder er ca. 17 mill. NOK første året og 11 mill. de påfølgende årene, men dette vil begrenses til de indikatorene for forskjellige elementer som benyttes i intekalibreringsprosessen, og er ikke kompatibelt med VRD’s minimumskrav til overvåkning av artssammensetning og abundans for makroalger. Vi anbefaler derfor at man går inn for et opplegg som tilfredsstiller alle kravene i VRD, også de som er angitt i Anneks V, selv om dette fører til høyere kostnader i etableringsfasen. Det gir også gi et bedre grunnlagfor å vurdere behov for tiltak (tilstand moderat eller dårligere) innen ulike resipienter. Det er, med svært få unntak, rimeligere å samle inn og opparbeide tilstrekkelig med grunnlagsdata for å gi en riktig klassifisering av tilstand i et område, enn å gjennomføre tiltak og opprydding.

Dersom totalbudsjettet for alle vannkategoriene økes med 12 mill., og fordeles likt på alle de tre kategoriene, vil dagens budsjett for marine referansestasjoner som i dag er inkludert i Kystovervåkingsprogrammet (1.7 mill.), økes med 4 mill pr. år til en totalramme på 5.7 mill. En fornuftig prioritering vil da være at programmet ikke reduseres mht kvalitetselementene, men rullérer årlig fra én region til neste. Dette fører til en lavere årlig økonomisk ramme, og gjør programmet mer gjennomførbart med de begrensede faglige ressurser vi har innen enkelte kvalitetselementer idag. For å dekke én region trengs likevel mer enn 5.7 mill. totalt. Estimert behov for et anbefalt minimumsopplegg som dekker alle elementer i én region er 7.7 mill for Skagerrak, 5.9 mill for Barentshavet og ca. 9 mill. (for Nordsjøen eller Norskehavet). En mulig reduksjon i kostnader som følge av et nordisk samarbeid har vært diskutert, men er foreløpig ikke avklart eller kostnadsberegnet.

Tabell 14. Budget for etablishing / validation of marine reference values for the different quality elements. The numbers are in NOK 1000. For further explanation, see text.

	Vannregion	Antall vanntyper	Antall områder (se Fig. 14)	Antall stasjoner i hver vanntype	Antall stasjoner for å få beskrevet en ref. tilstand i 2007	Tentativt Minimum Antall Stasjoner etter 1.år dvs år 2008****	Anbefalt **årlig** frekvens i oppstarts-fasen dvs. første 6 årsperiode	Kostnad pr. region 1. gang dvs 2007 (NOK 1000)	Sum 2007 (NOK 1000)	Kostnad pr. region 2. gang (NOK 1000)	**Tentativ** Sum 2008 og påfølgende år (NOK 1000)	Kostnad 6-årsperiden pr. region (NOK 1000)	Gj.snitt pris pr. Stasjon (NOK 1000)	Total for 6 årsperioden (NOK 1000)
Macroalger	CSk - Skagerak	4	4	2	32	16	1	1 304		699		4 799	43	
	CNs - Nordsjøen	4	5	2	40	20	1	1 667		913		6 232	45	
	CNo - Norskehavet	4	5	2	40	20	1	1 700		945		6 425	46	
	CBa - Barentshavet	3	4	2	24	12	1	1 643		855		5 918	70	
	Σ				136	68			**6 314**		**3 412**			**23 374**
	VRD kompatibelt*								**21 760**		**5 440**			**48 960**
Bløtbunnsfauna	CSk - Skagerak	4	4	2	32	20	1	1 600		1 000		6 600	50	
	CNs - Nordsjøen	4	5	2	40	25	1	2 000		1 250		8 250	50	
	CNo - Norskehavet	4	5	2	40	25	1	2 000		1 250		8 250	50	
	CBa - Barentshavet	3	4	2	24	15	1	1 200		750		4 950	50	
									6 800		**4 250**			**28 050**
Phytoplankton	CSk - Skagerak	4	4	***	***	8	10**	718		718		4 310		
	CNs - Nordsjøen	4	5			8	12**	666		666		3 993		
	CNo - Norskehavet	4	5			8	12**	666		666		3 993		
	CBa - Barentshavet	3	4			6	12**	644		644		3 863		
									2 693		**2 693**			**16 159**
	CSk - Skagerak	4	4	***	***	16	10**	189		94		566		
Hydrografi,	CNs - Nordsjøen	4	5			16	10**	304		152		912		
næringssalter og	CNo - Norskehavet	4	5			16	10**	304		152		912		
hydromorphologi	CBa - Barentshavet	3	4			12	10**	244		122		732		
									1 041		**520**			**3 122**
SUM									**16 848**		**10 876**			**70 706**
SUM **VRDkompatibelt***									**32 294**		**12 904**			**96 292**

* inkluderer artssammensetning og abundance

** Periodene juni til august og mars til september er de periodene som inngår i de potensielle indekser som beregnes for Chl.a og cellecarbon og er de indekser som interkalibreres innen VFD. Vi har gått ut fra SFT kriterisett på 10 prøver samt poweranalyser av cellecarbon og chl.a fra kystovervåkingsprogrammet. For Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet er det lagt inn 12 innsamlinger.

***Vil foreta strategisk sonderende prøvetaking fra Ferrybox-systemet.

**** 5stasjoner innen hver vanntype for bløtbunnsfauna innen hver vanntype etter første gangs verifisering i 2007

5. Referanser

Brattegard T & Holthe T. 1997. Distribution of marine, benthic macro-organisms in Norway. A tabulated catalogue. Research Report for DN 1997-1. Norwegian Directorate for Nature Management. 409 pp.

EU 2000. Directive of the European Parliament and of the Council 2000/60/EC establishing a framework for community action in the field of water policy.

Lyche Solheim, A., Schartau, A.K., Olsgard, F., Moy, F., Moe, J., Diserud, O., Pedersen, A. 2005. Proposal for design of a Norwegian Monitoring Network for Reference Sites. NIVA-report 5003: 75 pp.

Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT Veiledning 97:03. 36 s.

Moy F, Bekkby T, Cochrane S, Rinde E, Voegele B. 2003. Marin karakterisering. Typologi, system for å beskrive økologisk naturtilstand og forslag til referansenettverk. FoU-oppdrag tilknyttet EUs rammedirektiv for vann. NIVA-rapport 4731-2003. 90 s.

NAS 1998. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitative undersøkelser av sublitoral bløtbunnsfauna i marint miljø. Norsk Standard 9423. Norsk Allmennstandardisering, Oslo. 16 s.

NAS 2002. Vannundersøkelse. Retningslinjer for marinbiologiske undersøkelser på litoral og sublitoral hardbunn. Norsk Standard 9424. Norsk Allemnstandariserings. Oslo 22s.

Oug E & Olsgard F. (red) 2005. Nasjonal overvåking av marint biologisk mangfold i kystsonen. Forslag til overvåkingselementer, lokalisering av områder og kostnadsoverslag. Utredning for DN 2005-2, Direktoratet for Naturforvaltning

Pedersen, A. & B. Rygg, 1990. Program for langtidsovervåkning av trofiutvikling i kystvannet langs Sør-Norge. Del I. Bentiske organismesamfunn. NIVA-notat O-89131. 33s.

Rygg, B. 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. NIVA rapport 4548. 32 s.

Warwick RM, Emblow C, Féral JP, Hummel H, van Avesaath P, Heip K. 2003. European marine biodiversity research sites. Report of the European Concerted Action: BIOMARE. Implementation and networking of large scale, long term marine biodiversity research in Europe. NIOO-CEME, Yerseke. 135 s.

Wiederholm, T. (red.). 1992. Freshwater environmental monitoring in Sweden. Proposals from a working group. Naturvårdsverket Rapport 4777, 104 s.

Vedlegg A. Selected reference lakes in Norway

Table A. Selected reference lakes in Norway.

Reference status has been validated by using available quality-checked data from the Characterisation projects. Data from the following counties had not been quality-checked by the regional authorities in due time to be used in this phase of the project: Vest-Agder, Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal, Sør- og Nord-Trøndelag, and Nordland. For these counties the reference status of the selected lakes was quality checked by NIVA and NINA experts with local knowledge from these areas. Lakes in yellow may be included in a Nordic reference network (IC-types in Eastern and Central Norway as well as Norther Norway inner parts). **Lakes in bold are included in ongoing monitoring programs (acid rain monitoring incl. biological monitoring - Biolok, NVE's monitoring of water temperature and water levels, as well as lakes that are raw water sources for drinking water).** New lake types, compared to the typology in Lyche-Solheim & Schartau, 2004, are: 1: Lowland, very small/small, very low alkalinity, clear; 2: Lowland, large, very low alkalinity, clear; 3: Highland, small, low alkalinity, humic. Lakes belonging to these types are included because they are used in existing monitoring and much data is available. Calsium type, humic type and nature type: codes as explained in Lyche Solheim et al. 2005.

Ecoregions	IC-type	Norw. Type	CALSIUM TYPE	HUMIC TYPE	NATURE TYPE	COUNTY	Water body code (MS CD)	NAVN	NAVNHIERARK
Østlandet									
	L-N2	6	2	1	Ø1L	Hedmark	313366L	Helgesjøen	BODAELVEN
	L-N2	6	2	1	Ø1L	Hedmark	313365L	Holmsjøen	FLØYTA
	L-N2	6	2	1	Ø1L	Hedmark	0024159L	Lysen	GLOMMAVASSDRAGET
	L-N2	6	2	1	Ø1L	Hedmark	313354L	Mangen	MANGENVASSDRAGET
	L-N2	6	2	1	Ø1L	Hedmark	002157L	Namsjøen	NAMNÅA/GLOMMAVASSDRAGET
	L-N2	**6**	**2**	**1**	**Ø1L**	**Østfold**	**0023497L**	**Tvetervatn**	**ISOA/GLOMMAVASSDRAGET**
	L-N2	**6**	**2**	**1**	**Ø1L**	**Telemark**	**016110L**	**Flåte**	**HERREELVA**
	L-	6	2	1	Ø2L	Hedmark	313359L	Møkeren	BRØDBØLVASSDRAGET

