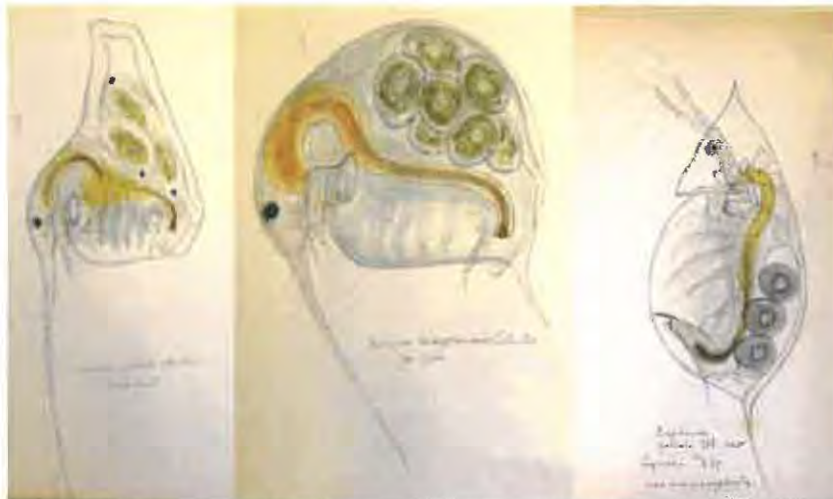


Müller - Sars Selskapet – Drøbak



Karakteristisk krepsdyrplankton fra Glomma i Østfold og dens nedslagsfelt.
Fra venstre *Bosmina coregoni* m. *gibbera* fra Tunevann, *B. longicornis* fra Isesjø
og *Daphnia gelata* (m. *oxycephala*; en *Daphnia*-hybrid) fra Lyseren

GLOMMA OG DENS NEDSLAGSFELT I ØSTFOLD: LIMNOLOGISK NATURTILSTAND OG ØKOLOGISK STRESS FRA 1880-TALLET TIL I DAG BELYST MED MIKROKREPSDYR

Rapport nr. 9-2009

Drøbak 2009

ISBN 978-82-8030-015-7

Ekstrakt

I EUs Vanddirektiv fra år 2000 med oppgave å undersøke og overvåke akvatiske økosystemer, er den opprinnelige flora og fauna viktig, fordi etter 15 år skal vanlige vannforekomster ha blitt tilbakeført til "naturlig tilstand" så langt det lar seg gjøre, og videre ha "god overflatevannstatus". Biogeografi til mikrokrepsdyr i Glommaregionen av Østfold og tilliggende nedslagsfelt har vært undersøkt siden 1880-tallet av en av de viktigste krepsdyrforskere gjennom alle tider, Georg Ossian Sars (1837-1927). Han arbeidet her i perioder fordi det lå nær hans eget hjemsted i Christiania/Kristiania, og fordi området var arts- og formrikt. Dette materialet av mikrokrepsdyr fra slutten av 1800-tallet er tatt vare på, og er meget verdifullt, siden prøvene demonstrerer hvordan forholdene var før menneskene satte sitt kraftige preg på de akvatiske økosystemene i området. Sars undersøkte spesielt Øyeren, Lyseren, Vestvannet, Tunevann, Isesjø, Visterflo og flere andre lokaliteter i de nåværende kommunene Sarpsborg, Fredrikstad og Halden. Sars' materiale foreligger på Naturhistorisk Museum (avd. Zoologi), Universitetet i Oslo og på Nasjonalbiblioteket, Oslo. Med hensyn til forholdene i Glomma i Østfold-området er det stort sett usortert. Det er de hovedsakelig pelagiske slektene *Daphnia*, *Bosmina* og *Cyclops* som Sars fant hadde mange representanter i dette området, i tillegg til de bentiske og plankton-litorale og plankton-profundale gruppene av mikrokrepsdyr. Uvanlige arter og/eller former av *Daphnia cucullata*, *D. cristata*, hybrider som *D. cucullata* x *D. galeata*, *D. cucullata* x *D. longispina*, *D. galeata* x *D. longispina*, *Bosmina coregoni*, former av *Bosmina* som *lilljeborgi*, *longicornis*, *insignis*, *thersites*, *gibbera* m.fl. finnes i adskillige lokaliteter i dette området. Mange av formene som Sars fant blir fortsatt observert i flere av lokalitetene. Det har vært få detaljerte undersøkelser i dette området siden Sars' tid, men det foreligger faunalister i publikasjoner og rapporter. Fiskeøkologi er undersøkt i området, men zooplankton er ikke spesielt detaljert behandlet. Både økosystemene, organismsamfunnet og enkeltorganismer er viktig ved vurdering av biomangfold. Den viktigste årsaken til tap av biomangfold i dette området er næringsfall fra jordbruk og virksomheter forbundet med dette som gir eutrofiering, samt spredning og biomasseøkning av fisk med bredspektret fødevalg, slik som sørv, suter og andre karpfisk. Også enkelte predasjonsrike innsjøer innehar spesielle organismsamfunn som sammen med de klimatiske forholdene blir sjeldne kombinasjoner, som for eksempel Lyseren, Tunevann og Vestvannet. Undersøkelsesområdet er verdifullt i norsk sammenheng fordi fiskepredasjonen er høy og fiskediversiteten likedann, og derfor blir formrikdommen av andre organismer som mikrokrepsdyr spesielt stor. Betydelige deler av Østfold, som nedslagsfeltet til Glomma fra Vestfjella, har fortsatt påvirkning av atmosfæriske utslipp, og noen innsjøer viser kronisk forurening med spesielle organismsamfunn. Derfor bør enkelte kronisk sure lokaliteter og vassdrag ikke kalkes. Dette kan både gi informasjon om naturlig restaurering samt vise økologi og biogeografi i kronisk forurente områder. I Glommaregionen av Østfold og nærliggende nedslagsfelt spiller zooplanktonets arts- og størrelsessammensetning avgjørende rolle for systemenes økologi. I noen innsjøer har det skjedd viktige endringer i zooplanktonsamfunnet siden Sars besøkte området på 1880-tallet, mens andre har vært mer stabile. Dette arbeidet gir en oversikt over endringene, og tenkte økologiske effekter som følge av dette.

Emneord: *Glomma i Østfold, EUs Vanddirektiv, G.O. Sars, historiske prøver, mikrokrepsdyr, biomangfold, eutrofiering, forurening, fiskespredning, habitatdeleggelse, naturlig restaurering, zooplankton, fiskepredasjon, overbefolkning, referanselokaliteter, økosystemrestaurering*

Forfatter:

Jens Petter Nilssen

Müller-Sars Selskapet, Avd. Fri Grunnforskning,

Postboks 195, 1441 Drøbak

epost: j.p.nilssen@bio.uio.no

Müller - Sars Selskapet – Drøbak

**Selskap til fremme av biologisk grunnforskning og
forskningshistorie i og rundt Oslofjorden og Skagerrak**

FAGLIG FORORD

Biogeografi i Glomma og dens nedslagsfelt i Østfold har vært undersøkt siden 1880-tallet av en av de viktigste krepsdyrforskere gjennom alle tider, Georg Ossian Sars (1837-1927). Han arbeidet i perioder her fordi området lå så nær hans eget hjemsted i Christiania/Kristiania. Materialet av mikrokrepsdyr fra slutten av 1800-tallet er heldigvis tatt vare på, og er meget verdifullt (se Frey 1982), også fordi prøvene demonstrerer hvordan forholdene var før menneskene satte sitt kraftige preg på de akvatiske økosystemene i regionen. Sars undersøkte spesielt Øyeren, Lyseren, Vestvannet (Bjørnstadvannet – den gang), Tunevann, Isesjø, Visterflo og flere andre lokaliteter i de nåværende kommunene Sarpsborg, Fredrikstad og Halden. Sars' materiale foreligger på Naturhistorisk Museum (avd. Zoologi), Universitetet i Oslo og på Nasjonalbiblioteket, Oslo og materialet fra Glomma i Østfold og nærliggende vassdrag er stort sett usortert (Nilssen unpubl.data). I det viktige biogeografiske pionérstudiet til Huitfeldt-Kaas (1898, 1906) fra hele Sør-Norge ble det forbausende nok ikke samlet organismer fra Glomma og dens nedslagsfelt i Østfold, selv om hans "faunistiske støttespiller" i dette arbeidet G.O. Sars var svært aktiv her.

Deretter var det ingen detaljerte undersøkelser av mikrokrepsdyr inntil faget ferskvannsøkologi ble satt i gang av prof. Kåre Elgmork på 1960-tallet ved det daværende Zoologisk Institutt, Universitetet i Oslo, med en rekke hovedfagsoppgaver, spesielt i Akershus og Oslo, og det øvrige østland. Bortsett fra Vansjø i nabovassdraget (Bjørndalen & Warendorph 1982), foreligger det ingen detaljerte studier av gruppen fra denne regionen. I tillegg er noen rapporter eller publikasjoner utført hvor mikrokrepsdyr er notert. Derimot er fiskeøkologi undersøkt i dette og nærliggende området både i hoverfagsoppgaver, publikasjoner og rapporter (Brabrand 1979, Vøllestad 1983, Brabrand & Lien 2004). Zooplankton utgjør det avgjørende trofiske leddet mellom plante- og bakterieplankton og fisk. De fleste fiskearter er enten hele livet planktivore (konsumerer dyreplankton) eller har viktige stadier som gjør det, som regel yngelstadiet. Krepsdyrsamfunnet i en bestemt lokalitet er stabilt, hvis det ikke er utsatt for betydelige miljøfaktorer, som langvarige klimaforandringer og økologisk stress (Pejler 1975). Kratz et al. (1987) fant at krepsdyrplanktonet var mer variable mellom innsjøer enn innen år, mens hjuldyrpopulasjonene var mer variable over tid.

De siste 4 tiårene har vi arbeidet med biogeografi, aut- og synøkologi til et utvalg av akvatiske organismer i ferskvann i Oslo, Akershus og Østfold. Både økosystemene,

organismesamfunnet og enkeltorganismer er viktig ved vurdering av biomangfold. Den avgjørende negative faktoren rundt biomangfold i dette området er næringsalter fra jordbruk og økologiske følger av dette, samt spredning av fisk med bredspektret fødevalg, som sørv, suter og annen karpefisk. Men også enkelte predasjonsrike innsjøer innehar organismesamfunn som sammen med de klimatiske forholdene og forhistorien utgjør sjeldne kombinasjoner.

En rekke forhold er avgjørende når en skal sammenligne historiske og nåværende prøver og økologiske forhold: 1) G.O.Sars' tidligere prøver i spesifikke lokaliteter, 2) Sars' tidligere prøver i lokaliteter med overføringsverdi til Glomma i Østfold, fordi tilsvarende genotyper ofte finnes i slike nabolokaliteter. Disse lokalitetene er i Morsavassdraget, vassdragene som renner til Bunneffjorden (Årungenvassdraget og Gjersjøvassdraget) og Haldenvassdraget. 3) Det tredje punktet er avklaring av art eller takson til den gjeldende populasjonen og 4) et avgjørende punkt er hvilken navnetting (= nomenklatur) som nå anvendes, og hvordan nomenklaturen har forandret seg siden G.O. Sars' undersøkelser. 5) I tillegg krever alle punktene over at fornyet feltarbeid og innsamlinger blir utført i en rekke lokaliteter i dette området, dette vil gjøre det mulig å sammenligne med forholdene før 1900. Slike studier, innenfor prosjektet "I G.O. Sars' Fotspor" har blitt foretatt her fra 2003 til dags dato.

Undersøkellesområdet er verdifullt i norsk sammenheng fordi fiskepredasjonen er høy og fiskediversiteten likedann, og derfor blir formrikdommen av andre organismer som mikrokrepsdyr spesielt stor. Siden erfaringen med å benytte zooplankton som indikatorer er velutviklet, vil det totale zooplanktonsamfunnet egne seg godt for å identifisere og studere økologisk stress, som eutrofiering, bioinvasjoner av pelagisk fisk, og restaurering etter stressperioder. Betydelige deler av Østfold har fortsatt påvirkning av atmosfæriske utslipp, dette gjelder spesielt Fjellaområdet og området sør for en tenkt linje fra Femsjøen til Aspern (Vøllestad 1989, Walseng & Hansen 1994, Walseng & Karlsen 1997, Hesthagen et al. 2002, Walseng & Karlsen 2009). Noen innsjøer viser ved kronisk forurening spesielle organismesamfunn, derfor bør et utvalg av kronisk sure lokaliteter og vassdrag ikke kalkes. Dette kan både gi informasjon om naturlig restaurering samt vise økologi og biogeografi i kronisk forsurede områder.

Jens Petter Nilssen, Müller-Sars Selskapet, Drøbak – 15. september 2009

INNHALDSFORTEGNELSE

EKSTRAKT	s. 2
FAGLIG FORORD	s. 3
INNHALDSFORTEGNELSE	s. 5
SAMMENDRAG	s. 6
1. INNLEDNING – G.O. SARS, HISTORISK AKVATISK BIODIVERSITET OG EUS VANN DIREKTIV AV ÅR 2000 I GLOMMA I ØSTFOLD	s. 9
2. MATERIALE OG METODER	s. 13
2.1. HISTORISK MATERIALE ETTER G.O. SARS	s. 14
2.2. TAKSONOMISKE NOTATER OM UTVALGTE GRUPPER	s. 19
2.3. PELAGISK OG BENTISK SONE – ULIKE ORGANISMER OG UTVALG	s. 25
2.4. ZOOPLANKTON OG MIKROKREPSDYR SOM BIOINDIKATORER VED EUTROFIERING OG BIOINVASJONER AV KARPEFISK	s. 25
3. RESULTATER – GLOMMA I ØSTFOLD	s. 28
3.1. LIMNOLOGISK BESKRIVELSE AV GLOMMA I ØSTFOLD FRA LYSEREN TIL FREDRIKSTAD	s. 28
3.2. ULIKE ØKOLOGISKE PÅVIRKNINGER I HISTORISK-LIMNOLOGISK PERSPEKTIV	s. 37
3.3. HISTORISKE DATA – OPPRINNELIGE ØKOSYSTEMER PÅ G.O. SARS' TID	s. 41
3.3.1. GLOMMA I ØSTFOLD OG DENS NEDSLAGSFELT	s. 41
3.3.2. VASSDRAG MED OVERFØRINGSVERDI TIL GLOMMA I ØSTFOLD	s. 44
3.4. HISTORISKE OBSERVASJONER ETTER G.O. SARS TIL CA. ÅR 2000	s. 46
4. EU's VANN DIREKTIV OG FORVENTNING TIL DEN ØKOLOGISKE UTVIKLING AV GLOMMA I ØSTFOLD	s. 47
5. ETTERORD OG TAKKSIGELSER	s. 48
6. LITTERATURHENVISNINGER	s. 49

SAMMENDRAG

Rapporten refereres slik:

Nilssen, J.P. 2009. Glomma og dens nedslagsfelt i Østfold: limnologisk naturtilstand og økologisk stress fra 1880-tallet til i dag belyst med mikrokrepsdyr. Müller-Sars Selskapet. Rapport nr. 9 – 2009. 53 s. ISBN: 978-82-8030-015-7.