N2*								
L-N2*	6	2	1	Ø2L	Hedmark	313353L	Skjervangen	MANGENVASSDRAGET
L-N2*	**6**	**2**	**1**	**Ø2L**	**Telemark**	**0166L**	**Nordsjø**	**SKIENSVASSDRAGET**
L-N3	2	2	2	Ø1L	Buskerud	0125771L	Blindevatnet	BERGERELVA
L-N3	**2**	**2**	**2**	**Ø1L**	**Buskerud**	**010310L**	**Sandungen**	**SAGENEELVA**
L-N3	2	2	2	Ø1L	Ostfold	001340L	Hallangen	HALLANGSELVA/MJERMA/HALDENVASSDRAGET
L-N3	**2**	**2**	**2**	**Ø1L**	**Ostfold**	**001331L**	**Holvatn**	**GANERØDELVA/HALDENVASSDRAGET**
L-N3	2	2	2	Ø1L	Ostfold	001335L	Store Risten	ELV FRA STORE RISEN/HALDENVASSDRAGET
L-N4	14	3	1	Ø1S	Hedmark	31135663L	Drengen	SØMÅA/TRYSILELVA
L-N4	14	3	1	Ø1S	Hedmark	31135636L	Nordersjøen	SØMÅA/TRYSILELVA
L-N4	14	3	1	Ø1S	Hedmark	31135963L	Stikkelen	SØMÅA/TRYSILELVA
L-N4	14	3	1	Ø1S	Hedmark	3111357L	Storsjøen	SØMÅA/TRYSILELVA
L-N4	14	3	1	Ø1S	Buskerud	01216885L	Skårsrudvatnet	SKÅRSRUDBEKKEN/MYKINGÅNI/RUKKEDØLA/HALLINGDALSVASSDRAGET/DRAMMENSVASSDRAGET
L-N5	12	2	1	Ø1S	Buskerud	01517604L	Vadsetvatnet	TVERRÅI/BORGÅI/NUMEDALSLÅGEN
L-N5	**12**	**2**	**1**	**Ø1S**	**Hedmark**	**3123820L**	**Breidsjøen**	**LØVHAUGSÅA**
L-N5	**12**	**2**	**1**	**Ø1S**	**Hedmark**	**002281L**	**Meitsjøen**	**KUGGA/OPPSTADÅA/GLOMMAVASSDRAGET**
L-N5	**12**	**2**	**1**	**Ø1S**	**Hedmark**	**313371L**	**N Hærsjøen**	**AUSTGARDSÅA/BRØDBØLVASSDRAGET**
L-N5	**12**	**2**	**1**	**Ø1S**	**Hedmark**	**313368L**	**Storbørja**	**BØRJÅA/VRANGSELVA**
L-N5	**12**	**2**	**1**	**Ø1S**	**Oppland**	**01233170L**	**Fiskeløyse**	**DRAMMENSVASSDRAGET**
L-N5	12	2	1	Ø1S	Oppland	01230836L	Høljesyndin	DRAMMENSVASSDRAGET
L-N5	12	2	1	Ø1S	OsloAkershus	0025013L	Skillingen	GJERDINGSELVA/NITELVA/GLOMMAVASSDRAGET

	L-N5	**12**	**2**	**1**	**Ø1S**	**Ostfold**	**3143238L**	**Store Lyseren**	**OSELVA**
	L-N5	12	2	1	Ø1S	Telemark	0166264L	Elgsjøen	LAUVÅSELVA/HJUKSEELVA/SKIENSVASSDRAGET
	L-N5	12	2	1	Ø1S	Telemark	01630L	Hjartsjåvatnet	HEDDØLA/SKIENSVASSDRAGET
	L-N5*	**12**	**2**	**1**	**Ø2S**	**Hedmark**	**3111351L**	**Engeren**	**ENGERA/TRYSILELVA**
	L-N5*	**12**	**2**	**1**	**Ø2S**	**Hedmark**	**3111348L**	**Femunden**	**TRYSILELVA**
	L-N5*	12	2	1	Ø2S	Hedmark	3111347L	Isteren	TRYSILELVA
	L-N5*	12	2	1	Ø2S	Hedmark	312348L	Røgden	LØVHAUGSÅA
	L-N5*	12	2	1	Ø2S	Hedmark	3111359L	Store Korssjøen	TUFSINGA/TRYSILELVA
	L-N5*	**12**	**2**	**1**	**Ø2S**	**Telemark**	**01622L**	**Bandak**	**VEST-VASSDRAGET/SKIENSVASSDRAGET**
	L-N5**	**12**	**2**	**1**	**Ø0S**	**Hedmark**	**33258L**	**Store Gunnarsjøen**	
	L-N6	**13**	**2**	**2**	**Ø1S**	**Buskerud**	**0127073L**	**Langevatnet**	**TODØLA/HALLINGDALSVASSDRAGET /DRAMMENSVASSDRAGET**
	L-N6	13	2	2	Ø1S	Buskerud	0157549L	Låkåsetvatnet	LANGVASSÅI/NUMEDALSLÅGEN
	L-N6	13	2	2	Ø1S	Buskerud	0124913L	Nedre Vælsvatnet	VÆLA/SOKNA/DRAMMENSVASSDRAGET
	L-N6	13	2	2	Ø1S	Hedmark	3123996L	Kalsjøen	KJERKESÅA/ROTNA
	L-N6	13	2	2	Ø1S	Hedmark	3133076L	Sotsjøen	MANGENVASSDRAGET

	L-N6	**13**	**2**	**2**	**Ø1S**	**Oppland**	**002192L**	**Harasjøen**	**VIKSELVA/VORMA-LÅGEN/GLOMMAVASSDRAGET**
	L-N6	13	2	2	Ø1S	OsloAkershus	0024789L	Langen	HEGGA/ANDELVA/VORMA-LÅGEN/GLOMMAVASSDRAGET
	L-N6	13	2	2	Ø1S	OsloAkershus	002186L	Våja	LEIRA/NITELVA/GLOMMAVASSDRAGET
	L-N7	22	2	1	Ø1F	Buskerud	01518374L	Bismarvatnet	BEKK FRA BISMARVATNET/BESSO/NUMEDALSLÅGEN
	L-N7	22	2	1	Ø1F	Buskerud	01517477L	Skiftesjøen	SLEIPA/HEINELVI/NUMEDALSLÅGEN
	L-N7	22	2	1	Ø1F	Hedmark	00234814L	Storvatnet	HAVERDALSÅI/GRIMSA/FOLLA/GLOMMAVASSDRAGET
	L-N7	22	2	1	Ø1F	Oppland	002230L	Djupvatnet	OTTA/VORMA-LÅGEN/GLOMMAVASSDRAGET
	L-N7	22	2	1	Ø1F	Oppland	002269L	Ingulssjøen	FLEKKA/HINØGLA/VINSTRA/VORMA-LÅGEN/GLOMMAVASSDRAGET
	L-N7	**22**	**2**	**1**	**Ø1F**	**Oppland**	**002272L**	**Øvre Heimdalsvatnet**	**HINØGLA/VINSTRA/VORMA-LÅGEN/GLOMMAVASSDRAGET**
	L-N7	**22**	**2**	**1**	**Ø1F**	**Telemark**	**01618827L**	**Dargesjåen**	**SKVETTA/SKIENSVASSDRAGET**
	L-N7	**22**	**2**	**1**	**Ø1F**	**Telemark**	**01669L**	**Heddersvatnet**	**GJUVA/SKOGSÅI/HEDDØLA/SKIENSVASSDRAGET**
	L-N7	**22**	**2**	**1**	**Ø1F**	**Telemark (eg. Hordaland)**	**01643L**	**Litlosvatnet**	**SLEDALSELVI/SKIENSVASSDRAGET**
	L-N7*	22	2	1	Ø2F	Buskerud	015395L	Langesjøen	DJUPA/NUMEDALSLÅGEN
	L-N7*	22	2	1	Ø2F	Telemark	01678L	Gjuvsjåen	GJUVSJÅÅI/SKVETTA/SKIENSVASSDRAGET

L-N8	9	3	2	Ø1L	Ostfold	0023444L	Kolbjørnsviksjøen	RAKKESTADELVA/GLOMMAVASSDRAGET
	15	**3**	**2**	**Ø1S**	**Buskerud**	**01217136L**	**Buvatnet**	**RUKKEDØLA/HALLINGDALSVASSDRAGET/DRAMMENSVASSDRAGET**
	15	3	2	Ø1S	Buskerud	0126103L	Jungeren	DØRJA/VESTFOSSELVA/DRAMMENSVASSDRAGET
	15	3	2	Ø1S	Buskerud	01216986L	Olfisken	MYKINGÅNI/RUKKEDØLA/HALLINGDALSVASSDRAGET/DRAMMENSVASSDRAGET
	15	3	2	Ø1S	Buskerud	01217135L	Tunsennvatnet	RUKKEDØLA/HALLINGDALSVASSDRAGET/DRAMMENSVASSDRAGET
	10	**1**	**1**	**Ø1S**	**Oppland**	**012579L**	**Olevatnet**	**VINDA/NESELVI/DRAMMENSVASSDRAGET**
	11	**1**	**2**	**Ø1S**	**Buskerud**	**012602L**	**Væleren**	**ELV FRA VÆLEREN/SKJÆRDALSELVA/DRAMMENSVASSDRAGET**
	16	**1**	**1**	**Ø2S**	**Hedmark**	**002126L**	**Atnsjøen**	**ATNA/GLOMMAVASSDRAGET**
	16	1	1	Ø2S	Oppland	002147L	Gjende	SJOA/VORMA-LÅGEN/GLOMMAVASSDRAGET
	21	1	1	Ø1F	Oppland	002274L	Bessvatnet	BESSA/SJOA/VORMA-LÅGEN/GLOMMAVASSDRAGET
	21	1	1	Ø1F	Oppland	00230352L	Leirvatnet	LEIRA/BØVRI/OTTA/VORMA-LÅGEN/GLOMMAVASSDRAGET
	21	**1**	**1**	**Ø1F**	**Oppland**	**002233L**	**Mjogsjøen**	**MJOGSJØBEKKEN/JORA/VORMA-LÅGEN/GLOMMAVASSDRAGET**

	21	1	1	Ø1F	Oppland	00229166L	Nedre Leirvatnet	FRAMRUSTI/OTTA/VORMA-LÅGEN/GLOMMAVASSDRAGET
	21	**1**	**1**	**Ø1F**	**Oppland**	**34660L**	**Svartdalsvatnet**	
	21	**1**	**1**	**Ø1F**	**Telemark**	**01640L**	**Urdevatnet**	**UREVASSBEKKEN/MØRA/SKIENSVASSDRAGET**
L-N2	6	2	1	S1L	AustAgder	0189042L	Dalsvatnet	KYST KRAGERÏ-TROMÏYA
L-N2	6	2	1	S1L	AustAgder	01810202L	Jostadvatnet	STRENGSELVA/VEGÅRSVASSDRAGET
L-N2	6	2	1	S1L	AustAgder	02011548L	Sukkevatnet	BEKK FRA SUKKEVATNET
L-N2	6	2	1	S1L	AustAgder	0181262L	Vasstøvatnet	GJERSTADVASSDRAGET
L-N3	2	2	2	S1L	AustAgder	01910623L	Assævatnet	LILLEELVA/ARENDALSVASSDRAGET
L-N5	12	2	1	S1S	AustAgder	0188995L	Bjorvatn	HAUGELVA/GJERSTADVASSDRAGET
L-N5	12	2	1	S1S	AustAgder	0188699L	Holmvatn	GJERSTADVASSDRAGET
L-N5	12	2	1	S1S	AustAgder	0189433L	Lindlandsvatnet	
L-N5	**12**	**2**	**1**	**S1S**	**AustAgder**	**0189198L**	**Ljøstadvatnet**	**VEGÅRSVASSDRAGET**
L-N5	12	2	1	S1S	AustAgder	0189819L	Niksjå	VEGÅRSVASSDRAGET
L-N5	12	2	1	S1S	AustAgder	0189838L	Sandvatnet	VEGÅRSVASSDRAGET
L-N5	12	2	1	S1S	AustAgder	01810126L	Øynesvatnet	VEGÅRSVASSDRAGET
L-N5	12	2	1	S1S	Telemark	0191312L	Mjåvatn	MJÅVASSÅI/SONGEDALSÅI/FYRESDALSÅNA/ARENDALSVASSDRAGET
L-N5	12	2	1	S1S	Telemark	01914005L	Åmlivatn	ARENDALSVASSDRAGET
L-N6	**13**	**2**	**2**	**S1S**	**VestAgder**	**0261437L**	**Steinsvatnet**	**SOKNDALSELVA**
L-N7	22	2	1	S1F	AustAgder	02113066L	Einarshyttvatnet	KALDSÅI/OTRA

	L-N7	22	2	1	S1F	AustAgder	0211075L	Langvatn	KALDSÅI/OTRA
	L-N7	22	2	1	S1F	AustAgder	02113281L	Øvre Førsvatn	FØRSVASSÅNI/OTRA
		10	**1**	**1**	**S1S**	**Telemark**	**01914277L**	**Brårvatnet**	**BONDØL/FYRESDALSÅNA/ARENDALS VASSDRAGET**
		10	**1**	**1**	**S1S**	**Vest-Agder**	**02210727L**	**Myglevatnet**	
		16	1	1	S2S	Telemark	0191268L	Vråvatn	ARENDALSVASSDRAGET
Vestlandet									
	L-N2	**6**	**2**	**1**	**V1L**	**Hordaland**	**05926441L**	**Rylandsvatnet**	**RYLANDSELVA**
	L-N2	**6**	**2**	**1**	**V1L**	**Hordaland**	**0592059L**	**Storavatnet**	**RYLANDSELVA**
	L-N2	**6**	**2**	**1**	**V1L**	**Rogaland**	**0392037L**	**Lysevatnet**	**LYSEELVA**
	L-N2	6	2	1	V1L	Rogaland	03323044L	Riskadalsvatnet	MELSÅNA
	L-N2	6	2	1	V1L	Rogaland	03923132L	Storavatnet	SVINALIELVA
	L-N2	6	2	1	V1L	Rogaland	0392040L	Storevatnet	ÅRVIKELVA
	L-N2	6	2	1	V1L	Sogn og Fjordane	0821643L	Langesjøen	
	L-N2	6	2	1	V2L	Sogn og Fjordane	08827288L	Oldevatnet Sør	
	L-N2	6	2	1	V1L	Møre og Romsdal	1011983L	Engsetvatnet	
	L-N2	6	2	1	V1L	Møre og Romsdal	09731509L	Andestadvatnet	
	L-N2	6	2	1	V1L	Møre og Romsdal	0951945L	Vatnevatnet	
	L-N2	6	2	1	V1L	Møre og Romsdal	0941941L	Rotevatnet	
	L-N2*	**6**	**2**	**1**	**V2L**	**Hordaland**	**0622085L**	**Vangsvatnet**	**VOSSOVASSDRAGET**
	L-N5	12	2	1	V1S	Hordaland	0532048L	Håvikvatnet	SUNNFJORDELVA

L-N5	12	2	1	V1S	Hordaland	04322317L	Sagvatnet	BÏMLO
L-N5	**12**	**2**	**1**	**V1S**	**Hordaland**	**05427055L**	**Vevatnet**	**TYSNES OG AUSTEVOLL KOMMUNER**
L-N5	12	2	1	V1S	Hordaland	06626360L	Ølvatnet	FOSNÏYA, RADÏYA OG FEDJE
L-N5	12	2	1	V1S	Rogaland	02820022L	Fjermestadvatnet	ORREÅNA
L-N5	12	2	1	V1S	Rogaland	0281549L	Flassavatnet	FLOTÅNA/FIGGJO
L-N5	**12**	**2**	**1**	**V1S**	**Rogaland**	**03223082L**	**Nordvatnet**	**TAUELVA**
L-N5	12	2	1	V1S	Rogaland	02919675L	Tengesdalsvatnet	IMSELVA
L-N5	12	2	1	V1S	Sogn og Fjordane	0831653L	Lauvavatnet	
L-N7	22	2	1	V1F	Hordaland	05027495L	Lonavatnet	STAVALIELVI/KINSO
L-N7	22	2	1	V1F	Hordaland	05027637L	Omkjelsvatnet øvre	KINSO
L-N7	22	2	1	V1F	Hordaland	05018214L	Sandvatnet	KINSO
L-N7	22	2	1	V1F	Hordaland	0501912L	Veivatnet	KINSO
L-N7	**22**	**2**	**1**	**V1F**	**Hordaland**	**42L**	**Valsgardvatni**	
L-N7	22	2	1	V1F	Rogaland	02820038L	Mosvatnet	ORREÅNA
	10	**1**	**1**	**V1S**	**Hordaland**	**0622091L**	**Myrkdalsvatnet**	**VOSSOVASSDRAGET**
	10	**1**	**1**	**V0S**	**Møre og Romsdal**	**31186L**	**Lundalsvatnet**	
	10	1	1	V1S	Sogn og Fjordane	08528328L	Svardalsvatnet	
	10	1	1	V1S	Sogn og Fjordane	0851754L	Endestadvatnet	
	10	1	1	V1S	Sogn og Fjordane	0831650L	Hestadfjorden	
	10	**1**	**1**	**V1S**	**Sogn og Fjordane**	**08728120L**	**Traudalsvatnet**	
	10	1	1	V1S	Møre og Romsdal	1031987L	Ulvådalsvatnet	
	10	1	1	V1S	Møre og Romsdal	10231309L	Store Hestevatnet	
	10	1	1	V1S	Møre og Romsdal	0991976L	Eidsvatnet	
	10	**1**	**1**	**M1S**	**Møre og Romsdal**	**11636436L**	**Skardvatnet**	

		16	1	1	V2S	Sogn og Fjordane	0831648L	Viksdalsvatnet	
		16	1	1	V2S	Sogn og Fjordane	0831649L	Haukedalsvatnet	
		21	**1**	**1**	**V1F**	**Hordaland**	**06216374L**	**Fagerdalsvatnet**	**KVANNJOLO/RAUNDALSELVI/VOSSO VASSDRAGET**
		21	**1**	**1**	**V1F**	**Hordaland**	**05526846L**	**Spongatjørna**	**EIKELANDSVASSDRAGET**
		21	**1**	**1**	**V1F**	**Hordaland**	**04223386L**	**Vaulo**	**VAULAELVA**
		21	**1**	**1**	**V1F**	**Rogaland**	**0351848L**	**Svinstølvatnet**	**KVENNÅNA/ULLA**
		21	**1**	**1**	**V1F**	**Møre og Romsdal**	**09331047L**	**Blæjevatnet**	
		New[1]	**1**	**1**	**V1L**	**Hordaland**	**0501905L**	**Eidfjordvatnet**	**EIDFJORDVASSDRAGET**
		New[1]	1	1	V1L	Møre og Romsdal	0971955L	Fitjavatnet	
		New[1]	1	1	V1L	Møre og Romsdal	0941934L	Bjørkedalsvatnet	
		New[2]	1	1	V2L	Sogn og Fjordane	0891807L	Hornindalsvatnet	
		New[2]	1	1	V2L	Møre og Romsdal	1011982L	Brusdalsvatnet	
Midt-Norge									
	L-N5	**12**	**2**	**1**	**M1S**	**Sør-Trøndelag**	**965L**	**Songsjøen**	
	L-N5	12	2	1	M1S	Nord-Trøndelag	127928L	Store Høysjøen	
	L-N5	12	2	1	M1S	Nord-Trøndelag	139694L	Sandsjøen	
		10	**1**	**1**	**M1S**	**Sør-Trøndelag**	**13536727L**	**Skjerivatnet**	
		10	1	1	M1S	Sør-Trøndelag	1202524L	Austvatnet	
		10	**1**	**1**	**M1S**	**Nord-Trøndelag**	**13840844L**	**Bjørfarvatnet**	
		10	1	1	M1S	Nord-Trøndelag	3081149L	Midtre Blåfjellvatnet	
		10	1	1	M1S	Nord-Trøndelag	3081141L	Arvatnet	
		10	1	1	M1S	Nord-Trøndelag	30841040L	Snaufjellvatnet	
		21	**1**	**1**	**M1F**	**Nord-Trøndelag**	**139716L**	**Storgåsvatnet**	
Nord-Norge - ytre									
	L-N1	3	3	1	N1L	Nordland	16043877L	Storvikvatnet	
	L-N1	3	3	1	N1S	Nordland	162800L	Valnesvatnet	

L-N1	3	3	1	N1L	Troms	18948357L	Sandvatnet	TENNEVIKELVA
L-N2	6	2	1	N1L	Nordland	18047909L	Reppvatnet	
L-N2	**6**	**2**	**1**	**N1L**	**Nordland**	**18148048L**	**Storvatnet**	
L-N2	**6**	**2**	**1**	**N1L**	**Finnmark**	**22058827L**	**Hamnevatnet**	**ELV FRA HAMNEVATNET**
L-N2	6	2	1	N1L	Finnmark	21655721L	Kipparfjordvatnet	SÏRÏYA
L-N2	**6**	**2**	**1**	**N1L**	**Finnmark**	**21156080L**	**Vassdalsvatnet**	**ELV FRA VASSDALSVATNET**
L-N2	6	2	1	N1L	Troms	1952393L	Finnsætervatn	FINNSÆTERELVA
L-N2	6	2	1	N1L	Troms	20051308L	Glimvatnet	RINGVASSÏYA
L-N2	6	2	1	N1L	Troms	20051317L	Ringvatnet	ELV FRA RINGVATNET
L-N2	6	2	1	N1L	Troms	1892362L	Saltvatnet	SKODDEBERGVASSDRAGET
L-N3	2	2	2	M1L	Nordland	15944273L	Grønåsvatnet	
L-N3	2	2	2	N1L	Nordland	1851217L	Alsvågvatnet	
L-N3	2	2	2	N1L	Nordland	1802534L	Urdvatnet	
L-N3	2	2	2	N1L	Finnmark	24665124L	Ellentjørna	ELLENELVA/PASVIKELVA
L-N3	2	2	2	N1L	Finnmark	24665135L	Korsvatn	FØLLELVA/ELLENELVA/PASVIKELVA
L-N3	2	2	2	N1L	Finnmark	2462454L	Litle Spurvvatnet	SPURBEKKEN/PASVIKELVA
L-N3	2	2	2	N1L	Troms	19451065L	Geitvatnet	SENJA ÏST
L-N3	2	2	2	N1L	Troms	19851539L	Laksvatnet	LAKSVATNELVA
L-N3	**2**	**2**	**2**	**N1L**	**Troms**	**19751339L**	**Storvatnet**	**STORELVA**
L-N5	12	2	1	N1S	Finnmark	22160154L	Opnanvatnet	MAGERÏYA
L-N5	12	2	1	N1S	Finnmark	2112169L	Store Trollvikvatnet	TROLLVIKELVA
L-N5	12	2	1	N1S	Finnmark	21555747L	Storvatnet	SEILAND
L-N5	12	2	1	N1S	Finnmark	21755422L	Storvikvatnet	STORVIKVASSDRAGET
L-N5	12	2	1	N1S	Troms	1942389L	Blyfjordvatnet	FINNELVA