EUs Vanddirektiv fra år 2000 (egentlig EUs Rammedirektiv for vann) har som oppgave å undersøke og overvåke akvatiske økosystemer og sette klare miljømål med tydelige milepeler. Etter 15 år (fra år 2000) skal vanlige vannforekomster ha blitt tilbakeført til "naturtilstanden" så langt det lar seg gjøre, og videre ha "god overflatevann status". EUs Vanddirektiv har valgt ut følgende parametre og/eller økologiske grupper for å definere vannkvalitet i ferskvann: hydrofysikk, vannkjemi, fytoplankton, fastsittende vannvegetasjon og fisk. I motsetning til limnologiens historie, fra dens start på slutten av 1800-tallet, hvor pelagialsonen spilte og spiller avgjørende rolle for teoriutvikling, er denne sonen ikke tatt med i EUs Vanddirektiv, siden zooplankton ikke er inkludert. I dette arbeidet vil zooplankton og mikrokrepsdyr bli behandlet i en historisk sammenheng. I tillegg vil problemet rundt bentisk-pelagisk kobling i livshistoriene til mikrokrepsdyr bli behandlet, og dilemmaet Vanddirektivet her blir stilt overfor ved utvelgelse av indikatororganismer. Observasjonene (både de publiserte og upubliserte) til G.O. Sars fra Glomma i Østfold og nærliggende vassdrag vil bli a) sammenlignet med observasjoner fra disse områdene i dag, b) systematikk og nomenklatur vil også bli oppdatert basert på molekylærbiologiske og historiske metoder. Undersøkelingsområdet er verdifullt i norsk sammenheng fordi fiskepredasjonen og fiskediversiteten er relativt, men vanligvis ikke ekstremt høy, og derfor blir formrikdommen av andre organismer som mikrokrepsdyr spesielt stor.

Zooplankton (mikrokrepsdyr og hjuldyr) utgjør det avgjørende trofiske leddet mellom plante- og bakterieplankton og fisk. De fleste fiskearter er enten hele livet planktivore (konsumerer dyreplankton) eller har viktige stadier som gjør det, som regel yngelstadiet. Krepsdyrsamfunnet i en bestemt lokalitet er stabilt, hvis det ikke er utsatt for betydelige miljøfaktorer, som langvarige klimaforandringer og økologisk stress. Krepsdyrplanktonet er mer variable mellom innsjøer enn innen år, mens hjuldyrpopulasjonene er mer variable over tid.

Akvatisk biogeografi i deler av Glomma i Østfold og nærliggende vassdrag har vært undersøkt siden 1880-tallet – før menneskene satte sitt kraftige preg på de akvatiske

økosystemene i dette området – av en av de viktigste krepsdyrforskere gjennom alle tider, Georg Ossian Sars (1837-1927). Han arbeidet her i perioder fordi det lå nær hans eget hjemsted i Christiania/Kristiania. Dette materialet av mikrokrepsdyr fra slutten av 1800-tallet er heldigvis tatt vare på, og er nå meget verdifullt, siden de bl.a. kan brukes for å identifisere økologiske forandringer.

Sars undersøkte spesielt Øyeren, Lyseren, Vestvannet (tidligere Bjørnstadvann), Tunevann, Isesjø, Visterflo og flere andre lokaliteter i de nåværende kommunene Sarpsborg, Fredrikstad og Halden. Sars' materiale foreligger på Naturhistorisk Museum (avd. Zoologi), Universitetet i Oslo og på Nasjonalbiblioteket, Oslo, og med hensyn til forholdene i Glomma i Østfold er det stort sett usortert. Etter G.O. Sars' tid var det ingen detaljerte undersøkelser av mikrokrepsdyr inntil ferskvannsøkologi ble igangsatt av zoologen Kåre Elgmork på 1960-tallet ved universitetet i Oslo, med en rekke hovedfagsoppgaver, spesielt i Akershus og Oslo. Det foreligger ingen detaljerte oppgaver på mikrokrepsdyr i Glomma i Østfold. Men flere nærliggende lokaliteter er undersøkt, som Vansjø, Årungen, Kolbotnvann og Gjersjøen. I tillegg finnes rapporter og publikasjoner hvor mikrokrepsdyr er notert i Glomma i Østfold.

Siden 2003 har vi arbeidet med biogeografi, aut- og synøkologi til et utvalg av akvatiske organismer i ferskvann i Oslo, Akershus og Østfold. Både økosystemene, organismesamfunnet og enkeltorganismer er viktig ved en vurdering av biomangfold og dens forandringer. Den største negative påvirkning av biomangfold i kystsonen i dette området er næringssalter fra jordbruk og virksomheter forbundet med dette, samt spredning av fisk med bredspektret fødevalg, som sørv, suter og andre karpefisk. Men også enkelte predasjonsrike innsjøer innehar spesielle organismesamfunn og formkomplekser som sammen med de klimatiske forholdene blir sjeldne kombinasjoner, som for eksempel Lyseren, Tunevann og Isesjø.

En rekke forhold er avgjørende når en skal sammenligne historiske og nåværende prøver og økologiske forhold i dette området: 1) G.O.Sars' tidligere prøver i spesifikke lokaliteter, 2) Sars' tidligere prøver i lokaliteter med overføringsverdi til Morsavassdraget, 3) Det tredje punktet er avklaring av art eller takson til den gjeldende populasjonen og 4) et avgjørende punkt er hvilken navnssetting som nå anvendes, og hvordan denne har forandret seg siden G.O. Sars' undersøkelser. 5) I tillegg kreves det at mange prøver over et stort biogeografisk område blir innsamlet, bearbeidet og sammenlignet med punktene 1-2 over.

De hovedsakelig pelagiske slektene *Daphnia*, *Bosmina* og *Cyclops* har mange representanter i dette området, i tillegg til bentiske som Chydoridae, og plankton-littorale grupper av mikrokrepsdyr, som *Ceriodaphnia*. Uvanlige arter og/eller former av *Daphnia cucullata*, *D. cristata*, hybrider som *D. cucullata x D. galeata*, *D. cucullata x D. longispina*, *D. galeata x D. longispina*, *Bosmina coregoni*, former av *Bosmina* som *lilljeborgi*, *longicornis*, *insignis*, *thersites*, *gibbera* m.fl. finnes i adskillige lokaliteter i dette området. Noen av innsjøene er tydelig forandret og har mistet eller fått kraftig reduserte populasjoner av oligotrofe og/eller store zooplanktonarter som *Holopedium gibberum*, *Bythotrephes longimanus*, *Cyclops scutifer* og *Linnocalanus macrurus*. De små former og arter har det blitt betydelig flere av. Ofte finnes de samme *Bosmina* og *Daphnia* arter som på Sars' tid. I andre lokaliteter finnes til og med de samme former som på Sars' tid.

Betydelige deler av nedslagsfeltet til Glomma i Østfold, spesielt mot Fjellaområdet (som er et samlenavn for områder i Østfold som ligger over den tidligere marine grense) og sør for Haldenvassdraget mellom Aspern og Femsjøen, har fortsatt betydelige påvirkning av atmosfæriske utslipp, og noen innsjøer viser forsurening med spesielle organismsamfunn, derfor bør kroniske lokaliteter og vassdrag utvikle seg uten at det kalkes. Dette kan både gi informasjon om naturlig restaurering samt vise økologi og biogeografi i kronisk forsurrede områder. Erfaringen med å benytte zooplankton som indikatorer er velutviklet, fordi for de fleste av artene foreligger svært mye autøkologisk data, sammenlignet med andre grupper av f.eks. mikrokrepsdyr. Det totale zooplankton- og mikrokrepsdyrsamfunnet vil derfor egne seg godt for å identifisere og studere økologisk stress, som forsurening, bioinvasjoner av pelagisk fisk, eutrofiering og restaurering etter slike og lignende stressperioder.

1. INNLEDNING – G.O. SARS, HISTORISK AKVATISK BIODIVERSITET OG EUS VANNDIREKTIV AV ÅR 2000 I GLOMMA I ØSTFOLD

Historiske data fra Glomma i Østfold

Den verdensberømte biologen Georg Ossian Sars (1837-1927) var spesielt mange ganger mellom 1880 og 1900 i Glomma i Østfold (GiØ) og nærliggende vassdrag, fordi han her fant en rekke arter og formtyper innen dyreplankton som han ellers ikke registrerte i Norge, bortsett fra i deler av Akershus.



Figur 1-1. G.O. Sars var ofte i Østfold og Akershus for å samle mikrokrepsdyr til sitt store arbeid om alle norske representanter både i saltvann og ferskvann. Glomma i Østfold (GiØ) regionen og nærliggende vassdrag hadde høy akvatisk biodiversitet. Han var ofte i området rundt det daværende Bjørnstadvannet, nå Vestvannet – en meget avstengt del av Glomma. Kilde web: <http://www.ostfoldmuseet.no/>.

Georg Ossian Sars igangsatte sine oppsplittinger av *Daphnia* og *Bosmina* og ikke minst *Cyclops* s.lat. på 1860-tallet, basert på den ekstremt diverse faunaen til disse slektene rundt Oslo. Sars var spesielt heldig stillet fordi det i dette området fantes alle typer innsjøer fra oligotrofe til naturlig eutrofe (som f.eks. Østensjøvannet, Oslo), med alle typer av predasjonstrykk fra fisk fra ørret til karpefisk, og fisketomme dammer og tjern. Den var denne høye diversiteten, i motsetning til de mer uniforme økosystemene i mange europeiske land, som gjorde at Sars kunne sette i gang den eksepsjonelle oppsplittingen; som også fikk tydelig oppmerksomhet i det vitenskapelige samfunn i Europa i siste halvdel av 1800-tallet (se omtaler av G.O. Sars' publikasjoner i flere utgaver av *Zoological Records* i dette tidsrom). Sars splitting i arter innenfor *Daphnia* og *Bosmina*-kompleksene var hovedsakelig basert på ytre skallkarakterer og organismenes evolusjonære svar på økologiske forhold i ekstremt forskjelligartede økosystemer. *Daphnia longispina*-problemet i Europa som har pågått i 240 år, er nå i

ferd med å løses, og norske forskere har sentral plass i dette arbeidet. Lokalteter i Norge, ikke minst Sars' historiske prøver fra øst Norge og hans tidlige fylogenetiske betraktninger og spekulasjoner, har vært fullstendig avgjørende for denne oppklaringen (Nilssen et al. 2007, Petrussek et al. 2008).

Men også lokalitetene i Glomma og dens nedslagsfelt i Østfold (GiØ) er spesielle i så henseende, fordi det også her er ekstremt variabelt seleksjonstrykk fra fisk og invertebrate predatorer (som *Bythotrephes*, *Leptodora*, *Heterocope*, vannmidd, *Chaoborus*). Spesielt *Leptodora* har blitt antydnet å utselektre ekstreme former av *Bosmina* (Hellsten et al. 1999). Siden Sars besøkte dette området så ofte, finnes det mange håndkolorerte tegninger og slides- og spritpreparater etter Sars med prøver av bl.a. *Daphnia* og *Bosmina*, som etter mer enn 100 år i canadabalsam fortsatt er like godt oppbevart.



Figur 1-2. Kombinasjonen av predasjon fra pelagisk fisk og invertebrate predatorer som *Leptodora kindti* produserer en rekke forskjellige former for zooplankton, spesielt innen slekten *Bosmina* i den baltiske region. Foto (laue: Sværsvann) Dag Øivind Ingierd, OFA og illustrasjon *L. kindti* G.O. Sars.

En rekke forhold er avgjørende mht. tidligere og nåværende prøver fra dette området:

1) G.O.Sars' tidligere prøver i spesifikke lokaliteter, 2) Sars' tidligere prøver i lokaliteter med overføringsverdi til Glomma i Østfold (GiØ), fordi tilsvarende genotyper ofte finnes i slike nabolokaliteter. Disse lokalitetene ligger i denne regionen, vassdragene som renner til Bunnefjorden (Årungenvassdraget og Gjersjøvassdraget), Haldens- og Morsavassdraget. 3) Det tredje punktet er avklaring av art eller takson til den gjeldende populasjonen og 4) et avgjørende punkt er hvilken navnetting (= nomenklatur) som brukes nå, og hvordan nomenklaturen har forandret seg siden G.O. Sars' undersøkelser. 5) I tillegg kreves det at mange prøver over et stort biogeografisk

område blir innsamlet, bearbeidet og sammenlignet med punktene 1-2 over. Dette kvalitetssikrede materialet av Sars' mikrokrepsdyr fra slutten av 1800-tallet er heldigvis tatt vare på, og er meget verdifullt, siden prøvene demonstrerer hvordan forholdene var før menneskene satt sitt kraftige preg på de akvatiske økosystemene i dette området.

EUs Vanndirektiv av år 2000 (egentlig EUs Rammedirektiv for vann)

EUs Vanndirektiv (EU 2000, Lyche-Solheim et al. 2001, FM-Østfold 2009) har som oppgave å undersøke og overvåke akvatiske økosystemer, eller rettere sagt vassdragsenheter, og sette klare miljømål med tydelige milepeler. Det er spesielt i EUs Vanndirektiv at pelagialsonen generelt og zooplankton spesielt ikke blir inkludert. I dette arbeidet vil zooplankton og mikrokrepsdyr bli behandlet, og spesielt bentisk-pelagisk kobling i livshistoriene. Observasjonene (både publiserte og upubliserte) til G.O. Sars fra Glomma i Østfold og nærliggende vassdrag vil bli a) sammenlignet med observasjoner fra disse områdene i dag, b) systematikk og nomenklatur vil bli oppdatert basert på molekylærbiologiske og historiske metoder (Haney & Taylor 2003, Nilssen et al. 2007, Petrussek et al. 2008, Adamowicz et al. 2009, Kotov et al. 2009).