L-N5	12	**2**	**1**	**N1S**	**Troms**	**19550700L**	**Ersfjordvatn**	**SENJA VEST**
L-N5	12	**2**	**1**	**N1S**	**Troms**	**1942380L**	**Kapervatnet (N. Kaperdalsvatn)**	**KAPERELVA/LAKSELVA FRA TROLLBUVATNET**
L-N5	12	**2**	**1**	**N1S**	**Troms**	**19450879L**	**Kapervatnet**	**ÅNDERELVA**
L-N5	12	2	1	N1S	Troms	20755290L	Langfjordvatnet	ARNÏYA OG LAUKÏYA
L-N5	12	2	1	N1S	Troms	20251129L	Skipfjordvatnan	SKIPFJORDELVA
L-N5	12	2	1	N1S	Troms	2001710L	Soltindvatnet	VASSBOTTELVA
L-N5	12	**2**	**1**	**N1S**	**Troms**	**19348127L**	**Storvatnet**	**STORELVA**
L-N6	**13**	**2**	**2**	**N1S**	**Nordland**	**1701001L**	**Kjerrvatnet**	
L-N6	**13**	**2**	**2**	**N1S**	**Nordland**	**163806L**	**Kjemåvatnet**	
L-N6	13	2	2	N1S	Finnmark	22059010L	Snøfjordvatnet	MUORRALJÅKKA
L-N6	13	2	2	N1S	Finnmark	2162538L	Store Eggevatn	EGGEVATNVASSDRAGET
L-N6	**13**	**2**	**2**	**N1S**	**Finnmark**	**2122250L**	**Storvatnet**	**SÆTERELVA/TVERRELVA**
L-N6	13	2	2	N1S	Finnmark	2222338L	Øvre Molvikvatnet	MOLVIKELVA
L-N6	13	2	2	N1S	Troms	2031715L	Nakkevatn	VASSELVA/LAVANGSELVA
L-N6	13	2	2	N1S	Troms	1952390L	Store Bunkevatnet	BUNKELVA
L-N6	**13**	**2**	**2**	**N1S**	**Troms**	**19851671L**	**Storvatnet**	**NORDKJOSELVA**
L-N6	13	2	2	N1S	Troms	1942386L	Åndervatnet	ÅNDERELVA

L-N7	22	2	1	N1F	Nordland	1731030L	Rundtindvatnet	
L-N7	22	2	1	N1F	Nordland	16344473L	Straitasjavri	
L-N7	**22**	**2**	**1**	**N1F**	**Finnmark**	**2122247L**	**Holmvatna**	**BOTNELVA**
L-N7	**22**	**2**	**1**	**N1F**	**Finnmark**	**21253125L**	**Holmvatnet**	**BOTNELVA**
L-N7	22	2	1	N1F	Finnmark	21655564L	Langvatnet	SÏRÏYA
L-N7	22	2	1	N1F	Finnmark	21256440L	Stordalsvatna	STORELVA (TALVIK)
L-N7	**22**	**2**	**1**	**N1F**	**Troms**	**20051303L**	**Damvatnet**	**RINGVASSÏYA**
L-N7	22	2	1	N1F	Troms	20652024L	Isvatnet	METTENGELVA
L-N7	22	2	1	N1F	Troms	19550890L	Kvænvatnet	SENJA VEST
L-N7	22	2	1	N1F	Troms	19550946L	Lutvatn	SØRELVA
L-N8	4	3	2	N1L	Nordland	165834L	Soløyvatnet	
L-N8	**4**	**3**	**2**	**N1L**	**Finnmark**	**21253103L**	**Kvenvikvatnet**	**KVENVIKELVA**
L-N8	**4**	**3**	**2**	**N1L**	**Finnmark**	**2122244L**	**Mattisvatnet**	**MATTISELVA**
L-N8	**4**	**3**	**2**	**N1L**	**Finnmark**	**2122243L**	**Storvatnet**	**HALSELVA**
L-N8	**4**	**3**	**2**	**N1L**	**Finnmark**	**2122246L**	**Storvatnet**	**KVENVIKELVA**
L-N8*	9	3	2	N2L	Troms	1962416L	Finnfjordvatnet	ROSSFJORDVASSDRAGET
L-N8*	9	3	2	N2L	Troms	2031714L	Jægervatnet	JÆGERELVA

		??			N1S	Finnmark	64186L	Holmvatnet	
Finnmark (Nord-Norge - indre)									
	L-N1	3	3	1	F1L	Finnmark	2282310L	Mahtosjavri	MATTUSJÅKKA
	L-N1	3	3	1	F1L	Finnmark	23461979L	Maskejavri	CII'KUJÅKKA/MASKEJÅKKA/TANA
	L-N1	3	3	1	F1L	Finnmark	23461552L	Vuskunjavri	GÅLGUTJÅKKA/TANA
	L-N2	6	2	1	F1L	Finnmark	24363771L	Stainatvuoddjanjavri	COAVJEJÅKKA/MARKAJÅKKA/KLOKKE RELVVASSDRAGET
	L-N2	6	2	1	F1L	Finnmark	2432428L	Stuorra Jerestonjavri	VAGGEELVA
	L-N3	2	2	2	F1L	Finnmark	24664273L	Andrevatn	BÏKFJORDEN
	L-N3	2	2	2	F1L	Finnmark	24463829L	Kjerringvatn	MUNKFJORDEN
	L-N3	2	2	2	F2L	Finnmark	2272307L	Kjæsvatnet	PORSANGERELVA
	L-N3	2	2	2	F1L	Finnmark	24563665L	Krokfjordvatn	SKOGERÏYA
	L-N3	2	2	2	F1L	Finnmark	24664554L	Midtfjordvatn	SANDNESELVA
	L-N5	12	2	1	F1S	Finnmark	24764054L	Fuglevatnet	VARANGERFJORDEN ÏST
	L-N5	12	2	1	F1S	Finnmark	23160435L	Jernsteinvatnet	OKSEVÅGVASSDRAGET
	L-N5	12	2	1	F1S	Finnmark	24764032L	Krokvatnet	VARANGERFJORDEN ÏST
	L-N5	12	2	1	F1S	Finnmark	2472466L	Myggvatn	GRENELVA
	L-N6	13	2	2	F1S	Finnmark	24665082L	Abborvatnet	FØLLELVA/ELLENELVA/PASVIKELVA
	L-N6	13	2	2	F1S	Finnmark	24665011L	Kiltjørnan	SKJELLBEKKEN (SKAL'ZUJÅKKA)/PASVIKELVA
	L-N6	13	2	2	F1S	Finnmark	24163371L	Kjelsjøen	VESTERELVA
	L-N6	13	2	2	F1S	Finnmark	2312329L	Koifjordvatnet	RISFJORDELVA
	L-N6	**13**	**2**	**2**	**F1S**	**Finnmark**	**2122173L**	**Ladnetjavri**	**ALTAVASSDRAGET**

	L-N6	13	2	2	F1S	Finnmark	24764438L	Sandvatnet	SANDVASSELVA/GRENSE JAKOBSELV
	L-N6	13	2	2	F1S	Finnmark	24664087L	ytre Torvfjellvatnet	ROPELVA
	L-N6	13	2	2	F1S	Troms	19649330L	Koievatnet	KOIEVASSELVA/BARDUELVA/MÅLSELVVASSDRAGET
	L-N6	**13**	**2**	**2**	**F1S**	**Troms**	**19649109L**	**Storvatnet**	**TVERRELVA/ISELVA/KIRKESELVA/MÅLSELVVASSDRAGET**
	L-N7	22	2	1	F1F	Finnmark	23458183L	Buolzajavri	KARASJÅKKA/TANA
	L-N7	22	2	1	F1F	Finnmark	24363642L	Hauktjern	VAGGEELVA
	L-N7	22	2	1	F1F	Finnmark	23060721L	Litle Holmevatnet	YTRE LAKSEFJORDEN ÏST
	L-N7	**22**	**2**	**1**	**F1F**	**Finnmark**	**23060717L**	**Store Holmevatnet**	**SMIELVA**
	L-N7	**22**	**2**	**1**	**F1F**	**Finnmark**	**24464278L**	**Store Holmvatnet**	**MUNKFJORDEN**
	L-N7	**22**	**2**	**1**	**F1F**	**Finnmark**	**23160226L**	**Storvatnet**	**SKITTENFJORDVASSDRAGET**
	L-N7	22	2	1	F1F	Troms	19649285L	Røyevatnet	KOIEVASSELVA/BARDUELVA/MÅLSELVVASSDRAGET
	L-N7	22	2	1	F1F	Troms	20852111L	Øvrevatn	REISAVASSDRAGET
		10	**1**	**1**	**F0S**	**Finnmark**	**64713L**	**Otervatnet**	
		20	**3**	**2**	**F2S**	**Troms**	**1962404L**	**Takvatnet**	**TAKELVA/FJELLFRØSELVA/MÅLSELVVASSDRAGET**
		24	**3**	**1**	**F2F**	**Finnmark**	**2342279L**	**Iesjavri**	**IESJÅKKA/KARASJÅKKA/TANA**
		New[1]	**1**	**1**	**F0L**	**Finnmark**	**64282L**	**Dalvatn**	

New[3]	2	2	F1F	Finnmark	24764482L	Store Skardvatnet	TÅRNELVA
New[3]	2	2	F1F	Finnmark	2382430L	Oksevatnet	STORELVA

Vedlegg B. Selected reference rivers in Norway

Table B. Selected reference rivers for Norway.

Reference status is validated by data from the Characterisation project (data from the following counties are not updated: Aust-Agder, Vest-Agder, Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane, Møre og Romsdal, Sør- og Nord-Trøndelag, Nordland, Troms og Finnmark). Rivers in yellow (not validated: pale yellow) may be included in a Nordic reference network (IC-types in Eastern and Central Norway as well as Northern Norway inland; sites given priority 1 (preliminary) should be selected before others. Sites given priority 2 should be included in a national reference network together with priority 1 sites. Rivers in bold are included in ongoing monitoring programs (FORSKREF incl. biological monitoring as well as NVE's monitoring of water level and/or water discharge). Norwegian type number followed by a number in brackets indicates that the site is smaller (1; probably not correct), respectively larger (2) than the corresponding Norwegian type. New river types, compared to the typology in Lyche-Solheim & Schartau, 2004, are: 1: Boreal, small, very low alkalinity, humic; 2: Highland, small, very low alkalinity, humic; 3: Boreal, small, low alkalinity, turbid (glacial?); 4: Highland, small, moderate alkalinity, humic. Codes for Nature type, Calcium type and Humic type as in Lyche Solheim et al. (2005). Rivers included in the Riverine Inputs and Direct Discharges monitoring programme (RID) are represented by one lowland monitoring site in the main watercourse. These sites are not assumed to be representative for the reference sites, which are situated in smaller tributaries and in upper parts of the watercourses, and therefore not indicated here (but see Lyche Solheim et al. 2005).

Priority	IC type	Norw type	Nature type	Calcium type	Humic type	Watercourse	County	Watercourse of lower order	Water-body (MS CD)
Eastern /Southern Norway									
1	**R-N3**	**2**	**Ø1L**	**2**	**2**	**Haldenvassdraget**	**ØF**	**Elver til Stor Erte og Aspen**	**001001515R**
1	R-N3	2	Ø1L	2	2	Morsa	ØF	Morsa, restfelt	003000094R
	R-N5	9	Ø1S	2	1	Glomma/Nea	HE	Nea	002040087R
1	**R-N5**	**9**	**Ø1S**	**2**	**1**	**Glomma/Atna**	**HE**	**Atna**	**002064313R**
1	**R-N5**	**9**	**Ø1S**	**2**	**1**	**Glomma/Atna**	**HE**	**Atna**	**002062518R**
	R-N5	9	Ø1S	2	1	Glomma/Lågen/Gjøra	OP	Bjørka	002078392R
	R-N5	9	Ø1S	2	1	Glomma/Lågen/Vinstra	OP	Øskabyggja	002086811R
1	**R-N5**	**9**	**Ø1S**	**2**	**1**	**Glomma/Lågen/Vorma**	**OP**	**Sjoa, restfelt**	**002092768R**
1	R-N5	9	Ø1S	2	1	Glomma/Lågen/Vorma	OP	Sjoa, restfelt	002092058R
1	R-N5	9	Ø1S	2	1	Glomma/Lågen/Vorma	OP	Sjoa	002092601R
	R-N5	9	Ø1S	2	1	Glomma/Lågen/Vorma	OP	Rinda	002092058R
1	R-N5	9	Ø1S	2	1	Glomma/Håelva	ST	Håelva	002054213R
1	R-N5	9	Ø1S	2	1	Nummedalslågen	BU	*No name*	015005641R
	R-N9	10	Ø1S	2	2	Osenvassdraget?	ØF	Oselva	314001200R

?	R-N9	10	Ø1S	2	2	Haldenvassdraget	AK	Hemneselva	001003610R
?	R-N9	10	Ø1S	2	2	Haldenvassdraget	ØF	Børta	001002949R
?	**R-N9**	**10**	**Ø1S**	**2**	**2**	**Haldenvassdraget**	**ØF**	**Setta**	**001001512R**
1	R-N9	10	Ø1S	2	2	Trysilvassdraget	HE	*No name Røa??*	311000005R
1	**R-N9**	**10**	**Ø1S**	**2**	**2**	**Glomma/Mistra**	**HE**	**Mistra**	**002029156R**
	R-N9	10	Ø1S	2	2	Glomma/Hurdalsvassdraget	OA	Hersjøelv oppstrøms Hersjøen	002066919R
	R-N9	**10**	**Ø1S**	**2**	**2**	**Glomma/øst for Mjøsa**	**OP**	**Pottsæteråi/Rokosjøen innløp**	**002069777R**
	R-N9	10	Ø1S	2	2	Glomma/øst for Mjøsa	OP	Vikselva	002015227R
	R-N9	10	Ø1S	2	2	Glomma/øst for Mjøsa		Brumundalselva (Brumunda?)/Leirelva	002069861R
1							OP		
?	**R-N9**	**10**	**Ø1S**	**2**	**2**	**Glomma/øst for Mjøsa**	**OP**	**Finnøla innløp Sør-Mesna**	**002069798R**
	R-N9	10	Ø1S	2	2	Glomma/Lågen/vest for Mjøsa	OP	Helgedalselva oppstrøms Einavatn	002073995R
	R-N9	10	Ø1S	2	2	Glomma/Lågen/vest for Mjøsa	OP	Bjørnstadelva	002074510R
1	R-N9	10	Ø1S	2	2	Sandvikselva	OA	Lomma	008000106R
?	**R-N9**	**10**	**Ø1S**	**2**	**2**	**Drammenselva/Begna**	**BU**	**Sperillen**	**012054174R**
1	R-N9	10	Ø1S	2	2	Drammenselva/Sokna	BU	Drammenselva/Sokna	012038394R
1	R-N9	10	Ø1S	2	2	Nummedalslågen	BU	*No name*	015008048R
1	R-N9	10	S1S	2	2	Skiensvassdraget	TE	Herreelva	016070640R
	R-N9	10	S1S	2	2	Skiensvassdraget	TE	Kileåi	016023118R
1	R-N7	16	Ø1F	2	1	Glomma/Lågen/Otta	OP	Vulu	002101849R
1	R-N7	16	Ø1F	2	1	Glomma/Lågen/Frya	OP	Fisken/Svartåa/Store Eldåi	002083309R
1	**R-N7**	**16**	**Ø1F**	**2**	**1**	**Nummedalslågen**	**BU**	**Normannslågen**	**015010534R**
1	**R-N7**	**16**	**S1F**	**2**	**1**	**Skiensvassdraget**	**TE**	**Kvenna**	**016008149R**
2		**8**	**Ø1S**	**1**	**1**	**Trysilvassdraget**	**HE**	**Sølna**	**311000001R**
		12	Ø1S	3	2	Sandvikselva (OA)	OA	Isielva	008000109R
		12	Ø1S	3	2	Drammenselva/Eikern	BU	Dørja	012001552R
		12	Ø1S	3	2	Nummedalslågen	BU	Kjørstadelva	015000701R
2		**15**	**Ø1F**	**1**	**1**	**Glomma/Atna**	**HE**	**Atna**	**002062523R**
2		15	Ø1F	1	1	Glomma/Lågen/Vorma	OP	Russa/Russvatnet	002092673R
		15	**Ø1F**	**1**	**1**	**Glomma/Lågen/Otta**		**Måråi (ekskl. sideelver til Breidalsvatn)**	**002103419R**
2							**OP**		
2		**15**	**Ø1F**	**1**	**1**	**Glomma/Lågen/Otta**	**OP**	**Tora/Store Føysa/Tverråi**	**002103402R**
2		**15**	**Ø1F**	**1**	**1**	**Glomma/Lågen/Otta**	**OP**	**Tundra/Ostri**	**002103400R**
2		15	Ø1F	1	1	Glomma/Lågen/Otta	OP	Skjøli	002103398R
2		15	Ø1F	1	1	Glomma/Lågen/Otta	OP	Jora/Grøna	002296931R
		15	Ø1F	1	1	Glomma/Lågen/Ula	OP	Ula	002097669R
		15	Ø1F	1	1	Glomma/Lågen/Ula	OP	Vesle Ula	002096933R
2		**17**	**Ø1F**	**1**	**3**	**Glomma/Lågen/Otta**	**OP**	**Bøvra, restfelt (brepåvirket)**	**002110973R**

2		17	Ø1F	1	3	Glomma/Lågen/Otta	OP	Visa (brepåvirket)	002111231R
		18	Ø1F	3	1	Glomma/Lågen/Vorma	OP	Sjoa, restfelt	002092443R
2		New[1]	Ø1S	1	2	Trysilvassdraget	HE	Mugga	311000167R
?		**New[2]**	**S1F**	**2**	**2**	**Skiensvassdraget**	**TE**	**Sjåavatnområdet**	**016003006R**
Western Norway									
2	?	8	V?S	1	1	Strynevassdraget	sjekk	Hjelledøla/Langvatnet/Strynevatnet/Videdøla	088xxxxxR
2		8	V1S	1	1	Vossovassdraget*	sjekk	Raundalselvi	062001026R
2		8 (2)	V2S	1	1	Rauma	sjekk	Rauma	103003329R
2		15 (1)	V0F	1	1	Eidfjordvassdraget/Veig	sjekk	Veig	050003962R
2		15 (1)	V0F	1	1	Vossovassdraget*	sjekk	Raundalselvi/Kleivelvi	062001019R
2		15 (1)	V0F	1	1	Rauma	sjekk	Rauma	103001937R
2		15 (1)	V0F	1	1	Rauma	sjekk	Rauma/Lesjaskogvatnet	103001958R
	?	?	V??	?	?	Oselvvassdraget	sjekk	*No name*	085xxxxxR
	?	?	V??	?	?	Nausta*	sjekk	Nausta	069000896R
	?	?	V??	1	1	Gaularvassdraget*	sjekk	Gaula/Hestadfjorden	083001370R
	?	?	V??	2	1	Oldenvassdraget	sjekk	Oldenvassdraget/Oldenvatnet	088000001R
Central Norway									
1	*R-N2*	1 (1)	M0L	2	1	Namsenvassdraget	sjekk	Namsen	139000052R
1	R-N2	1	M1L	2	1	Namsenvassdraget	sjekk	Luru	139011896R
	R-N5	9 (1)	M0S	2	1	Stjørdalsvassdraget	sjekk	Austre Tverrsona	124001963R
	R-N5	9 (1)	M0S	2	1	Stjørdalsvassdraget	sjekk	Feren	124000449R
	R-N5	9 (1)	M0S	2	1	Stjørdalsvassdraget	sjekk	Forra	124000258R
	R-N5	9 (1)	M0S	2	1	Stjørdalsvassdraget	sjekk	Sona/Vestr+Austre Sonvatnet	124002877R
	R-N5	9 (1)	M0S	2	1	Namsenvassdraget	sjekk	Sørvatnet (Store Namsvatnet)	139049847R
	R-N5	9 (1)	M0S	2	1	Namsenvassdraget	sjekk	*No name*	139049849R
	R-N5	9	M1S	2	1	Namsenvassdraget	sjekk	Otersjøen/Sandøla	139011251R
1	R-N5	9	M1S	2	1	Namsenvassdraget	sjekk	Alma	139016326R
1	R-N5	9	M1S	2	1	Namsenvassdraget	sjekk	Luru	139007422R
1	R-N5	9	M1S	2	1	Vefsna	sjekk	Vefsna/Austre Tiplingen	151018702R
1	R-N9	10	M1S	2	2	Stjørdalsvassdraget	sjekk	Forra	124004101R
1	*R-N7*	16 (1)	M0F	2	1	Namsenvassdraget	sjekk	Alma	139007418R
1	*R-N7*	16 (1)	M0F	2	1	Namsenvassdraget	sjekk	Luru	139007416R
2		6	M2L	2	1	Namsenvassdraget	sjekk	Namsen	139041036R
		11	M1S	3	1	Vefsna	sjekk	Vefsna	151018686R
		14	M2S	3	1	Vefsna	sjekk	Vefsna	151011728R
		13	M2S	2	1	Driva	sjekk	Driva	109006186R
		13	M2S	2	1	Namsenvassdraget	sjekk	Namsen	139040693R
		13	M2S	2	1	Namsenvassdraget	sjekk	Namsen	139040802R