I forbindelse med at EUs Vanndirektiv nå skal innføres i Norge, har den "norske direktoratsgruppa for utredning av direktivet" (Direktoratet for Naturforvaltning, Statens forurensningstilsyn, Fiskeridirektoratet, Kystdirektoratet, og Norges vassdrags- og energidirektorat) valgt å gjennomføre 3 demonstrasjonsprosjekter. Det ene er Morsavassdraget (Lyche-Solheim et al. 2001), det andre Suldalsvassdraget og fjordområdene utenfor (Berge et al. 2003) og det siste Gjevingvassdraget og fjordområdene utenfor (Hindar et al. 2005). Prosjektet i Gjevingvassdraget og spesielt Morsa behandler zooplankton (Hindar et al. 2005, Bjørndalen et al. 2006a, b). En statusrapport for Glommavassdraget i Østfold er akkurat ferdigstillet, men inneholder ikke mikrokrepsdyr eller planktonvurderinger (Borch et al. 2008).

Avhengig av klassifiseringen av vassdragene innenfor EUs Vanndirektiv av år 2000, skal det settes opp miljømål med milepeler (se f.eks. FM-Østfold 2009), foreløpig bare angitt i grove trekk i direktivet. Etter 15 år skal vanlige vannforekomster ha blitt tilbakeført til "naturlilstanden" så langt det lar seg gjøre, og videre ha "good surface water status". Denne overflatevann statusen fastsettes som den dårligste av kjemisk status og økologisk status. I Norge finnes allerede "det norske systemet for

målfastsettelse (SFT-veilederne)”, og dette kan sannsynligvis lett tilpasses hovedmålene i EUs direktiv.

I sterkt modifiserte vannforekomster, som sannsynligvis nederste deler av Glomma i Østfold (GiØ) – som Tunevann (sterkt antropogen modifisering: eutrofiering med medførende høy fisketetthet), skal det oppnås ”godt økologisk potensiale”, som er noe lavere målsetting enn de vanlige vannforekomstene. I nærliggende vassdrag som Morsa er det satt opp foreløpige miljømål for de ulike vannforekomstene, slik at de kan danne grunnlag for tiltakspakker og forvaltningsplan (Lyche-Solheim et al. 2001, Bjørndalen et al. 2006a, b).

EUs Vanndirektiv anvendt på ferskvannssystemer er innen noen vesentlige felt ute av fase med 150 års akkumulert forskning innen faget limnologi, fra alle deler av kloden, men kanskje spesielt våre forskningskonkurrenter og –kollegaer i Nord Amerika. De ekstremt viktige forskningsstatene Canada og USA inkluderer fortsatt pelagialsonen og zooplankton i sine studier (se f.eks. det ledende limnologiske tidsskriftet *Limnology and Oceanography* de siste tiår), og kan ikke se å arbeide de siste årene med å kopiere EUs Vanndirektiv. Innen det europeiske prosjektet rundt Vanndirektivet vil det ble utredet delrapporter som beskriver realistiske miljømål for ulike grupper av vannforekomster. I det kontinentale Europa, som har helt andre problemer med sine ferskvann enn Norge, Fennoskandia, Irland og Skottland, vil bli lagt vekt på ”sterkt modifiserte vannforekomster”, som disse europeiske landene er så rike på.

EUs Vanndirektiv for ferskvann har valgt ut følgende parametre og/eller grupper for å definere vannkvalitet i ferskvann: *hydrofysikk, vannkjemi, fytoplankton, fastsittende vannvegetasjon og fisk*. I motsetning til limnologiens historie, fra dens start rundt slutten av 1800-tallet, hvor pelagialsonen spilte og spiller avgjørende rolle for teoriutvikling, er denne sone generelt ikke tatt med i EUs Vanndirektiv. Dette betyr at zooplankton og 150 års akkumulerte studier med disse dyregruppene og deres interaksjoner i innsjøsystemene er sett bort i fra i arbeidet med direktivet (se for eksempel Caroni & Irvine 2009). I tillegg vil også den såkalte ”bentisk-pelagiske kobling” og totale livshistorier som innbefatter bentiske stadier heller ikke bli tatt med.

2. MATERIALE OG METODER

Zooplanktonprøver og litorale krepsdyr, for å kunne sammenligne med G.O. Sars' tidligere observasjoner, har blitt innsamlet med planktonhov, diameter ca 30 cm og maskevidde 90 µm og 224 µm fra innsjøenes dypeste punkt. Planktonet ble deretter overført til dramsglass. I felt ble hver zooplanktonprøve studert levende, ufiksert under lupe med 10X forstørrelse (gjelder prøver etter 1999). Identifiserbare arter, farger, pigmenter og andre felldata ble notert på stedet. Alle vannlopper (Cladocera) og adulte hoppekreps (Copepoda) samt de fleste hjuldyr (Rotatoria) kunne identifiseres til art eller systematisk gruppe. Etter disse observasjonene er prøvene konservert med formalin, Lugol's væske (før 1999) eller 70-90 prosent etanol (etter 1999). Mange av lokalitetene er undersøkt tidligere, eller det foreligger tidligere upubliserte data.

Zooplankton er bestemt etter: hoppekreps (Sars 1901/03, 1913/18, Rylov 1963, Einsle 1975, 1993, Kiefer 1978), vannlopper (Sars 1861/1993, Fløssner 1972, 2000) og rotatorier (Ruttner-Kolisko 1972, Pontin 1978, Voigt 1978). Tidligere har kritiske populasjoner fra Sør- og Øst-Norge blitt sendt til J. Hrbáček (*Daphnia*), V. Kořínek (*Bosmina*) og U. Einsle (*Cyclops*) for identifisering og/eller kontrollbestemmelse. Flere copepoder fra dette området har blitt sendt for taksonomiske studier til M. Hołyńska i Warszawa, som arbeider med cyclopoide copepoder. Hun har bl.a. publisert data fra Norge (Hołyńska & Dahms 2004). Alle hoppekreps fra og med copepodittstadium I ble målt for å identifisere artene. Mikrokrepsdyr (Entomostraca) er identifisert til art eller gruppe i alle innsjøer.

Cladocerer (vannlopper) og copepoder (hoppekreps) som er viktige indikatorer ved menneskeindusert forsuring og recovery fra forsuring er slektene *Daphnia* og *Cyclops*. I Sør-Norge dreier det seg om artene *D. longispina*, *D. lacustris* og *D. lacustris alpina* (Nilssen 2009a). I noen sterkt sure innsjøer som er blitt kalket i Sør-Norge, opptrer *Cyclops abyssorum* som en overgangsart, inntil *C. scutifer* kommer tilbake. Denne arten er uvanlig i tilsvarende lokaliteter i Østfold, men kunne ha vært til stede i de øverste innsjøene i Vestfjella. Den finnes i et sterkt stresset, kronisk surt og nå oppkalket vann, Nordre Puttjern i Østmarka, Akershus (Nilssen & Wærvågen 2003a). Selv om relativt mange tidligere kroniske sure innsjøer i f.eks. Aust-Agder har slik struktur innen dyreplanktonsamfunnet (Nilssen 2009a), er *C. abyssorum* ikke funnet som viktig art i kronisk sure innsjøer i Østfold (Walseng & Hansen 1994, Nilssen unpubl.data).

2.1. HISTORISK MATERIALE ETTER G.O. SARS

Den kanskje viktigste krepsdyrforsker gjennom alle tider – Georg Ossian Sars – arbeidet intenst på sin dessverre, upubliserte oversikt over Norges cladocerer i flere tiår. Hovedmaterialet var innsamlet fra 1880 (også litt i perioden 1860-63) til 1900 over hele landet, og mesteparten av arbeidet var utført. Han fikk imidlertid ingen økonomisk støtte til dette ambisiøse prosjektet. De ”store” støttemidlene den gang gikk til havforskningen, hvor han også var en fremragende deltager. Det historiske materiale i denne undersøkelsen ligger lagret på Zoologisk Museum (tidligere betegnelse: nå Naturhistorisk Museum, Tøyen), Universitetet i Oslo og Nasjonalbiblioteket avd. Oslo.

Oversikt over de ulike samlinger (Naturhistorisk Museum og Nasjonalbiblioteket)

G.O. Sars’ vitenskapelige materiale som er plassert på Naturhistorisk Museum (NHM) på Tøyen, består hovedsakelig av spritmateriale (i glass og i tubes) og slides, samt tørrpreparater av andre grupper. Den globale slidessamlingen alene av Entomostraca utgjør mer enn 9000 objekter.



Figur 2-1. Et av de tallrike ”brettene” med G.O. Sars’ prøver, over 9.200 prøver. Mange av preparatene er fortsatt i meget god stand og kan systematiseres, oppdateres taksonomisk og digitaliseres i databasestruktur for nasjonal og internasjonal tilgjengeliggjøring. Mye av Sars’ materiale er oppbevart i canadabalsam og i god stand, men en del materiale ligger i glyseringelatin og er delvis ødelagt (bildet under).

På Nasjonalbiblioteket i Oslo (NB) finnes alle illustrasjonene til G. O. Sars, og spesielt de han hadde ferdigstillet for å kunne utforme en detaljert oversikt over norske

vannlopper (Cladocera), planlagt i løpet av 1880-årene. Siden Sars ikke fikk midler, ble bare en ”torso” utgitt (Sars 1890). Mye av de historiske og nåværende problemene innen avgjørende slekter som *Daphnia* og *Bosmina* skyldes at den daværende internasjonale taksonomiske nestor for mikrokrepsdyrene G.O. Sars ikke fikk midler til dette viktige arbeidet.

I tillegg til de vitenskapelige objektsamlingene, rommer samlingene ved NHM og NB også uvurderlige samlinger av skriftlige kilder til G.O. Sars som dagbøker, notisbøker, feltdagbøker, artslister, skisser, brev, manus og lignende. Her gjenstår systematisering, skanning, og faglig korrekturlesning/kontroll før dette er digitalisert og tilgjengelig for det vitenskapelige samfunn. Dagbøker, notisbøker og artslistene inneholder atskillig informasjon – i form av observasjoner – som beriker og kontrollerer objektsamlingene, men informasjonen er vanligvis tungt tilgjengelig. Disse dokumenterer videre vitenskapelige undersøkelser, reiseruter og funnsted. Arbeidet med å skanne feltdagbøker er påbegynt i de botaniske samlingene, men omfanget til G.O. Sars’ etterlatenskaper er stort, og nødvendige personalressurser mangler sannsynligvis. Mesteparten av innholdet må også skrives av etter vitenskapelig tolkning og digitaliseres.



Figur 2-2. Dagbok fra G.O. Sars (1877) og utkast til manuskript (1861; som siden ble publisert i 1993 ved hjelp av fagkolleger: Sars 1861/1993) – en rekke slike finnes på Nasjonalbiblioteket. Sars’ skrift blir svært problematisk etter ca. 1890. Tolking tar tid, og krever videre fagfolk innen hver enkelt av gruppene.

Oversikt over eieforhold, inklusive historiske forhold

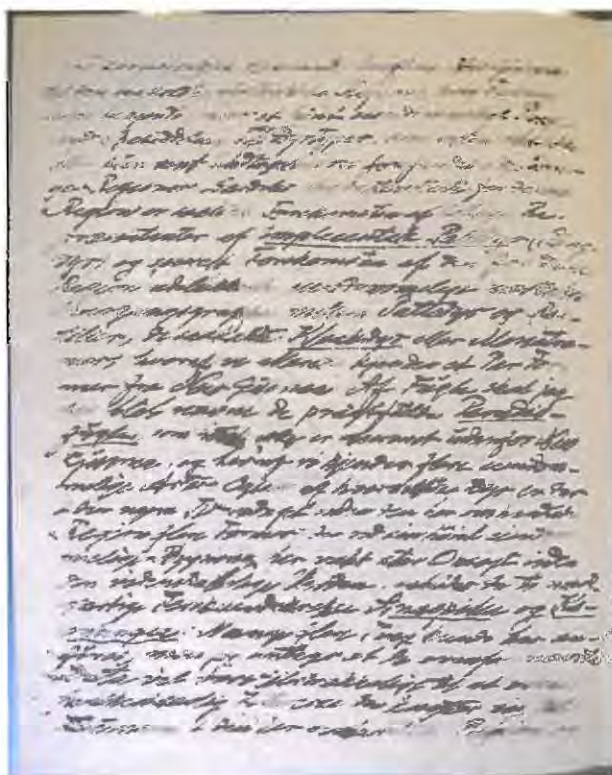
G.O. Sars' vitenskapelige materiale på Tøyen er relativt lett tilgjengelig for grunnforskning, og i intens anvendelse både nasjonalt og internasjonalt, i motsetning til materialet på Håndskriftsamlingen på Nasjonalbiblioteket. Det er meget verdifullt at Nasjonalbiblioteket (NB) har tatt vare på G.O. Sars' materiale, men nå er denne plasseringen blitt en betydelig hemske for aktiv grunnforskning. For eksempel koster et begrenset antall scanninger av Sars' illustrasjoner mye penger og kan ta tid; en uholdbar situasjon ved forskning på dette materialet. Inntil nå kan ikke dette utføres av forskere/biologer, men ansatte ved NB. Det skal imidlertid legges til at personene som arbeider på NB/Håndskriftsamlingen er meget vennlige og hjelpsomme, og gjør det de kan for at tilgjengeligheten skal være god. Men NB har sine klare regler for hvordan man kan behandle dette materiale; og det er ikke så praktisk for fri grunnforskning. En skal være klar over at mange av Sars' illustrasjoner er det nærmeste man kan komme taksonomiske "typer" for mange av artene han beskrev. Derfor burde disse være tilgjengelig på NHM, for grunnforskning innen dette feltet.