		18 (1)	M0F	3	1	Vefsna	sjekk	Vefsna	151018304R
		18 (1)	M0F	3	1	Beiarelva	sjekk	Beiarelva/Tverråga	161001842R
Northern Norway, coast									
	R-N5	9	N1S	2	1	Saltdalsvassdraget	sjekk	Lønselva	163005240R
	R-N7	16 (1)	N0F	2	1	Saltdalsvassdraget	sjekk	Lønselva	163001777R
2		New[3]	N1S	2	3?	Skjomavassdraget	sjekk	Nordelva	173003484R
2		17	N1F	2	3	Skjomavassdraget	sjekk	Nordelva/Storvatnet (Cunojavri)	173001442R
Northern Norway, inland									
1	*R-N2*	1	F1L	2	1	Vesterelvvassdraget	sjekk	Syltefjordelva	237001837R
1	*R-N2*	1	F1L	2	1	Sandfjordvassdraget	sjekk	Sandfjordelva	238001744R
1	*R-N5*	9	F1S	2	1	Vesterelvvassdraget	sjekk	Syltefjordelva	237001841R
	R-N9	10 (1)	F0S	2	2	Reisavassdraget	sjekk	Reisavassdraget	208003141R
	R-N9	10 (1)	F0S	2	2	Lakselvvassdraget	sjekk	Luos'tejohka	224001023R
	R-N9	10 (1)	F0S	2	2	Tana	sjekk	Karasjåkka	234023494R
	R-N9	10 (1)	F0S	2	2	Sudajåkka/Lakselva	sjekk	Sudajåkka	247000176R
	R-N9	10	F1S	2	2	Reisavassdraget	sjekk	Reisavassdraget/Njallajåkka	208000509R
	R-N9	10	F1S	2	2	Reisavassdraget	sjekk	Reisavassdraget/Njallajåkka	208000512R
1	*R-N9*	10	F1S	2	2	Altavassdraget	sjekk	Kautokeinoelva	212000004R
	R-N9	10	F1S	2	2	Altavassdraget	sjekk	*No name*	212000064R
	R-N9	10	F1S	2	2	Altavassdraget	sjekk	Cabardasjåkka	212013922R
	R-N9	10	F1S	2	2	Lakselvvassdraget	sjekk	Luos'tejåkka	224002291R
1	R-N9	10	F1S	2	2	Sudajåkka/Lakselva	sjekk	Sudajåkka	347000301R
1	*R-N7*	16	F1F	2	1	Vesterelvvassdraget	sjekk	Oardujav'ri/Stuorra Oar'do/Syltefjordelva	237000912R
1	*R-N7*	16	F1F	2	1	Målselvvassdraget	sjekk	Rostaelva	196024614R
	R-N7	16 (1)	F0F	2	1	Reisavassdraget	sjekk	Reisavassdraget	208000523R
	R-N7	16 (1)	F0F	2	1	Tana	sjekk	Iesjåkka/Suossjav'ri	234014301R
	R-N7	16 (1)	F0F	2	1	Sandfjordvassdraget	sjekk	Sandfjordelva	238000990R
1	*R-N7*	16	F1F	2	1	Sandfjordvassdraget	sjekk	Sandfjordelva	238001219R
		2 (1)	F0L	2	2	Pasvikvassdraget	sjekk	Baccavãjåkka	246000003R
		7	F2L	3	1	Målselvvassdraget	sjekk	Målselvvassdraget	196014747R
		10 (2)	F2S	2	2	Altavassdraget	sjekk	Altavassdraget/Duol'bajav'ri/Guov'dagãinãdno/Lup'pujåkka	212013934R
		11	F1S	3	1	Målselvvassdraget	sjekk	Rostaelva	196023642R
		11	F1S	3	1	Målselvvassdraget	sjekk	Rostaelva	196024001R
		12 (1)	F0S	3	2	Tana	sjekk	Karasjåkka	234013422R
		12 (1)	F0S	3	2	Tana	sjekk	Dãdno/Gamehisjåkka/Anarjåkka	234023416R
		12 (1)	F0S	3	2	Lakselvvassdraget	sjekk	Lãvdnjajåkka	224001006R
		12 (1)	F0S	3	2	Børselvvassdraget	sjekk	Bis'sujåkka	225001061R
		12	F1S	3	2	Børselvvassdraget	sjekk	Bis'sujåkka	225002371R
		12	F1S	3	2	Børselvvassdraget	sjekk	Bis'sujåkka	225002541R

12	F1S	3	2	Børselvvassdraget	sjekk	Viek'sajåkka	225002357R
12 (2)	F2S	3	2	Reisavassdraget	sjekk	Reisavassdraget	208003449R
12 (2)	F2S	3	2	Tana	sjekk	Dãdno	234006274R
13	F2S	2	1	Altavassdraget	sjekk	Guov'dagãinãdno	212005912R
18	F1F	3	1	Børselvvassdraget	sjekk	Bis'sujåkka	225000991R
?	F??			Altavassdraget	sjekk	BajitVuoccetjav'ri/Cabardasjåkka/Duol'bajav'ri/Guov'dagãinãdno/Jumesjav'ri/Kautokeinoelva/Vuoccetjåkka/Vuolit Vuoccetjav'ri/*No name*	212002424R
				Altavassdraget	sjekk	Kautokeinoelva	212005912R
?	F1L	?	?	Lakselvvassdraget	sjekk	Lãvdnjajåkka	224003317R
New[4]	F1F	3	2	Målselvvassdraget	sjekk	Rås'tajav'ri	196023643R
New[4]	F0F	3	2	Vesterelvvassdraget	sjekk	Syltefjordelva/Rav'dul	237000896R
New[2]	F1F	2	2	Børselvvassdraget	sjekk	Månsjåkka	225000987R

Vedlegg C. Budsjettunderlag innsjøer

Tabell C1: All elements in all types, only Norwegian network

Tentative budget for reference monitoring of lakes in Norway based on new power analyses (8 lakes per type)

Activity	Element	Samples per year per lake	Total number of types per ecoregion	Total number of ecoregions	Cost per sample	Cost per lake per year	number of types in all ecoregions	number of lakes per type (after new power analyses)	Total number of lakes	Number of monitoring years during first 6 year period	Total cost all lakes first 6 years	Total annual costs
Sampling, analyses												
	Physico-chemical elements	8	9 types (all IC-types: L-N1, 2a+5,2b, 3a+6, 7, 8 + 3 Norwegian types)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	5	40	36	8	288	3	34560	5760
	Phytoplankton	8	6 types (All IC-typesL-N1, 2a+5,2b,3a+6,7,8)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	5	40	24	8	192	3	23040	3840
	Zooplankton	4	9 types (all IC-types + 3 Norwegian types)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	5	20	36	8	288	3	17280	2880
	Macrophytes	1	9 types (all IC-types + 3 Norwegian types)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	16	16	38	8	304	2	9728	1621
	Benthic fauna (littoral)	1,5	8 types (all IC-types + 3 Norwegian types)	5 (east,south,west,mid,north coastal and north inland related to biogeographical variations)	8	12	42	8	336	3	12096	2016
	Fish	1	7 types (IC-types: L-N1, 2, 5; L-N3,6,8, L-N7 + 3 Norwegian types)	6 (east,south,west,mid,north coastal and north inland related to biogeographical variations)	16	16	44	8	352	3	16896	2816
Sum for all elements					55	144					113600	18933
Reporting										6	1800	300
Coordination and administration										6	12900	2150
Total costs excl. VAT											**128300**	**21383**

Chemistry: every two-weeks from mid-June - mid-Sept, one site per lake

3 Norwegian types: very low alk clear boreal or highland + very low alk humic in boreal

Phytoplankton ecoregions: Recent data analysed in the EU-project Eurolimpacs suggest that phytoplankton is different in Eastern compared to Western Norway

Phytoplankton: every two-weeks from mid-June - mid-Sept, one site per lake

Zooplankton: monthly in June-Sept, one site per lake

Macrophytes: one sample defined as one complete macrophyte survey including sufficient number of transects to cover substrate variability in each lake

Benthic fauna: one sample defined as one complete littoral benthic fauna survey including sufficient number of samples to cover substrate variability in each lake

Fish: one sample defined as one complete test fishing including many gillnets at different sites in each lake

Macrophytes included also in the very low alk. types, because of problem species like Juncus bulbosus (krypsiv) occur also in these types

Types x ecoregions + 2 types to separate lowland and boreal in the Eastern Ecoregion for macrophytes, macroinvertebrates and fish

reporting: assuming cycling of lakes, so that a 1/6 of all lakes are monitored each year, and thus that annual reports will be required

ca. 10% adm costs

Tabell C2: Only sensitive elements in different types, only Norwegian network

Tentative budget for reference monitoring of lakes in Norway based on new power analyses (8 lakes per type)
Excluding elements in types where they are less sensitive to possible pressures

Activity	Element	Samples per year per lake	Total number of types per ecoregion	Total number of ecoregions	Cost per sample	Cost per lake per year	number of types in all ecoregions	number of lakes per type (after new power analyses)	Total number of lakes	Number of monitoring years during first 6 year period	Total cost all lakes first 6 years	Total annual costs
Sampling, analyses												
	Physico-chemical elements	6	9 types (all IC-types: L-N1, 2a+5,2b, 3a+6, 7, 8 + 3 Norwegian types)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	5	30	36	8	288	3	25920	4320
	Phytoplankton	6	5 types (IC-typesL-N1, 2a+5,2b,3a+6,8)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	5	30	20	8	160	3	14400	2400
	Zooplankton	4	9 types (all IC-types + 3 Norwegian types)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	5	20	36	8	288	3	17280	2880
	Macrophytes	1	5 types (IC-typesL-N1, 2a+5,2b,3a+6,8)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	16	16	22	8	176	2	5632	939
	Benthic fauna (littoral)	1,5	6 types (IC-types: L-N2+5, L-N3+6, 7 + 3 Norwegian types)	5 (east,south,west,mid,north coastal and north inland related to biogeographical variations)	8	12	32	8	256	3	9216	1536
	Fish	1	6 types (IC-types: L-N2+5, L-N3+6, 7 + 3 Norwegian types)	6 (east,south,west,mid,north coastal and north inland related to biogeographical variations)	16	16	38	8	304	3	14592	2432
Sum sampling and analyses					55	124					87040	14507
Reporting										6	1800	300
Coordination and administration										6	9900	1650
Total costs excl. VAT											**98740**	**16457**

Chemistry: every two-weeks from mid-June -Sept, one site per lake

3 Norwegian types: very low alk clear boreal or highland + very low alk humic in boreal

Phytoplankton ecoregions: Recent data analysed in the EU-project Eurolimpacs suggest that phytoplankton is different in Eastern compared to Western Norway