Figur 2-3. Sars var en brilliant tegner og kjente sin fargelære i full detalj. Hans illustrasjoner av småkreps regnes for å være de beste gjennom alle tider, og er i realiteten selvstendige kunstverk. Sars tok prøver på dagtid og tegnet på kveldstid. Han var i felten eller i aktiviteter på laboratoriet mesteparten av sitt 90 år lange forskningsliv. Noen tusen av Sars' illustrasjoner finnes, men er dessverre relativt vanskelig tilgjengelig for grunnforskning (ikke spesielt godt systematisert: artene kan finnes overalt, kostbar scanning, ventetid, begrensede åpningstider, tilgjengelighet m.m.). Sars (upubl.data).

Forholdene rundt G.O. Sars' samlingen på Naturhistorisk Museum, Tøyen

NHM-Tøyen utførte i 2003 en totaloversikt over samlingenes tilstand og behovet for sikring og bevaring: "Restansekartlegging – UNMs samlinger (Revita 2003)". Samtidig ble det vedtatt i UNMs strategiplan å utarbeide en "Revita-handlingsplan". Denne kartleggingen kvantifiserte både etterslepet i tilknytning til samlingsarbeidet, i tillegg til å gi en oversikt over magasinsituasjonen. Totalt ble det innrapportert et etterslep på ikke mindre enn 850 årsverk. Dette betyr et betydelig etterslep til samlingene i form av blant annet registrering, konservering og ikke minst det mest krevende: vitenskapelig revisjon og oppdatering i forhold til moderne systematikk/taksonomi. Det å gjennomføre et helhetlig restanseprogram for de naturhistoriske samlingene på Tøyen, ville representere en betydelig satsning på vår nasjonale natur- og kulturarv, og ville mobilisere et vidt spekter av både intern og ekstern kompetanse innen en rekke fagområder. Når dette kobles sammen med det faktum at "field-naturalist" tradisjonen er i ferd med å bli historie i hele vesten, er situasjonen i ferd med å utvikle seg kritisk for de vitenskapelige samlingene, som f.eks. småkrepsene til G.O. Sars.



Figur 2-4 demonstrerer hvor komplisert G.O. Sars skrift blir etter ca. 1900.

Samlingene har i tillegg store restanser i forhold til innsamling av nytt materiale, som f.eks. kan gjøre at viktige populasjoner (som type-populasjoner) kan analyseres genetisk. Dette gjelder ikke minst G.O. Sars' samlinger av Entomostraca, en av

verdens viktigste – med en mengde referansemateriale. Restansene kan best beskrives som hull i samlingene. For forskningens del og som referansekilde for offentlig forvaltning, er det avgjørende at disse samlingene er så komplette og oppdaterte som mulig. Utvikling og full revitalisering av samlingene vil derfor medføre videre satsninger på innsamling, for DNA-analyser, samt å legge til rette for komplettering av samlingene på annen måte.

Prosjektet: "I G.O. Sars' Fotspor" – nyinnsamling av type- og annet materiale til DNA-analyser

Siden 1999 har prosjektet "I G.O. Sars' Fotspor" (Nilssen unpubl.data) foregått i Fennoskandia og Danmark (skal senere utvides til Nord-Europa og Nord-Palearktisk); dette er en nyinnsamling av type- og annet materiale for DNA- og andre molekylærbiologiske analyser.



Figur 2-5. En rest av denne dammen i Dronningehagen på Bygdøy eksisterer fortsatt i form av en meget liten hagedam, men andre dammer på Bygdøy har fortsatt i 2008 de samme artene som G.O. Sars fant og illustrerte på slutten av 1800-tallet (*D. longispina* fra dammen; til høyre). Vitenskapshistorien er viktig i tolkning og kvalitetssikring av G.O. Sars' store materiale.

Prosjektet "I G.O. Sars' Fotspor" foregår også i Nedre Glomma, Morsa og store deler av Oslo-Akershus og Østfold, fordi dette området, ved siden av Finnmark, er blant Norges mest artsrike.

2.2. TAKSONOMISKE NOTATER OM UTVALGTE GRUPPER

De siste 10-årene har taksonomien til pelagiske småkreps (Entomostraca) i Holarktisk (Nordlige Halvkule) blitt relativt kraftig forandret, spesielt gjelder dette viktige slekter som *Daphnia*, *Bosmina*, *Holopedium* (bare Nearktisk og Grønland) og *Diaphanosoma*, mens det innenfor andre slekter ikke er igangsatt vesentlig revisjon av artene, som f.eks. med slekten *Ceriodaphnia* (se Berner 1987).

Dette har hatt og har vesentlig konsekvens for arbeidet med småkreps i Glomma i Østfold i tidsepoken da genetisk arbeid ble igangsatt for slekten *Daphnia* (se f.eks. Nilssen et al. 2007, Petrusek et al. 2007, Nilssen 2009b). Det hadde vært lite formålstjenelig å publisere artsoversikt basert på taksonomien slik den var før 2007 (se f.eks. Colbourne et al. 1996, Taylor et al. 1996). Problemet oppsto fordi viktige referansepopulasjoner ikke var kvalitetssikret, historisk og/eller taksonomisk (Nilssen 2009b). Taksonomien innen den viktige slekten *Daphnia* var således i gang med å bli like uoversiktlig og forvirrende som på begynnelsen av 1900-tallet (Nilssen 2009b).

Det er de "klassiske" populasjonene til den viktigste krepsdyrforskeren gjennom alle tider, G.O. Sars (1837-1927) som var et avgjørende element i løsningen til det viktige problemet rundt ferskvannsplanktonets "typeorganisme" *Daphnia longispina* (O.F. Müller, 1776). Helt til 2003 har det vært uklart hvilken art O.F. Müller (O.F. Müller 1785) hadde for seg (se P.E. Müller 1868, Hrbáček 1987), men ved å gå i fotsporene til "mikroskopets Linné" ble det mulig å løse dette 240 år gamle taksonomiske problemet. Og ved hjelp av genetiske metoder innen taksonomien vet vi nå at *D. longispina* er svært vanlig i området hvor O.F. Müller tok prøver, en karakterart den dag i dag i områder med mindre fiskepredasjon (Nilssen et al. 2007, Nilssen unpubl. data).

Dette har hatt viktige følger for biogeografien til den viktige slekten *Daphnia* (og *Bosmina*) i Akershus og Østfold. G.O. Sars var ofte på feltarbeid i denne delen av Norge, fordi området lå nær Oslo samt hadde mange spennende arter og former, hovedsakelig pga. en kombinasjon av høyt predasjonstrykk fra fisk og invertebrate predatorer. G.O. Sars etterlatenskaper er tatt vare på av det vitenskapelige samfunn og finnes nå hovedsakelig på Naturhistorisk Museum (avd. Zoologi), Universitetet i Oslo (spritpreparater og preparater innleiret i canadabalsam og annet materiale) og Nasjonalbiblioteket i Oslo (brev, dagbøker, notisbøker, illustrasjoner m.m.). En tidlig avhandling av G.O. Sars er også publisert 66 år etter hans død og nesten 150 år etter at den var ferdigstillet med en rekke detaljerte illustrasjoner (Sars 1861/1993). Både

området Glomma i Østfold og nærliggende lignende vassdrag er undersøkt av G.O. Sars, men ingenting av dette er publisert tidligere. En rekke arter ble registrert både av cladocerer og copepoder, i alle typer innsjøer, dammer og sumpområder.

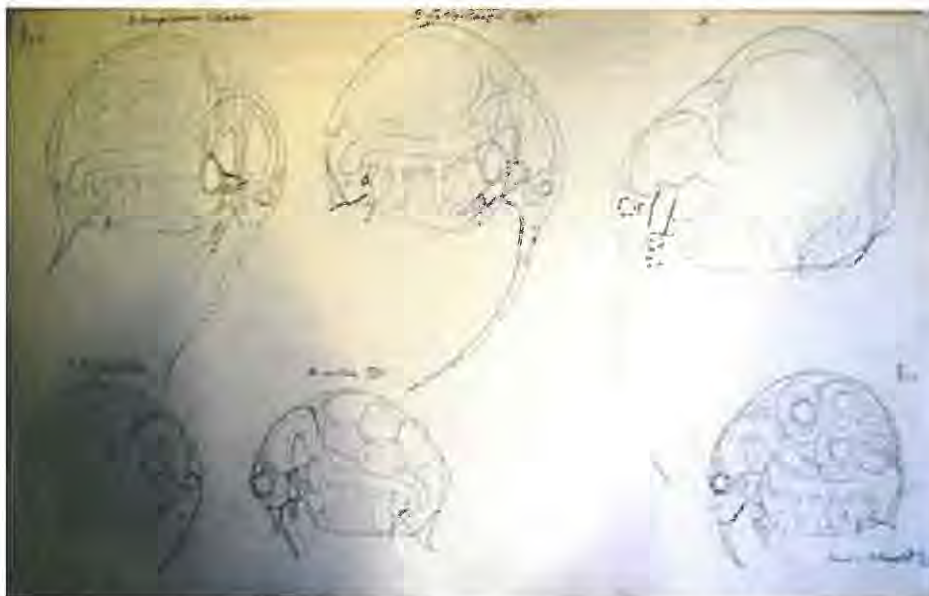
Det er tre typer av *D. longispina*. Nominatformen *longispina* (også tidligere kalt *D. l. mülleri* eller *D. l. typica*) finnes i næringsfattige lokaliteter. Denne er nå svært sjelden i området der den først ble påtruffet av autoren O.F. Müller (Nilssen unpubl.data). I predaasjonrike lokaliteter finnes formen *hyalina* (Leydig, 1860), og i dammer og tjern med lavere predaasjonstrykk formen *rosea* (G.O. Sars, 1862). Sars har funnet både *hyalina* formen og *rosea* formen i vårt område (Sars unpubl.data). Glomma i Østfold har de fleste arter og formtyper av den viktige slekten *Daphnia* (Nilssen unpubl.data).

ART - BETEGNELSE NÅ	BESKREVET	AUTOR	G.O. SARS	TYSK-ALPIN SKOLE	GENETISK TAKSONOMI
<i>Daphnia longispina</i>	1776	O.F. Müller	<i>D. longispina</i>	Bl.a. <i>D. hyalina</i>	<i>D. rosea</i>
<i>D. lacustris</i>	1862	G.O. Sars	<i>D. lacustris</i>	uklart	<i>D. longispina</i>
<i>D. lacustris alpina</i>	1864	G.O. Sars	<i>D. aquilina/lacustris alpina</i>	uklart; <i>D. zschokkei</i>	<i>D. umbra</i>
<i>Cyclops strenuus</i>	1851	S. Fischer	<i>Cyclops strenuus/C. pictus</i>	<i>C. strenuus</i>	
<i>C. abyssorum</i>	1863	G.O. Sars	<i>C. abyssorum/C. senulipes</i>	<i>C. strenuus</i> var <i>abyssorum</i>	
<i>C. lacustris</i>	1863	G.O. Sars	<i>C. lacustris</i>	<i>C. strenuus</i> var <i>lacustris</i>	
<i>C. scutifer</i>	1863	G.O. Sars	<i>C. scutifer</i>	<i>C. strenuus</i> var <i>scutifer</i>	
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	1857	C. Claus	<i>M. obsoletus/M. leuckarti</i>	<i>M. leuckarti</i>	
<i>Thermocyclops oithonoides</i>	1863	G.O. Sars	<i>C. og M. oithonoides</i>	<i>T. oithonoides</i>	
<i>Bosmina longirostris</i>	1776	O.F. Müller	<i>B. longirostris</i>	<i>B. longirostris</i>	<i>B. longirostris</i>
<i>B. coregoni</i>	1857	Baird	<i>B. coregoni</i>	<i>B. coregoni</i>	<i>B. og E. coregoni</i>
<i>B. l. m. longispina</i>	1860	Leydig	<i>B. longispina/longicornis</i>	<i>B. longispina</i>	<i>B. og E. coregoni</i>
<i>B. l. m. obtusirostris</i>	1861	G.O. Sars	<i>B. obtusirostris</i>	<i>B. longispina</i>	<i>B. og E. coregoni</i>
<i>B. coregoni kessleri</i>	1861	G.O. Sars	<i>B. liljeborgi</i>	uklart; <i>B. coregoni liljeborgi</i>	<i>B. og E. coregoni</i>
<i>B. longispina</i>	1862	G.O. Sars	<i>B. lacustris</i>	<i>B. longispina</i>	<i>B. og E. coregoni</i>
<i>B. longispina</i>	1862	G.O. Sars	<i>B. nitida</i>	<i>B. longispina</i>	<i>B. og E. coregoni</i>
<i>B. coregoni gibbera</i>	1866	Schäddler	<i>B. diaphana/gibbera</i>	<i>B. coregoni gibbera</i>	<i>B. og E. coregoni</i>
<i>B. coregoni thersites</i>	1887	Poppe	<i>B. diaphana</i>	<i>B. coregoni thersites</i>	<i>B. og E. coregoni</i>
<i>B. c. longicornis</i>	1866	Schäddler	<i>B. longicornis</i>	<i>B. longicornis</i>	<i>B. og E. coregoni</i>
<i>B. c. kessleri</i>	1874	Uljanin	<i>B. liljeborgi</i>	<i>B. c. kessleri</i>	<i>B. og E. coregoni</i>

Figur 2-6. Taksonomien og nomenklaturen innen de viktigste arter og former i dette arbeidet. Siden feltet er under arbeid, er ikke alle betegnelsene fullstendig avgjort. Innen de andre slektene *Diaphanosoma*, *Ceriodaphnia* og *Holopedium* er det foreløpig ingen ytterligere oppdeling eller nye arter i dette geografiske området. *B. liljeborgi* er nevnt to steder; det ene referert til Sars (1861), det andre til Uljanin (1874) som subjekt.

Den kompliserte slekten *Bosmina* (se Figur 2-6, 2-7) er fortsatt uavklart i Holarktisk (Haney & Taylor 2003, Kotov et al. 2009), men det er enighet om at den skal deles i to hovedgrupper, *longirostris* og *coregoni*. Disse var tidligere underslekter, men har i en kort periode blitt vurdert som egne slekter etter intensive genetiske analyser (Haney & Taylor 2003). Nå er de atter vurdert som underslekter (Kotov et al. 2009). Denne inndelingen (i slekter og grupper) er imidlertid svært uheldig, siden de ulike formene av f.eks. *Bosmina* (*Eubosmina*) har svært ulike krav til miljøet, og er således viktige økologiske indikatorer (Patalas & Patalas 1966, Nilssen unpubl.data). Det vil i all fall være avgjørende at det legges til hvilken form man har prøvetatt. Akershus, Østfold og til dels Vestfold er de rikeste områdene i landet med former av *Bosmina*, særlig i litt mer eutrofe lokaliteter (Nilssen unpubl.data).

Av de tidligere formene av *Bosmina* til Sars (Sars unpubl.data), er det *longispina* (ofte kalt *lacustris* av Sars, unpubl. data) og *obtusirostris* (se Figur 2-11) formene som er vanligst. De to første formene dominerer der hvor fiskepredasjonen er høyest. I mindre lokaliteter (spesielt skogssjøer) dominerer *obtusirostris* formen (Nilssen unpubl.data). De andre formene som tidligere er beskrevet av Sars (1862, 1890) er hovedsakelig bare variasjoner over formene *longispina* og *obtusirostris* (se Nilssen & Larson 1980, Nilssen et al. 1980). Internasjonalt foregår akkurat nå intensiv forskning på genetikken til *Bosmina* og vi har levert vesentlige populasjoner til D. Taylor, drivkraften i dette arbeidet [neotyper eller topotyper til *longirostris* (fra Frederiksdal der O.F.Müller bodde) og *obtusirostris* (fra Maridalsvannet, typelokaliteten)]. Det er i alle fall viktig å opprettholde inndelingene som tidligere ble gjort av Sars mht. de mest utbredte formene: *longispina*, *lacustris* og *obtusirostris*, men også være klar over at Sars' former som tidligere ble notert som *longispina*, *lacustris*, *bohemica* og *elegans* i virkeligheten er samme form (Nilssen unpubl.data), og som finnes ved høyt predasjonstrykk av fisk.



Figur 2-7. Også innenfor de mer "tradisjonelle" formene innen slekten *Bosmina*, var det store systematiske problemer. Øverst fra venstre *B. longicornis* (sannsynligvis fra Gjersjøen eller Isesjø), *lilljeborgi* (vanlig i Morsa), *obtusa* (sannsynligvis fra Lyseren), nederst i midten *nitida* (vanlig i Vansjø) og på begge sidene *B. longirostris* (vanlig i de fleste nærings- og fiskerike innsjøer i Morsa og Glomma i Østfold). Skisse G.O. Sars (unpubl.)

I mer eutrofe lokaliteter er *B. coregoni* den vanligste arten, som f.eks. i de mer eutrofe lokaliteter som Tunevann og Isesjø (Sars unpubl.data, Nilssen unpubl.data). Sars hadde store problemer med denne formen, spesielt i Akershus og Østfold (Sars 1890, unpubl.data). Det framgår tydelig hvordan han stadig korrigerer navnet på sine *Bosmina*

etter hvert som han lærte flere av dem å kjenne (Sars unpubl.data). I Tunevann var det særlig formen *B. coregoni* m. *gibbera* og m. *thersites* han fant. I andre innsjøer, som Vansjø, Gjersjøen, Årungen og Kolbotnvann fant han lignende former (Sars unpubl.data).



Figur 2-8. En meget utradisjonell *Bosmina* finnes i Tunevann, den har fortsatt samme form: *gibbera*-formen. Sars (unpubl.data).

De siste årene har man arbeidet med slekten *Diaphanosoma* (Figur 3-12) som har en rekke arter, hovedsakelig utbredt i varmere strøm (Korovchinsky 1987). Også i Norge har man tidligere notert to ulike arter, *D. brachyurum* og *D. brandtiana* (Sars 1865, 1890), hvor Sars påpeker tydelige morfologiske ulikheter (Sars 1865). Men den internasjonale spesialisten innen denne slekten, Korovchinsky, opplyser at han regner disse to til samme art, og at i Norge har han til nå bare funnet *D. brachyurum* (Korovchinsky, pers.medd). Man har ennå ikke igangsatt intensive analyser av genetikken til denne slekten og overraskelser, som for *Holopedium*, kan påtreffes.

I årevis hadde man regnet med at innen slekten *Holopedium* (Figur 3-19) fantes bare en art, *H. gibberum* (Zaddach, 1855) inntil 1904 da Stingelin fant art nr. 2 i Amazonia (Stingelin 1904). Den ble kalt *H. amazonicum* og man antok at den var utbredt også i Sørstatene i USA (Rove et al. 2007). Da man gikk i gang med detaljerte studier i Nord Amerika, ble 4 arter nybeskrevet, bl.a. *H. glacialis* og *H. atlanticum*. *H. gibberum* fantes, men man fant ingen *H. amazonicum* her! Senere er en ny art beskrevet fra Grønland, *H. groenlandicum* av Korovchinsky (2005), og den kan også finnes utbredt lenger mot øst på den nordlige halvkule. Også Sars opererer med flere former av

Holopedium i Norge, i høyfjellet fant han en varietet *ornata* (Sars 1890), men denne er svært lik nominatarten (Sars unpubl.data). Dette betyr at slekten *Holopedium* ikke er genetisk analysert i detalj i Europa ennå, og at det kan finnes flere linjer her også.

Den siste pelagiske cladocer-slekten *Ceriodaphnia* (Figur 3-12), er også vanlig i littoralsonen og i dammer i hele nedre Glommavassdraget. De viktigste artene i vårt område var og er *C. quadrangula* og *C. pulchella* (Sars unpubl.data). Sars (1890) opererer med en ny nærstående art til *C. quadrangula*, *C. hamata*, spesielt i boreale lokaliteter. De regnes nå som to former av samme art (Flössner 1972, Berner 1987). Også tilsvarende forhold som for de overstående slekter gjelder for *Ceriodaphnia*, den er ikke genetisk undersøkt ennå (Petrušek pers.medd), så overraskelser kan fortsatt inntreffe.

Av calanoide copepoder finnes over store deler av Oslo/Akershus og Østfold predatoren og den relativt store, og hyaline arten (opptil 2,5 mm) *Hetercope appendiculata*, spesielt i områder uten ekstrepåvirkning av pelagiske karpfisk (Nilssen unpubl.data). En større, nærstående art, *H. saliens*, finnes i forsurede områder, (Walseng & Hansen 1994, Walseng & Karlsen 1997, Nilssen unpubl.data). *Eurytemora velox* (Figur 2-9) og den nærstående arten, *E. affinis*, finnes bare i brakkvannslaguner og i elvemunninger, som Glomma (Nilssen unpubl.data), men fantes og finnes fortsatt i Visterflo (Sars unpubl.data).



Figur 2-9. G.O. Sars' fant *Eurytemora velox* vanlig i Glommas munning i Fredrikstad (venstre), i Visterflo litt lenger opp, og i Vansjø (høyre). G.O. Sars (unpubl.).

Den viktigste diaptomiden, spesielt under ca. 5-600 m o.h. er den ekstremt vanlige *Eudiaptomus gracilis*. Den finnes også under svært sure forhold, i likhet med *H. saliens*, og da ofte sammen med cladocerer som *B. obtusirostris* og/eller *D. brachyurum*. Arter som *Acanthodiaptomus denticornis* (boreale innsjøer, tjern og dammer) er spesielt vanlig i Akershus, men kan også påtreffes i Østfold (Walseng & Hansen 1994, Walseng & Karlsen 1997, Nilssen upbl.data), men *E. gracilis* er mye vanligere i Østfold.

En av de vanligste cyclopoide copepodene er som ellers i Norge, *Cyclops scutifer* (Figur 2-10) selv om denne ikke er vanlig i grunne lokaliteter (under 5 m) og i lokaliteter med forhøyet predasjonstrykk av fisk. Arten forsvinner ved pH under 4,6-4,8 (Nilssen 1980), og indikerer således surt vann (som i Fjella i Østfold; Walseng & Hansen 1994, Walseng & Karlsen 1997), siden den er utbredt i hele vannmassene og spesielt under termoklinen (Halvorsen & Elgmork 1976); det mest stabile subsystemet.



Figur 2-10. *Cyclops scutifer* er en god indikator på forsuret vann; og siden den ofte finnes over hele vannmassene (spesielt i hypolimnion) gir den informasjon om hele vannmassene. Ved intens fiskepredasjon kan den avta kraftig i antall. G.O. Sars (upubl.).

Andre svært vanlige arter i lavlandet er tvillingartene *Mesocyclops leuckarti* og *Thermocyclops oithonoides*, men utbredelsen er ulik. *M. leuckarti* finnes vanligvis i meget små lokaliteter, i øvre vannlag og i littoralsonen, mens *T. oithonoides* er en ekte pelagisk art (Nilssen & Wærvågen 2000), men hovedutbredelse under epilimnion

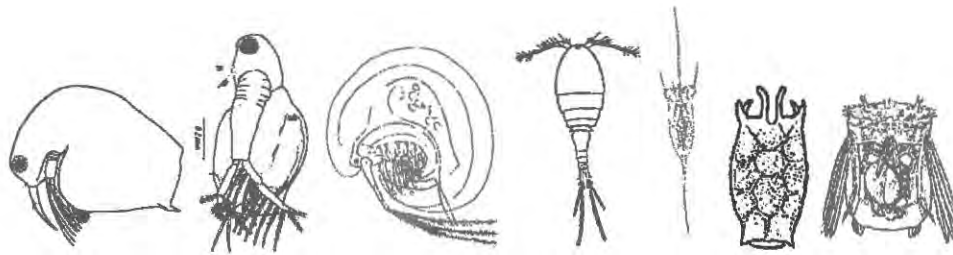
(Nilssen & Wærvågen 2000). *T. oithonoides* tåler imidlertid betydelig kraftigere fiskepredasjon enn den andre arten, og er vanlig i høypredasjonslokalitetene i Glomma i Østfold (Nilssen unpubl.data). En av de vanligste cyclopoide copepodene er den relativt store arten *Cyclops abyssorum*, denne dominerer rock-pools langs kysten over hele Norge (Nilssen unpubl.data). Tvillingarten *C. strenuus* (Figur 3-12)(Nilssen 1979) er ganske vanlig i mer næringsrike lokaliteter i dette vassdraget (som rundt Fredrikstad), men fordi den er vinteraktiv, blir den ofte oversett i mange lokaliteter (Nilssen unpubl.data).

2.3. PELAGISK OG BENTISK SONE – ULIKE ORGANISMER OG UTVALG

Det akvatiske økosystemet deles i klassisk limnologi i følgende soner: pelagisk og bentisk, der littoral betyr vanligvis strandsonen og profundal bunnsone, ofte på litt større dyp. I den pelagiske sonen spiller dyreplankton en avgjørende rolle for alle prosesser. Både det pelagiske og bentiske økosystemet egner seg som indikatorer ved økologisk stress, som forsurening og kalking/naturlig recovery, eutrofiering og bioinvasjoner ved karpefisk. Den viktigste fordel ved å bruke pelagiske arter er først og fremst at prøvetakningen er mye mindre tidkrevende og artsidentifisering betydelig enklere. Erfaringen med å benytte zooplankton som indikatorer er i tillegg utviklet langt (Sládeček 1973, Keller & Yan 1998). For de fleste av zooplanktonartene foreligger svært mye autøkologisk data i forhold til generell økologisk tilstand, økologisk stress og recovery.

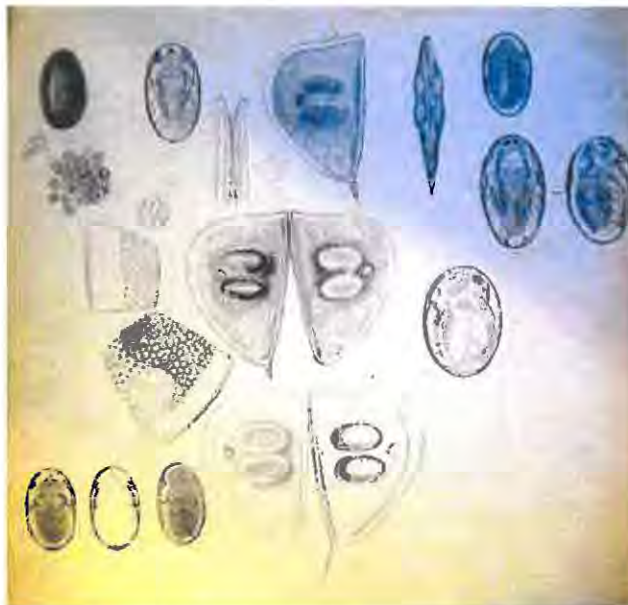
2.4. ZOOPLANKTON OG KREPSDYR SOM BIOINDIKATORER VED EUTROFIERING OG BIOINVASJONER AV KARPEFISK

Zooplankton utgjør det avgjørende trofiske leddet mellom plante- og bakterieplankton og fisk. De fleste fiskearter er enten hele livet planktivore (konsumerer dyreplankton) eller har viktige stadier som gjør det, som regel yngelstadiet. Krepsdyrsamfunnet i en bestemt lokalitet er stabilt, hvis det ikke er utsatt for betydelige miljøfaktorer, som langvarige klimaforandringer og økologisk stress (Pejler 1975). Kratz et al. (1987) fant at krepsdyrplanktonet var mer variable mellom innsjøer enn innen år, mens hjuldyrpopulasjonene var mer variable over tid. Det totale zooplanktonsamfunnet vil derfor egne seg godt for å identifisere og studere økologisk stress, som forsurening, bioinvasjoner av pelagisk fisk, eutrofiering og restaurering etter stressperioder.



Figur 2-11 viser karakteristiske arter av dyreplankton i humusrike og sure innsjøer. Fra venstre 3 vannlopper: *Bosmina longispina* (den vanlige norske *obtusirostris* typen) *Diaphanosoma brachyurum*, *Holopedium gibberum* (norsk: gelekreps), hoppekrepsen *Acanthocyclops vernalis* (og *Diacyclops nanus*), og de tre rotatoriene: *Kellicottia longispina*, *Keratella serrulata* og *Polyarthra vulgaris*. Alle artene har ulike størrelse, målestokken er kun for *D. brachyurum*.