Phytoplankton: every two-weeks from mid-June - Sept, one site per lake

Zooplankton: monthly in June-Sept, one site per lake

Macrophytes: one sample defined as one complete macrophyte survey including sufficient number of transects to cover substrate variability in each lake

Benthic fauna: one sample defined as one complete littoral benthic fauna survey including sufficient number of samples to cover substrate variability in each lake

Fish: one sample defined as one complete test fishing including many gillnets at different sites in each lake

Types x ecoregions + 2 types to separate lowland and boreal in the Eastern Ecoregion for macrophytes, macroinvertebrates and fish

ca. 10% adm costs

orting: assuming cycling of lakes, so that a 1/6 of all lakes are monitored each year, and thus that annual reports will be required

Tabell C3: All elements in all types, if Nordic network

Tentative budget for reference monitoring of lakes in Norway based on new power analyses (8 lakes per type)

Rest budsjett dersom følgende 4 typer inngår i et nordisk nettverk: L-N1 (+ LN4?), L-N2a + L-N5, L-N3a + L-N6, L-N8 (+15?). Disse vil være aktuelle for følgende reg. Ø (4 typer), M (3 typer, ikke L-N8), N-indre (3 typer, ikke L-N8). Total besparelse for 1

Activity	Element	Samples per year per lake	Total number of types per ecoregion	Total	per sample	Cost per lake per year	number of types in all relevant ecoregions not shared by other countries	number of lakes per type (after new power analyses)	Number of types in Nordic network	number of lakes per type (3 in Norway, assuming that Sweden and Finland provide 5 lakes per Nordic type altogether)	Total number of lakes	Number of monitoring years during first 6 year period	Total cost all lakes first 6 years	Total annual costs
Sampling	Physico-chemical elements	8	9 types (all IC-types: L-N1, 2a+5,2b, 3a+6, 7, 8 + 3 Norwegian types)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	5	40	26	8	10	3	238	3	28560	4760
	Phytoplankton	8	6 types (All IC-typesL-N1, 2a+5,2b,3a+6,7,8)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	5	40	14	8	10	3	142	3	17040	2840
	Zooplankton	4	9 types (all IC-types + 3 Norwegian types)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	5	20	26	8	10	3	238	3	14280	2380
	Macrophytes	1	9 types (all IC-types + 3 Norwegian types)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	16	16	28	8	10	3	254	2	8128	1355
	Benthic fauna (littoral)	1,5	9 types (all IC-types + 3 Norwegian types)	6 (east,south,west,mid,north coastal and north inland related to biogeographical variations)	8	12	32	8	10	3	286	3	10296	1716
	Fish	1	9 types (all IC-types + 3 Norwegian types)	6 (east,south,west,mid,north coastal and north inland related to biogeographical variations)	16	16	34	8	10	3	302	3	14496	2416
Sum sampling and analyses					55	144							92800	15467
Reporting												6	1800	300
Coordination and administration												6	10500	1750
Total costs excl. VAT													**105100**	**17517**

Chemistry: every two-weeks from mid-June - mid-Sept, one site per lake

3 Norwegian types: very low alk clear boreal or highland + very low alk humic in boreal

Phytoplankton ecoregions: Recent data analysed in the EU-project Eurolimpacs suggest that phytoplankton is different in Eastern compared to Western Norway

Phytoplankton: every two-weeks from mid-June - mid-Sept, one site per lake

Zooplankton: monthly in June-Sept, one site per lake

Macrophytes: one sample defined as one complete macrophyte survey including sufficient number of transects to cover substrate variability in each lake

Benthic fauna: one sample defined as one complete littoral benthic fauna survey including sufficient number of samples to cover substrate variability in each lake

Fish: one sample defined as one complete test fishing including many gillnets at different sites in each lake

Macrophytes included also in the very low alk. types, because of problem species like Juncus bulbosus (krypsiv) occur also in these types

reporting: assuming cycling of lakes, so that a 1/6 of all lakes are monitored each year, and thus that annual reports will be required

ca. 10% adm costs

Tabell C4: Only sensitive elements in different types, if Nordic network

Tentative budget for reference monitoring of lakes in Norway based on new power analyses (8 lakes per type)

Excluding elements in types where they are less sensitive to possible pressures

Rest budsjett dersom følgende 4 typer inngår i et nordisk nettverk: L-N1 (+ LN4?), L-N2a + L-N5, L-N3a + L-N6, L-N8 (+15?). Disse vil være aktuelle for følgende reg. Ø (4 typer), M (3 type), N-indre (3 typer). Total besparelse for 10 typer

Activity	Chemistry: every two-weeks from mid-June -Sept, one site per	Samples per year per lake	Total number of types per ecoregion	Total number of ecoregions	Cost per sample	Cost per lake per year	number of types in all ecoregions	number of lakes per type (after new power analyses)	Number of types in Nordic network	number of lakes per type (3 in Norway, assuming that Sweden and Finland provide 5 lakes per Nordic type altogether)	Total number of lakes	Number of monitoring years during first 6 year period	Total cost all lakes first 6 years	Total annual costs
Phytoplankton: every two-weeks from mid-June - Sept, one site per lake			3 Norwegian types: very low alk clear boreal or highland + very low alk humic in boreal	Phytoplankton ecoregions: Recent data analysed in the EU-project Eurolimpacs suggest that phytoplankton is different in Eastern compared to Western Norway										
Sampling, analyses														
	Physico-chemical elements	6	9 types (all IC-types: L-N1, 2a+5,2b, 3a+6, 7, 8 + 3 Norwegian types)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	5	30	26	8	10	3	238	3	21420	3570
Zooplankton: monthly in June-Sept, one site per lake	Phytoplankton	6	5 types (IC-typesL-N1, 2a+5,2b,3a+6,8)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	5	30	10	8	10	3	110	3	9900	1650
	Zooplankton	4	9 types (all IC-types + 3 Norwegian types)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	5	20	26	8	10	3	238	3	14280	2380
Macrophytes: one sample defined as one complete macrophyte survey including sufficient number of transects to cover substrate variability in each lake	Macrophytes	1	5 types (IC-typesL-N1, 2a+5,2b,3a+6,8)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	16	16	12	8	10	3	126	2	4032	672
	Benthic fauna (littoral)	1,5	6 types (IC-types: L-N2+5, L-N3+6, 7 + 3 Norwegian types)	6 (east,south,west,mid,north coastal and north inland related to biogeographical variations)	8	12	22	8	10	3	206	3	7416	1236
	Fish	1	6 types (IC-types: L-N2+5, L-N3+6, 7 + 3 Norwegian types)	6 (east,south,west,mid,north coastal and north inland related to biogeographical variations)	16	16	28	8	10	3	254	3	12192	2032
Sum sampling and analyses					55	124							69240	11540
Reporting												6	1800	300
Coordination and administration												6	7800	1300
Total costs excl. VAT													**78840**	**13140**

Benthic fauna: one sample defined as one complete littoral benthic fauna survey including sufficient number of samples to cover substrate variability in each lake

Fish: one sample defined as one complete test fishing including many gillnets at different sites in each lake

reporting: assuming cycling of lakes, so that a 1/6 of all lakes are monitored each year, and thus that annual reports will be required

ca. 10% adm costs

Vedlegg D. Budsjettunderlag elver

Tabell D1: All elements in all types, only Norwegian network

Note: Few types are represented inn all ecoregions

Activity	Element	Samples per year per river site	Total number of types per ecoregion	Total number of ecoregions	Cost per sample	Cost per river per year	number of types in all eco-regions	number of rivers per type (after new power analyses)	Total number of rivers	Number of monitoring years during first 6 year period	Total cost all rivers first 6 years	Total annual costs
			5 Norwegian types: very low alk clear boreal (8) or highland (15), mod alk clear boreal (11+14), mod alk humic boreal (12), glacial highland (17), mod alk clear highland (18)									
Sampling, analyses	Chemistry: every month throughout the year											
	Physico-chemical elements	12	12 types (all IC-types: R-N1/R-N4, 2, 3, 5, 7, 9; Norwegian types: 8, 11+14, 12, 15, 17, 18)	No biogeographical variation are expected but all types should be represented	2	24	26	8	208	3	14976	2496
	Hydromorphological elements	1	12 types (all IC-types: R-N1/R-N4, 2, 3, 5, 7, 9; Norwegian types: 8, 11+14, 12, 15, 17, 18)	No biogeographical variation are expected but all types should be represented	9	9	26	8	208	1	1872	312
	Benthic algae: two times per year											
Macrophytes: one sample defined as one complete macrophyte survey per year	Benthic algae	2	12 types (all IC-types: R-N1/R-N4, 2, 3, 5, 7, 9; Norwegian types: 8, 11+14, 12, 15, 17, 18)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	9	18	24	8	192	3	10368	1728
	Macrophytes and mosses	1	12 types (all IC-types: R-N1/R-N4, 2, 3, 5, 7, 9; Norwegian types: 8, 11+14, 12, 15, 17, 18)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	7	7	24	8	192	3	4032	672
	Benthic fauna: Two times per year											
	Benthic fauna	2	12 types (all IC-types: R-N1/R-N4, 2, 3, 5, 7, 9; Norwegian types: 8, 11+14, 12, 15, 17, 18)	5 (east,south,west,mid,north coastal and north inland related to biogeographical variations)	9	18	26	8	208	3	11232	1872
	Fish: once per year											
	Fish	1	8 types (R-N1/R-N4 comb R-N2, R-N5 comb 11 +14, R-N7 comb 19, R-N9 comb 12, Norwegian types: 8, 15, 17)	5 (east,south,west,mid,north coastal and north inland related to biogeographical variations)	6	6	22	8	176	3	3168	528
Reporting						reporting: assuming cycling of rivers, so that a 1/6 of all rivers are monitored each year, and thus that annual reports will be required				6	1800	300
Coordination and administration										6	4800	800
Total costs excl. VAT									ca. 10% adm costs		52248	8708

Tabell D2: Only sensitive elements in all types, only Norwegian network

Note: Few types are represented inn all ecoregions

Excluding elements in types where they are less sensitive to possible pressures and combining lowland and boreal types (exept for Eastern Norway (all elements) and fish in all regions)