Kraftig fiskepredasjon og forsuring og er kjent for å påvirke antallet av og artssammensetning til zooplankton, spesielt på grunn av forandrede predatorforhold (Brooks & Dodson 1965, Eriksson et al. 1980). Det er framfor alt slekten *Daphnia* som er følsom og avtar sterkt ved pH under 5,3, hvis lokalitetene ikke er kraftig humøse. En annen gruppe som er følsom ved økende forsuring er de cyclopoide copepodene (Roff & Kwiatkowski 1977, Nilssen 1980), spesielt *C. scutifer*; disse øker ved økende fiskepredasjon. Calanoide copepoder, som *E. gracilis*, klarer seg godt under alle økologiske forhold. I skogssjøer øverst i vassdragene, er det hovedsakelig artene *E. gracilis*, *B. longispina* og *D. brachyurum* som finnes tilbake av krepsdyr.



De fleste akvatiske grupper har hvilestadier i sedimentet og bentisk region (Hutchinson 1967). Figur 2-12 viser hvilestadiet (ephippriet) til *Daphnia*, plassering av de to eggene, og hvordan embryoet ser ut. Tegn (upubl.) av G.O. Sars.

Før de ulike artene forsvinner fra lokaliteten ved økt forsuring, ekstrem fiskepredasjon eller lignende stress, produserer de hvileegg. Disse kan klekke når systemet igjen kan huse artene. Imidlertid produserer de cyclopoide copepodene ikke hvileegg, i likhet med en viktig calanoid copepode som *E. gracilis*. Det foreligger få systematiske langtidsstudier av restaurering hos zooplankton i Norge, hvor historiske data er tilgjengelige. Det er vanlig at *Daphnia* observeres å komme tilbake, og de har sin sannsynlige opprinnelse fra hvileeggene (Nilssen & Wærvågen 2002b), eller spredning gjennom fugler (se diskusjon i Proctor 1964).

Selv om det er foretatt mye forskning på zooplankton i områder med økologisk stress, er det fortsatt en rekke forhold vi ikke kjenner godt til rundt dette temaet. De forholdene som er best kjent, er forandringen i predasjonsforhold ved forsuring og kalking. Fisk som er såkalt nøkkel-predator ("keystone predator"), dør ut under forsuring og erstattes av invertebrate arter, som larver av *Chaoborus* og buksvømmere (Eriksson et al. 1980, Nilssen & Wærvågen 2002a, Stenson 1981, 1990, Stenson & Svensson 1994, Nyberg 1984, Nyman et al. 1985).

Det opprinnelige zooplanktonsamfunnet i enkelte sure områder, eller områder med bioinvasjoner fra fisk, er mulig å rekonstruere basert på tidligere publikasjoner og innsamlet materiale (Nilssen 1984). Nedover i sedimentet ligger det tykt med hvileegg av flere arter i de fleste innsjøer (f.eks. Nilssen 1984).



Figur 2-13. En stor fare for de få lavpredatorsystemer i Glomma i Østfold (GiØ) er spredning av fisk med bredspektret fødevalg, som sørv og suter.

3. RESULTATER – GLOMMA I ØSTFOLD

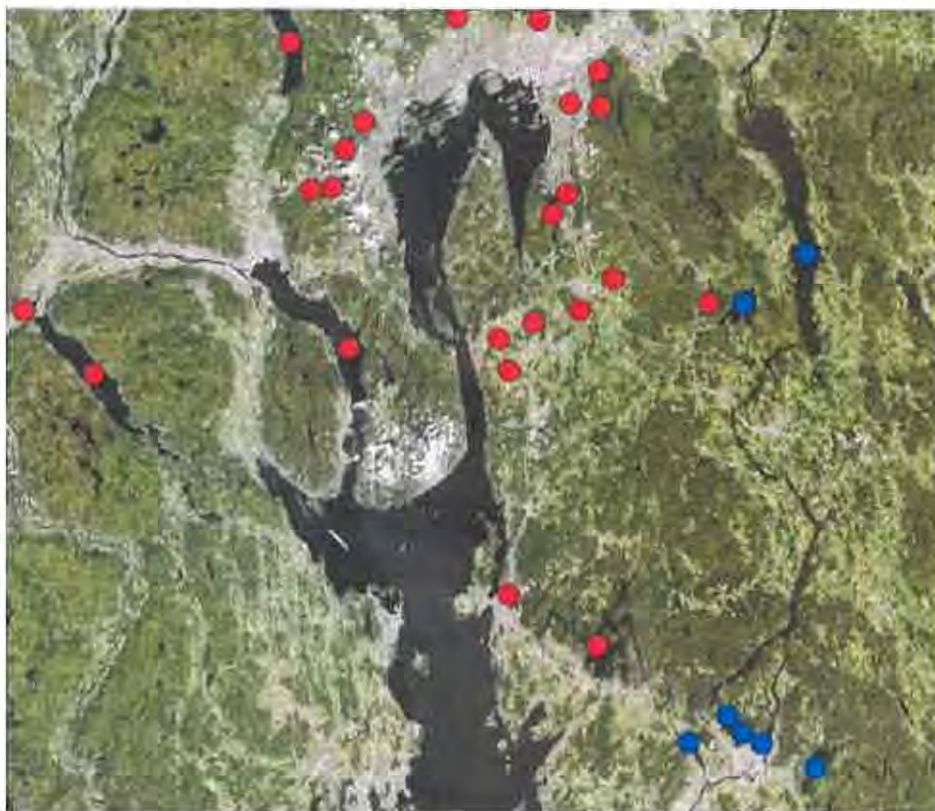
3.1. LIMNOLOGISK BESKRIVELSE AV GLOMMA I ØSTFOLD FRA LYSEREN TIL FREDRIKSTAD

Hele Glomma drenerer til sammen 42 441 km². Glomma i Østfold fra Lyseren og til Fredrikstad sentrum, drenerer et diversst vannområde fra skog og bart fjell i øst (Fjella) og delvis vest til sterkt dyrket mark. Glomma deler seg i Østfold i to løp, der det østre løpet går gjennom Sarpsborg og videre til Fredrikstad. Det vestre løpet går gjennom Minge vannet/Vestvannet og til Visterflo, hvor det meste vannet går tilbake til hovedløpet og noe renner gjennom Skinnerflo til havet.



Figur 3-1. Glomma i Østfold (GiØ) omfatter området fra Lyseren (grensen til Akershus) og til Glommas utløp i sentrum av Fredrikstad. De nærmeste vassdragene er vest mot Bunnefjorden og Morsa og øst Haldenvassdraget. De blå linjene viser hovedvassdragene, de rosa små kystvassdrag. Kilde: NVE atlas: <http://arcus.nve.no/website/nve/viewer.htm>

Glomma i Østfold drenerer således et meget diversert vannområde fra skog og bar fjellgrunn til overveiende dyrket mark. I den nedre del av dette vassdraget er overgjødsling de viktigste problemene i EUs Vanddirektiv sammenheng (FM-Østfold 2009), mens betydelige deler over den marine grense i øst er preget av forsurening (Vøllestad 1989, Kristiansen 1991, Jansson 1996), og en del av innsjøene blir kalket (Kristiansen 1991, Jansson 1996). Innsjøene i dette nedslagsfeltet har ulik karakter. De øverste beliggende er typisk tektoniske dannet og morfometrisk oligotrofe (såkalt "Kaledoniske innsjøtype"), mens de lavereliggende innsjøene har form av den såkalte "Baltiske innsjøtype" (Wesenberg-Lund 1904, 1908), grunne og morfometrisk eutrofe.



Figur 3-2. G.O. Sars' historiske prøveserier i Glomma-nedslagsfeltet (blå sirkler) og rundt Oslofjorden (røde sirkler). Dette er bare et utvalg; G.O. Sars besøkte lokalitetene mange ganger, spesielt slike klassiske som Maridalsvann og Songsvann, Østensjøvann, Askervannene, vassdragene som renner til Bunnefjorden (Årunge, Gjersjøen), Vansjø og innsjøene i Glomma (vist over). Kilde kart: norgebilder.no.

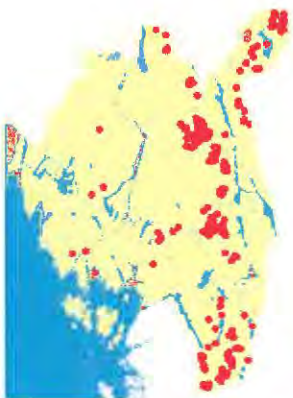
Glomma i Østfold (GiØ)s viktigste nabovassdrag er Bunnefjordvassdragene, Morsa og Haldenvassdraget som dekker et smalere område i øst og vest; alle disse vassdragene har innsjøer hvor de viktigste miljøproblemene er overgjødsling (FM-Østfold 2009). Blant Norges mest eutrofierte innsjøer finnes her, og mange av dem har blitt undersøkt i lang tid og det foreligger mye økologisk kunnskap (Vansjø, Årunge, Gjersjøen, Kolbotnvann, Lyseren).

Glomma i Østfold (GiØ) starter i Lyseren og nedre del av Øyeren (se Figur 3-1). I disse innsjøene er fiskepredasjonen intens og innsjøene er dominert av små og hyaline krepsdyr, som små *D. longispina*, *D. cristata*, *D. galeata* og andre mindre arter.



Figur 3-3. Lyseren med Øyeren i bakgrunnen. Dette er de øverste innsjøene i Glomma i Østfold (GiØ). Begge har høy fiskepredasjon. Kilde web: <http://www.of.fylkesbibl.no/flyfoto/Spydeberg/side14.html>

Deler av Glommavassdraget i Østfold mottar vann fra et område som tidligere og fortsatt har stort problem med forsurede vann (Figur 3-4), de(t) såkalte Fjella i Østfold (Vøllestad 1989, Kristiansen 1991, Jansson 1996). Dette er tydelig skogsjøer eller humussjøer.



Figur 3-4. Oversikt over kalkingsprosjektene i Østfold. Det går tydelig fram at de viktigste forsurede problemene ligger over tidligere marine grense, hovedsakelig i Fjella-området og sør for Haldenvassdraget.

I dette området ligger også Kolbjørnsviksjøen, hvor Sars var med sin far Michael for å studere marine avsetninger i 1861; samtidig fant Sars en ny form/art for vitenskapen: *Bosmina lilljeborgi*, oppkalt etter hans svenske livsvenn W. Lilljeborg (Sars 1862). Denne innsjøer har aldri har store problemer med sur nedbør, selv om tilrenningen var meget sur i den mest kritiske perioden (Vøllested 1989).



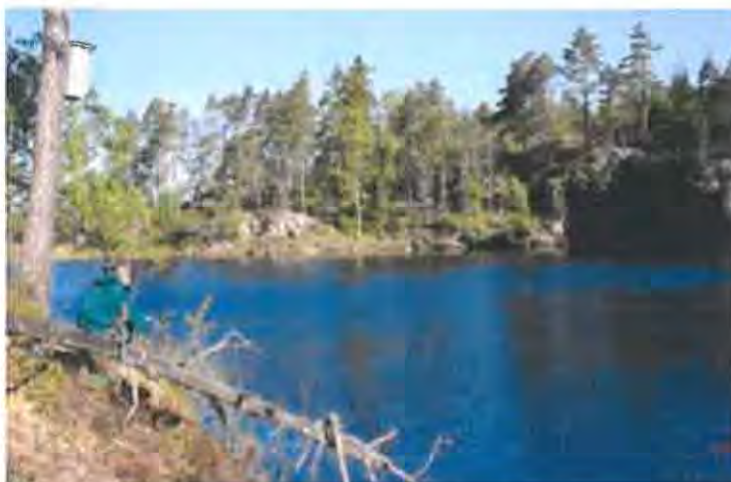
Figur 3-5. Kolbjørnsviksjøen benyttes som badevann og har lang oppholdstid. Den er i ferd med å bli mer næringsrik med høy fiskepredasjon. Foto Bjørg Lirhus; kilde web: <http://www.rakkestad.kommune.no/>

Etter at den første beskrivelsen av *Eubosmina* ble gjort av Baird i Skottland i 1857 (*B. coregoni*) og Leydig i Bayern 1860 (*B. longispina*), ble det G.O. Sars' oppgave å dele opp denne ekstremt kompliserte slekten i flere former, og det gjorde han til gangs. Hans første avvikende form kom fra Kolbjørnsvikssjøen i Østfold: *B. lilljeborgi*. Selv om den allerede tidlig ble illustrert av P.E.Müller (1868), er den relativt dårlig kjent utenom Norden og Russland, og er betydelig bedre kjent som *B. coregoni* m. (= morfotype, form) *kessleri*.



Figur 3-6. *Bosmina coregoni* m. *lilljeborgi* fra Kolbjørnsviksjøen; den samme formen finnes den dag i dag, og understreker innsjøens stabilitet. Sars (unpubl.data).

De forsurede og kalkede innsjøene i Fjella i Østfold har tidligere blitt undersøkt (Vøllestad 1989, Vasshaug & Vøllestad 1990, Hardeng et al. 1991). Dette er imidlertid innsjøer som er meget typiske for boreale deler av Østfold, kraftig fargede og humøse innsjøer, ofte med lav pH (Vøllestad 1989, Vasshaug & Vøllestad 1990). I de kronisk sure innsjøene i Østfold trengs et mye grundigere studium.



Figur 3-7. Vestfjella, her er flere innsjøer med lav predasjon fra fisk, ofte finnes bare ørret eller ørret og abbor. Kilde web: <http://www.fiskeland.no/fiskeomraader.php>.



Figur 3-8. Med det grunne Skinnerflo er vi kommet ned i det Baltiske innsjøsystemet i Nedre Glomma. Her er det hovedsakelig varmtvanns- og eutrofe komponenter i dyreplanktonet. Foto Torodd Hauger. Kilde web: <http://ostfold.miljostatus.no/>.

De store til middelstore innsjøene i Nedre Glomma (Vestvannet, Tunevann, Visterflo, Skinnerflo, Isesjø) er meso- til eutrofe, og inneholder områder som er eutrofe. De har alle mye karpefisk og derfor kraftige nedbeitet dyreplanktonsamfunn. Kombinasjonen

av mesotrofi og høy fiskepredasjon gir mulighet for mindre dyreplankton i mindre størrelse enn i mer eutrofe vannforekomster, hvor det ofte er et oksygenfattig refugium for store *Daphnia*, slik at de kan danne en betydelig populasjon, som f.eks. i Årungen og Gjersjøen (Nilssen unpubl.data).