Activity	Element	Samples per year per river site	Total number of types per ecoregion	Total number of ecoregions	Cost per sample	Cost per river per year	number of types in all eco-regions	number of rivers per type (after new power analyses)	Total number of rivers	Number of monitoring years during first 6 year period	Total cost all rivers first 6 years	Total annual costs
			5 Norwegian types: very low alk clear boreal (8) or highland (15), mod alk clear boreal (11+14), mod alk humic boreal (12), glacial highland (17), mod alk clear highland (18)									
Sampling, analyses												
	Chemistry: every month throughout the year Physico-chemical elements	12	12 types (all IC-types: R-N1/R-N4, 2, 3, 5, 7, 9; Norwegian types: 8, 11+14, 12, 15, 17, 18)	No biogeographical variation are expected but all types should be represented	2	24	22	8	176	3	12672	2112
	Hydromorphological elements	1	12 types (all IC-types: R-N1/R-N4, 2, 3, 5, 7, 9; Norwegian types: 8, 11+14, 12, 15, 17, 18)	No biogeographical variation are expected but all types should be represented	9	9	22	8	176	1	1584	264
	Benthic algae: two times per year Benthic algae	2	9 types (all IC-types: R-N1/R-N4 comb 11+14, R-N2 comb R-N5, R-N3 comb R-N9, R-N7; Norwegian types: 8, 12, 15, 17, 18)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	9	18	20	8	160	3	8640	1440
Macrophytes: one sample defined as one complete macrophyte survey per year. Del all mountain types.	Macrophytes and mosses	1	7 types (all IC-types exept R-N7 (R-N1 comb 11+14); Norwegian types: 8, 12)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	7	7	12	8	96	3	2016	336
	Benthic fauna: Two times per year. Del all mod alk types Benthic fauna	2	9 types (all IC-types: R-N1/R-N4 comb 11+14, R-N2 comb R-N5, R-N3 comb R-N9, R-N7; Norwegian types: 8, 12, 15, 17, 18)	5 (east,south,west,mid,north coastal and north inland related to biogeographical variations)	9	18	22	8	176	3	9504	1584
	Fish: once per year. Del all mod alk types (alredy comb with low alk) Fish	1	8 types (R-N1/R-N4 comb R-N2, R-N5 comb 11 +14, R-N7 comb 19, R-N9 comb 12, Norwegian types: 8, 15, 17)	5 (east,south,west,mid,north coastal and north inland related to biogeographical variations)	6	6	22	8	176	3	3168	528
Reporting							reporting: assuming cycling of rivers, so that a 1/6 of all rivers are monitored each year, and thus that annual reports will be required			6	1800	300
Coordination and administration										6	3900	650
Total costs excl. VAT									ca. 10% adm costs		43284	7214

Tabell D3: All elements in all types, if Nordic network

Note: Few types are represented inn all ecoregions

Reduced budget due to establishment of a common Nordic reference network. Assuming that 5 IC types (R-N1 + 7, R-N2 + 6, R-N3, R-N5 + 13, R-N9) will be included with the following number of types in each ecoregion: East (4 types), Central (3 types), Northe

Activity	Element	Samples per year per river site	Total number of types per ecoregion	Total number of ecoregions	Cost per sample	Cost per river per year	number of types in all eco-regions not incl i Nordic network	number of rivers per type (after new power analyses)	Number of types in Nordic network	number of lakes per type (average: 3 in addition to 5 in SE+FI)	Total number of rivers	Number of monitoring years during first 6 year period	Total cost all rivers first 6 years	Total annual costs
			5 Norwegian types: very low alk clear boreal (8) or highland (15), mod alk clear boreal (11+14), mod alk humic boreal (12), glacial highland (17), mod alk clear highland (18)											
Sampling, analyses														
	Chemistry: every month throughout the year Physico-chemical elements	12	12 types (all IC-types: R-N1/R-N4, 2, 3, 5, 7, 9; Norwegian types: 8, 11+14, 12, 15, 17, 18)	No biogeographical variation are expected but all types should be represented	2	24	15	8	11	3	153	3	11016	1836
	Hydromorphological elements	1	12 types (all IC-types: R-N1/R-N4, 2, 3, 5, 7, 9; Norwegian types: 8, 11+14, 12, 15, 17, 18)	No biogeographical variation are expected but all types should be represented	9	9	15	8	11	3	153	1	1377	230
	Benthic algae: two times per year Benthic algae	2	12 types (all IC-types: R-N1/R-N4, 2, 3, 5, 7, 9; Norwegian types: 8, 11+14, 12, 15, 17, 18)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	9	18	13	8	11	3	137	3	7398	1233
Macrophytes: one sample defined as one complete macrophyte survey per year	Macrophytes and mosses	1	12 types (all IC-types: R-N1/R-N4, 2, 3, 5, 7, 9; Norwegian types: 8, 11+14, 12, 15, 17, 18)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	7	7	13	8	11	3	137	3	2877	480
	Benthic fauna: Two times per year Benthic fauna	2	12 types (all IC-types: R-N1/R-N4, 2, 3, 5, 7, 9; Norwegian types: 8, 11+14, 12, 15, 17, 18)	5 (east,south,west,mid,north coastal and north inland related to biogeographical variations)	9	18	15	8	11	3	153	3	8262	1377
	Fish: once per year Fish	1	8 types (R-N1/R-N4 comb R-N2, R-N3 comb 4, R-N5 comb 11 +14, R-N7 comb 19, R-N9 comb 12, Norwegian types: 8, 15, 17)	5 (east,south,west,mid,north coastal and north inland related to biogeographical variations)	6	6	11	8	11	3	121	3	2178	363
Reporting								reporting: assuming cycling of rivers, so that a 1/6 of all rivers are monitored each year, and thus that annual reports will be required				6	1800	300
Coordination and administration											ca. 10% adm costs		3600	600
Total costs excl. VAT													38508	6418

Tabell D4: Only sensitive elements in all types, if Nordic network

Note: Few types are represented inn all ecoregions

Excluding elements in types where they are less sensitive to possible pressures and combining lowland and boreal types (exept for Estern Norway (all elements) and fish in all regions)

Reduced budget due to establishment of a common Nordic reference network. Assuming that 5 IC types (R-N1 + 7, R-N2 + 6, R-N3, R-N5 + 13, R-N9) will be included with the following number of types in each ecoregion: East (4 types), Central (3 types), Northe

Activity	Element	Samples per year per river site	Total number of types per ecoregion	Total number of ecoregions	Cost per sample	Cost per river per year	number of types in all eco-regions not incl i Nordic network	number of rivers per type (after new power analyses)	Number of types in Nordic network	number of lakes per type (average: 3 in addition to 5 in SE+FI)	Total number of rivers	Number of monitoring years during first 6 year period	Total cost all rivers first 6 years	Total annual costs
Sampling, analyses			5 Norwegian types: very low alk clear boreal (8) or highland (15), mod alk clear boreal (11+14), mod alk humic boreal (12), glacial highland (17), mod alk clear highland (18)											
	Chemistry: every month throughout the year Physico-chemical elements	12	12 types (all IC-types: R-N1/R-N4, 2, 3, 5, 7, 9; Norwegian types: 8, 11+14, 12, 15, 17, 18)	No biogeographical variation are expected but all types should be represented	2	24	11	8	11	3	121	3	8712	1452
	Hydromorphological elements	1	12 types (all IC-types: R-N1/R-N4, 2, 3, 5, 7, 9; Norwegian types: 8, 11+14, 12, 15, 17, 18)	No biogeographical variation are expected but all types should be represented	9	9	11	8	11	3	121	1	1089	181,5
	Benthic algae: two times per year Benthic algae	2	9 types (all IC-types: R-N1/R-N4 comb 11+14, R-N2 comb R-N5, R-N3 comb R-N9, R-N7; Norwegian types: 8, 12, 15, 17, 18)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	9	18	9	8	11	3	105	3	5670	945
	Macrophytes: one sample defined as one complete macrophyte survey per year. Del all mountain Macrophytes and mosses	1	7 types (all IC-types exept R-N7 (R-N1 comb 11+14); Norwegian types: 8, 12)	4 (east,west,mid,north related to climatic variations)	7	7	1	8	11	3	41	3	861	143,5
	Benthic fauna: Two times per year. Del all mod alk types Benthic fauna	2	9 types (all IC-types: R-N1/R-N4 comb 11+14, R-N2 comb R-N5, R-N3 comb R-N9, R-N7; Norwegian types: 8, 12, 15, 17, 18)	5 (east,south,west,mid,north coastal and north inland related to biogeographical variations)	9	18	11	8	11	3	121	3	6534	1089
	Fish: once per year. Del all mod alk types (alredy comb with low alk) Fish	1	8 types (R-N1/R-N4 comb R-N2, R-N5 comb 11 +14, R-N7 comb 19, R-N9 comb 12, Norwegian types: 8, 15, 17)	5 (east,south,west,mid,north coastal and north inland related to biogeographical variations)	6	6	11	8	11	3	121	3	2178	363
Reporting									reporting: assuming cycling of rivers, so that a 1/6 of all rivers are monitored each year, and thus that annual reports will be required			6	1800	300
Coordination and administration												6	3000	500
Total costs excl. VAT											ca. 10% adm costs		29844	4974

Tabell D5: Budget if total is 4.35 mill. NOK per year

Note: Few types are represented inn all ecoregions

Only including some the most vulnerable types and ecoregions to fit a total budget of approx. 4.35 mill. NOK per year.

Activity	Element	Samples per year per river site	Total number of types per ecoregion	Total number of ecoregions	Cost per sample	Cost per river per year	number of types in all eco-regions	number of rivers per type (after new power analyses)	Total number of rivers	Number of monitoring years during first 6 year period	Total cost all rivers first 6 years	Total annual costs
Sampling, analyses												
	Physico-chemical elements (Chemistry: every month throughout the year)	12	R-N1+11, R-N2+R-N5, 4+12 over hele landet, R-N5, R-N7, R-N9, 8 og 15 på Øst/Sørlandet, Vestlandet og Nord-Norge inland.	No biogeographical variation are expected but all types should be represented	2	24	17	8	136	3	9792	1632
	Hydromorphological elements	1	R-N1+11, R-N2+R-N5, 4+12 over hele landet, R-N5, R-N7, R-N9, 8 og 15 på Øst/Sørlandet, Vestlandet og Nord-Norge inland.	No biogeographical variation are expected but all types should be represented	9	9	17	8	136	1	1224	204
	Benthic algae (Benthic algae: two times per year)	2	Svært kalkfattige og kalkfattige (klare + humøse) i skog og fjell: R-N5, R-N7, R-N9, 8 og 15	3 (east/south, west, and north inland)	9	18	11	8	88	3	4752	792
Macrophytes: one sample defined as one complete macrophyte survey.	Macrophytes and mosses	1	Kalkfattige, klare og kalkrike, humøse i lavland/skog: R-N1+11, R-N2+R-N5, 4+12	4 (east, west, mid, and north costal/inland)	7	7	4	8	32	3	672	112
	Benthic fauna (Benthic fauna: Two times per year.)	2	Svært kalkfattige og kalkfattige (klare + humøse) i skog og fjell: R-N5, R-N7, R-N9, 8 og 15	3 (east/south, west, and north inland)	9	18	11	8	88	3	4752	792
	Fish (Fish: once per year)	1	Svært kalkfattige og kalkfattige (klare + humøse) i skog og fjell: R-N5, R-N7, R-N9, 8 og 15	3 (east/south, west, and north inland)	6	6	13	8	104	3	1872	312
Reporting						reporting: assuming cycling of rivers, so that a 1/6 of all rivers are monitored each year, and thus that annual reports will be required				6	1500	250
Coordination and administration										6	2100	350
Total costs excl. VAT									ca. 10% adm costs		26664	4444