Figur 3-9. Vestvannet er en sammensatt innsjø, med mye dyrket mark. Den het tidligere Bjørnstadvannet, og så mindre eutrof ut da G.O. Sars tok sine prøver. Kilde web. <http://www.of.fylkesbibl.no/flyfoto/tune/side32.html>

I lavereliggende deler av Glomma i Østfold finnes innsjøer som nordiske forskere har betegnet som den Baltiske innsjøtypen, siden det i lavtopografiske deler av Norden finnes en stor mengde av denne type. I tillegg har en rekke betydningsfulle forskere vært aktive i dette området, som f.eks. S. Lovén, W. Lilljeborg, G.O. Sars, C. Wesenberg-Lund, H. Huitfeldt-Kaas, E. Nauman, K.M. Strøm, B. Pejler, K. Berg, P. Jonasson og A. Nauwerck. Mange av disse har arbeidet med den pelagiske sonen i innsjøene. Det var den store danske forsker Wesenberg-Lund som etter intensive undersøkelser av danske innsjøer opprettet "Den Baltiske Innsjøtypen" (Wesenberg-Lund 1904, 1908). Den finnes over store deler av hele det Baltiske området: Danmark, Nord-Tyskland, Nord-Polen, Sør (spesielt Skåne) og Mellom Sverige og i Norge i noen få lavereliggende områder som Jæren og flate deler av fylkene Østfold, Vestfold, Oslo/Akershus, samt mindre deler av Oppland, Hedmark, Buskerud, Telemark og Aust-Agder.



Figur 3-10. Den baltiske innsjøtype *sensu* Wesenberg-Lund i den del av Norge med fleste slike – Akershus/Østfold: Tunevann. I nedre del av disse fylkene er det mange innsjøer som ligner på denne.

Innsjøtypen er karakterisert av store grunne områder, middels til lite dyp og et relativt varmt hypolimnion ($> 4\text{ °C}$) om sommeren. Dette betyr at stratifikasjonsmønsteret er som regel av Hutchinson type II (Hutchinson 1957). Likevel har flere av innsjøene anaerobe områder med refugier fra fiskepredasjon i dypere deler. Noen deler sirkulerer om sommeren (er polymiktiske); spesielt kan dette gjelde grunne bassenger som utgjør geografiske subregioner i deler av innsjøer med kompleks form, som Vansjø. Blant slike innsjøer som beskrevet over er f.eks. Orrevann, Edlandsvann, Mosevann (Jæren), Hillestadvann, Gjennestadvann, Bergsvann/øvre, Goksjø, Borrevann, Akersvann (Vestfold), Temse, Åkvåkvann, Langsæ, Hammertjenn (Aust-Agder), Dælivann, Stovivann, Nærevann, Midtvann, Begge Østensjøvannene (Oslo/Akershus), Isesjø, Visterflo, Skinnerflo, Vestvannet, Tunevann, innsjøer i øvre, eutrofe deler av Haldensvassdraget og Gjølssjøen (Østfold). Baltiske innsjøer i Norge er komplekse økosystemer med en rekke arter innenfor de fleste dyregrupper. Derfor er undersøkelsene spesielt tidkrevende, og i våre dager nesten ikke-eksisterende, bortsett fra for enkelte grupper, som litoral-pelagisk og pelagisk fisk.



Figur 3-11. Den typiske baltiske innsjøtype *sensu* Wesenberg-Lund, fra hans eget nærrområde; Pernillesø i Nord Sjælland, Danmark.

Dessuten har disse innsjøer intens fiskepredasjon, i første rekke fra en rekke arter av karpefisk, som hele året i tillegg bidrar til sterk intern gjødsling, bl.a. med fosfor. Spesielt om sommeren, når aldersgruppen 0^+ opptrer, er det sjeldent at større zooplanktonarter innen *Daphnia* opptrer, samtidig blir rotatorier og protister vanlige blant dyrene (se Hansson et al. 2007). Derfor avtar beitetrykket på algene drastisk, og store mengder – ofte toksiske og vannblomstdannende – fyttoplankton opptrer og lager store problemer for menneskelig anvendelse, samtidig presses pH i epilimnion ofte over $\text{pH}=9,0$ som fra strandsonen gir utlekning av ytterligere fosfor.

Mange av innsjøene i nedre del av Glomma i Østfold, som Tunevann, Visterflo, Skinnerflo, Vestvannet, Bergsjøen, Ertevann m.fl. har disse karakteristika. I det tidligere navnte "flat-området" fra nedre Grenland i Telemark, via Vestfold til Oslo/Akershus og Østfold, ligger en rekke innsjøer med problematiske antropogene prosesser – de akkumulerer biomasse i de for menneskene lite ønskelige fyttoplankton (ofte toksiske/vannblomst), store belter med makrofytter i strandsonen (ofte takrør) og/eller tett flytebladvegetasjon (tjønnaks og nøkkeroser) – og ikke minst ikke-ønskelige karpefisk for norske ganer.



Figur 3-12. Små, gjennomsiktige arter av zooplankton som *Ceriodaphnia pulchella*, *Diaphanosoma brachyurum* og *Daphnia cucullata* er ofte karakterarter i baltiske innsjøer. Fra senhøsten til St. Hans opptrer såkalte vinteraktive cyclopoide copepoder som *Cyclops strenuus* og *C. vicinus* som beiter på små stadier av zooplankton, spesielt i våroppblomstringsperioden. Fra G.O. Sars (upubl.)



Figur 3-13. Den baltiske innsjøtype *sensu* Wesenberg-Lund i den del av Norge med fleste slike – Østfold: Bergsjøen (som renner til Glomma fra øst). I Glomma i Østfold er det mange flere innsjøer som dette.

Et betydelig biogeografisk arbeid, som også involverer molekylærbiologi og genetikk, foregår nå i bl.a. baltiske innsjøer i Skåne og Sjælland, hvor Müller-Sars Selskapet er involvert. Alle viktige innsjøer i Skåne er prøvetatt i 2005, og fra 2006 til 2010 blir mellom 25-30 innsjøer fulgt med de viktigste parametre. Dette er et samarbeid med miljøvernnavdelingen i Skåne. Vi ønsker å sammenligne data fra det norske prosjektet

med tilsvarende data fra andre steder av det baltiske området, og andre høypredatorinnsjøer, for å identifisere viktige nøkkelsarter, livshistorier og prosesser.

3.2. ULIKE ØKOLOGISKE PÅVIRKNINGER I HISTORISK-LIMNOLOGISK PERSPEKTIV

I Glomma i Østfold (GiØ) er det hovedsakelig problemer med overgjødning som nå hovedsakelig kommer fra avrenning fra jordbruksaktivitetene (Borch et al. 2009, FM-Østfold 2009). I tillegg har Fjella i Østfold fortsatt problemer med menneskeindusert forsurening.



Figur 3-14. Akvatisk biomasse akkumuleres i makrofytter, perifyton, fytoplankton, zooplankton, fisk og/eller flere kombinasjoner av dette. Noen av disse kombinasjonene er mindre ønskelige for mennesker.

Skal man forstå de eutrofierte økosystemene i Nedre Glomma, er det ikke tilstrekkelig å arbeide her og i lignende innsjøer i nærheten. Det må arbeides i, og forskere må sammenligne mange typer ferskvannssystemer rundt Skagerrak for å identifisere faktorer som gjør at enkelte økosystemer akkumulerer biomasse utenom algenivået, dvs. unngår vannblomstilstander. Akvatisk biomasse akkumuleres i makrofytter, perifyton, fytoplankton, zooplankton, fisk og/eller ulike kombinasjoner av dette. Noen av disse kombinasjonene har vist seg mindre ønskelige for lokalbefolkningen, spesielt akkumulering i fytoplankton (i særdeleshet toksiske og vannblomstdannende arter), tette, brede makrofyttbelter, som f.eks. takrør, og utenfor dette tett flytebladsvegetasjon (f.eks. tjønnaks). Dette er nesten en kategorisk beskrivelse av Tunevann, Isesjø og de

andre grunne, eutrofe innsjøene i nedre del av Glomma i Østfold (GiØ), se Figur 3-10 og 3-13.

En rekke undersøkelser ble igangsatt rundt eutrofiering fra 1970-tallet, og flere typer biomanipuleringer ble igangsatt ved å påvirke næringsnettets struktur og spesielt i hvilke trofiske nivå biomassen skulle akkumuleres. Men siden stoppet den kreative og frie, innovative delen av forskningen opp. Det er nå nødvendig å hente inn ytterligere feltdata for å kunne forstå mer organismeøkologi, for derved å kunne identifisere problemer, prosesser, nøkkelarter og –organismer i eksisterende økosystemer. Ren overvåkning uten detaljert økologisk grunnforskning løser få eller ingen problemer. Fokus må forandres fra å betrakte "innsjøene utenifra" til å gå inn "i innsjøen" igjen.



Figur 3-15. I perioder har vannblomst begynt å observeres i Lyseren. Kilde web: nrk.no

I det spennende og varierte området rundt Oslo har en holdt på med ferskvannsforskning siden Georg Ossian Sars (1837-1927). På 1860-tallet var det "eksplosjon" i beskrivelse av nye og viktige prosessarter fra denne forskeren, spesielt som en følge av stor biologisk og abiotisk diversitet i økosystemene. Slik er det imidlertid også i 2009: stor diversitet i økosystemene gjør at biomassen akkumuleres på en rekke ulike måter, og det er i mange tilfeller ikke alltid klart hva som er nøkkelartene eller nøkkelprosessene i hvert enkelt system. Det står igjen bare én mulighet, gå i felt for å akkumulere nye data, og ikke slavisk kopiere det som til en hver tid er "inn" i anvendt forskning, som i stadig mindre grad blir organismesentrert eller hvor artenes autøkologi stadig spiller mindre rolle.



Figur 3-16. Karpfisk i store mengder kjennetegner Nedre Glomma og neste alle innsjøer i dette området. Foto: Dag Ø. Ingierd, OFA.

Et hovedproblem i Baltiske innsjøer, er den høye fiskepredasjonen, som gir meget høy intern gjødning. I sommerhalvåret i en nabolokalitet, var mengden næringssalter fra fisk høyere enn den tilført fra mennesker i nedslagfeltet (Brabrand et al. 1990). Derfor vil overtette fiskebestander sannsynligvis alltid være en av de viktigste årsakene for at ikke disse innsjøene ikke vil kunne oppfylle EU Vanndirektiv's krav.

Det er en stor gradient, spesielt i næringssalter som fosfor-forbindeler og nitrogenforbindelser samt humusstoffer fra Fjella til flateområdet i nedre Glomma. I tillegg er det stor forskjell i fiskesammensetning fra bare ørret i øverste del av vassdraget til fiskerikdommen i nedre deler. Likevel er fiskesammensetningen i de øvre delene delvis kunstige fordi fisk som abbor og ørret har dødd ut. Ved kalking og utsetting av bare ørret får disse økosystemene lavere fiskepredasjon enn før. I deler av Glomma i Østfold, spesielt høyereliggende regioner mot Fjella, er det fortsatt problemer med menneskeindusert forurensning (Vøllestad 1989, Hardeng et al. 1991), og spesielt kronisk sure lokaliteter trengs å studeres i detalj.



Figur 3-17 viser en kronisk sur innsjø over den tidligere marine grensen i Østfold. Fornyeede studier trengs i slike økosystemer.

I innsjøene i nedslagsfeltet til Glomma i Østfold er det stor biomangfold av småkreps, både litorale, bentiske og pelagiske. Selv om hundrevis (kanskje tusenvis) av studier siden slutten av 1950-tallet under-streker hvor avgjørende betydning zooplankton har i de fleste pelagiske prosesser, inkluderer EU-direktivet ikke zooplankton og derved ikke sammenhengene i den pelagiske sonen ved historiske og økologiske studier i ferskvann.

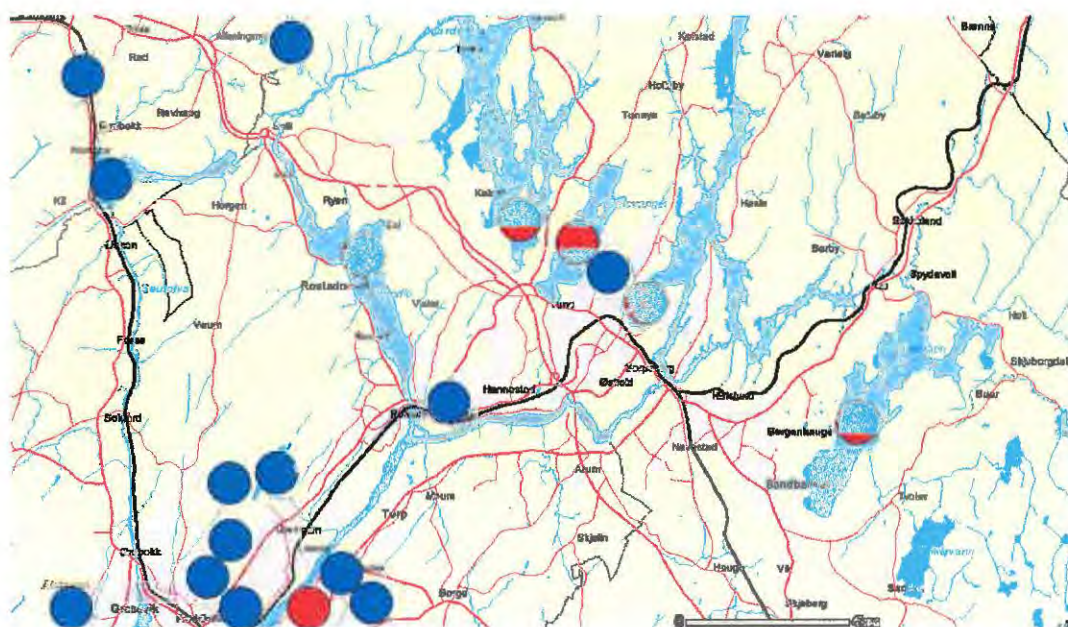
Mikrokrepsdyrene lever ikke bare i de frie vannmasser, men mange arter er *både* pelagiske og bentiske (inklusive litoral og profundal)(se Sars 1863, Flössner 1972), som f.eks. *H. saliens*, *H. appendiculata*, *M. leuckarti*, *D. pulex*, *D. longispina* og hele slektene *Bosmina*, *Diaphanosoma* og *Ceriodaphnia*. I de første tilfellene er artene med i EUs Vanndirektiv, men når de finnes i pelagialen er de det ikke. For å komplisere forholdene ytterligere, livshistoriene til mikrokrepsdyrene har ofte faser som er pelagiske og faser som er bentiske; dette gjelder en rekke arter innenfor copepoder og cladocerer. Plankton-fasen vil ikke være med i Direktivet, mens deres hvilestadier alltid er med i Direktivet. Ved paleoøkologiske studier brukes rester av skall på bl.a. mikrokrepsdyr (Frey 1969). Her er spesielt slekten *Bosmina* (plankton/littoral) og familien Chydoridae (bentisk; littoral/profundal) viktige ledefossiler (er med i Vanndirektivet; se Bennion & Batterbee 2007), men også pelagiske former som *Daphnia*, *Holopedium*, *Bythotrephes* og *Leptodora* kan og har blitt anvendt (Nilssen & Sandøy 1990), men er ikke i Direktivet. Alle gruppene over nyttes til å vurdere den historiske utviklingen av hele økosystemet, som f.eks. eutrofiering og økende fiskeinnflytelse; som er velkjente problemer i innsjøene i Glomma i Østfold.

3.3. HISTORISKE DATA – OPPRINNELIG ØKOSYSTEMER PÅ G.O. SARs' TID

3.3.1. GLOMMA I ØSTFOLD OG DENS NEDSLAGSFELT

I økosystemet i innsjøene i hele Glomma i Østfold (GiØ), som i alle ferskvannøkosystemer, spiller zooplanktonets arts- og størrelsessammensetning avgjørende rolle for hvordan biomassen skal akkumuleres. Det har skjedd viktige endringer i zooplanktonsamfunnet siden Ossian Sars besøkte området på 1880-tallet. Dette arbeidet gir en oversikt over disse endringene, og noen tenkte økologiske effekter som følge av dette.

I prosjektet vil historiske arter av zooplankton settes opp i Isesjø, Vestvannet, Tunevann, Glengshølen, Fredrikstad by, Lyseren og Visterflo og noen andre innsjøer i nedslagsfeltet og nærliggende vassdrag. Dette vil sammenlignes med nåværende artssammensetning. Fra disse data vil tenkte økologiske effekter kunne vurderes og viktige akvatiske prosessarter stilles opp.



Figur 3-18. Den nedre delen av Glomma i Østfold, rundt Sarpsborg og Fredrikstad. Røde sirkler: lokaliteter samlet av G.O. Sars og prosjektet "I G.O. Sars' Fotspor" (1999-nå); blå sirkler: lokaliteter samlet "I G.O. Sars' Fotspor". På mange måter er dette et av G.O. Sars' klassiske ferskvannområder.

Sars (upubl.data) fant i Vestvannet følgende arter på 1880-tallet og 1890-tallet (nåværende nomenklatur, hvis mulig): *Holopedium gibberum* (i store mengder, som han sa), *D. cristata*, *Bosmina coregoni* m. *lilljeborgi*, *Leptodora kindti*, *Bythotrephes*

longimanus, *Limnocalanus macrurus*, *Eudiaptomus gracilis*, *Arctodiaptomus laticeps* og *Mesocyclops leuckarti*.

Flere av disse artene var og er karakterarter for helt andre økosystemer enn de eutrofe forholdene i innsjøen de siste tiårene. I oligotrofe innsjøer er en av karakterartene *H. gibberum*, vanligvis en indikator på kalsiumfattig vann. Den forsvinner i all fall før den mesotrofe tilstanden er avsluttet. Imidlertid har de fleste cladocerene hvileegg som kan holde seg i flere hundre år, slik at en art kan finnes i vannmassene lagt tid etter at de økologiske forhold i vannmassene ikke lenger tilhører artens vanlige habitat.



Figur 3-19. En gang var f.eks. *Holopedium gibberum* meget vanlig i Vestvannet, og ikke sjelden i Visterflo og Lyseren. I flere baltiske innsjøer som Isesjø og Tunevann fant Sars ikke arten. Sars (unpubl.data).

Ikke bare har noen av cladocerene forandret seg etter G.O. Sars' tid (Figur 3-19), men også noen av copepodene Sars fant i vannmassene ville i dag vært langt fra deres vanlige økologiske utbredelsesmønster, slik som den oligotrofe kaltvannsarten *A. laticeps* og istidsrelikten *L. macrurus*. Den sistnevnte arten finnes ofte i de dypere delene av innsjøer, men ved økende eutrofi klarer den ikke lenger å oppholde seg i det oksygenfattig dypvannet.

I Lyseren fant Sars (unpubl.) følgende arter på 1880-tallet: *Limnosida frontosa*, *Holopedium gibberum*, *Daphnia galeata* (var. – som han kalte den), *D. cristata*, *Bosmina longispina*, *Bosmina coregoni* m. *lilljeborgi*, *Leptodora kindti*, *Heterocope appendiculata*, *Eudiaptomus gracilis*, *Cyclops scutifer* og *Mesocyclops leuckarti*.

Det var ikke så merkelig at Sars hadde vanskeligheter med disse to formene, fordi *Daphnia* sannsynligvis er en hybrid mellom *D. galeata* og *D. cucullata*, og denne formen på *Bosmina*, han kalte den *B. obtusa*, finnes få andre steder i Norden.



Figur 3-20: I Lyseren hadde Sars ekstra store problemer med *Daphnia* og *Bosmina*.

Den relativt store copepoden *L. macrurus* (nedenfor) synes å ha forsvunnet helt siden Ossian Sars' undersøkelser i Vestvannet på 1800-tallet. Dette kan ha betydning for det pelagiske økosystemet, fordi spesielt *L. macrurus* er en omnivor predator og kan holde nede mindre dyreplankton.



Figur 3-21. *L. macrurus* fantes i flere innsjøer på Sars' tid. Den kan nå ha fått problemer med oksygenfattig vann i dypet. Sars (unpubl.data).

Det nedre området av Glomma rundt Fredrikstad har mange arter av småkreps, også meget sjeldne som copepoden *Cyclops vicinus* og rotatorien *Kellicottia bostoniensis*.



Figur 3-22. Lite ante G.O. Sars at det i nærområdet til nedre Glomma i Fredrikstad i våre dager skulle finnes typiske europeiske krepsdyrarter som *Cyclops vicinus* – vanlig i eutrofe lokaliteter. Her finnes også en hybrid *Daphnia longispina x galeata* samt hjuldyret *Kellicottia bostoniensis*, som har spredd seg i nyere tid og er indikator for eutrofe forhold.

3.3.2. VASSDRAG MED OVERFØRINGSVERDI TIL GLOMMA I ØSTFOLD

Glomma i Østfold (GiØ)s viktigste nabovassdrag er Bunnefjordvassdragene, Morsa og Haldenvassdraget som dekker er smalere område i øst og vest; alle disse vassdragene har innsjøer hvor de viktigste miljøproblemene er overgjødning (FM-Østfold 2009). Blant Norges mest eutrofierte innsjøer finnes her, og mange av dem har blitt undersøkt i lang tid og det foreligger mye økologisk viten (Vansjø, Årungen, Gjersjøen, Kolbotnvann, Lyseren, Tunevann).



Figur 3-23. Sars sammenlignet hele tiden nærliggende og lignende populasjoner med mikrokrepsdyr. Her er *Bosmina*-former i Vansjø (helt til venstre) sammenlignet med Årungen (i midten) og Bjørnstadvann = Vestvannet til høyre. (Sars unpubl.data).

Østfold er det eneste fylket der *B. coregoni*-former er vanlige, i en rekke typer av innsjøer. Mucroen (skalltaggen nederst til høyre på skallet, se Vestvannet) var ofte et kjennetegn for de ulike formene, men Sars kunne ikke få bestemt seg hvordan hans egen art *B. coregoni* m. *lilljeborgi* skulle se ut – opprinnelig hadde den litt større mucro enn typen fra Årungen (Figur 3-23). Etter hvert som Sars fikk materiale fra store deler av verden, og spesielt rundt Østersjøen, fikk han mindre grep på denne meget vanskelige slekten. Gruppen utgjør et dilemma den dag i dag (Kotov et al. 2009).



Figur 3-24. Sars hadde store problemer med den spesielle *Daphnia* han fant i Gjersjøen, *D. hyalina*. Det kan dreie seg om en hybrid der det også finnes gener fra *D. galeata*. Foto av slides fra Sars samling på NHM, Tøyen.

Sars tok prøver i følgende innsjøer med høy overføringsverdi til Glomma i Østfold: Gjersjøen, Årungen, Kolbotnvann, Midtvann, Holstadvann m.fl. Det var spesielt slektene *Daphnia* og *Bosmina* og litorale arter som han hadde interesse av, og fikk problemer med. Østfold; det var fylket med de største utfordringene – ved siden av Akershus. Den spesielle *Daphnia* som Sars fant i Gjersjøen, ble etter hvert prototypen på en *D. hyalina* i Norge – og derfor meget sjelden. Senere utvidet Sars formen til det som kunne ligge innenfor arten *D. hyalina*, slik at denne ble ”mye vanligere” i Norge (Sars 1890, 1903).

Også *Daphnia* fra Årungen voldt Sars mye bry. Han betegnet den *D. pellucida* – etter P.E. Müllers danske form, funnet i noen få danske innsjøer (P.E.Müller 1868). Muligens er noen av disse formene egentlig hybrider og tilbakekryssninger innen *D. longispina* komplekset. Det er ønskelig å arbeide videre med dette nå.

3.4. HISTORISKE OBSERVASJONER ETTER G.O. SARS TIL CA. ÅR 2000

Etter Sars (og Huitfeldt-Kaas 1906) var det en stor norsk stillhet innen mikrokrepsdyr, inntil faget limnologi ble igangsatt ved Universitetet i Oslo. Den kjente geografen og limnologen Kåre Münster Strøm hadde bestemt litt dyreplankton i noen av sine publikasjoner, men det ble aldri noen viktig eller anerkjent del av hans forskning, og han synes ikke å ha bevart sine prøver for studier i ettertiden. Han var heller ikke aktiv i vassdragene i dette studiet. Like etter Strøm, igangsatte Kåre Elgmork studium av autøkologi til mikrokrepsdyr, som ofte levde i dammer og tjern. Spesielt innen de såkalte cyclopoide copepodene gjorde Elgmork en stor innsats, og hans studie av *C. strenuus* (Elgmork 1959, 1964), er klassisk innenfor limnologien (se Hutchinson 1967). Det er en viktig vinter og vår-art i kanskje de fleste lokalitetene i nedre Glomma. Nedre Glomma har ikke den sentrale posisjon i EUs Vanndirektiv som Morsa (Lyche-Solheim et al. 2001, Bjørndalen et al. 2006a, b). I Morsa har limnologi i Vansjø blitt undersøkt i detalj (Bjørndalen & Warendorph 1982). Fisk har også blitt undersøkt noen tiår (f.eks. Brabrand 1979, Brabrand & Lien 2004). I det forsurede området rundt og i Fjella i Østfold er det gjort flere rapporter (s. 30-32).

4. EUs VANNDIREKTIV OG FORVENTNING TIL DEN ØKOLOGISKE UTVIKLING INNEN GLOMMA I ØSTFOLD

Avhengig av klassifiseringen av vassdragene innenfor EUs Vanndirektiv av år 2000, skal det settes opp miljømål med milepeler (se f.eks. FM-Østfold 2009), og etter 15 år skal vanlige vannforekomster ha blitt tilbakeført til "naturlilstanden". I sterkt modifiserte vannforekomster, som sannsynligvis nederste deler av Glomma i Østfold som Tunevann, skal det oppnås "godt økologisk potensiale", som er noe lavere målsetting enn de vanlige vannforekomstene. I nabovassdraget Morsa er det satt opp foreløpige miljømål for de ulike vannforekomstene, slik at de kan danne grunnlag for tiltakspakker og forvaltningsplan (Solheim-Lyche et al. 2001, Bjørndalen 2006a, b). Siden EUs Vanndirektiv for ferskvann har valgt ut følgende grupper for å definere vannkvalitet i ferskvann: *vannkjemi, fytoplankton, festsittende vannvegetasjon og fisk*, vil ikke formen på dyreplankton bety noe, men derimot de litorale og profundale artene. Det er naturlig å dele Glomma i Østfold inn i flere deler når man skal vurdere EUs Vanndirektiv, og her utrede delrapporter som beskriver realistiske miljømål for de ulike gruppene av vannforekomster i vassdraget.

Den høyestliggende delen: Fjella; forsurede og kalkede innsjøer.

Disse innsjøene er typiske innsjøer for slike områder i Østfold, de har lav fiskepredasjon og derved stor størrelse på krepsdyr, som er typisk for oligotrofe områder. Det anbefales at noen innsjøer velges som referanselokaliteter og at de opprettholdes med lav fiskepredasjon. Det bør ikke settes inn karpefisk, som mort, i disse. De bør prøvofiskes i løpet av 2 år, og årlig overvåkes. Kronisk sure innsjøer er et problem, også i Østfold, og slike innsjøer bør undersøkes i Fjella i Østfold.

Den mellomste delen mot øst (øst og nord for Isesjø): Noe jordbrukspåvirkede skogsjøer med høy fiskepredasjon.

Disse innsjøene er typiske for dette området, fordi de har meget høy fiskepredasjon og derved lite størrelse på hyaline krepsdyr. Det anbefales at noen av disse innsjøene blir referanselokaliteter og at de opprettholdes med nåværende fiskepredasjon, eller noe senket, hvis tidligere data tyder på at så var tilfelle. Et utvalg bør prøvofiskes i løpet av 2 år, og årlig overvåkes. Disse innsjøene er forøvrig lite undersøkt i Østfold, og bør studeres i mer detalj.

Den lavereliggende delen med Baltiske innsjøtyper: Eutrofierte innsjøer med høy fiskepredasjon.

Disse innsjøene er typiske for lavereliggende deler av Østlandet, som f.eks. i Akershus, sør Hedmark, sør Oppland, sør Buskerud, Vestfold og Østfold. Innsjøene har meget høy fiskepredasjon derved lite størrelse på hyaline elementer. Det finnes videre mange arter, hybrider og tilbakekryssninger. Det anbefales at 1-2 av disse innsjøene blir referanselokaliteter og at de opprettholdes med nåværende fiskepredasjon. Et utvalg bør prøvefiskes i løpet av 2 år, og årlig overvåkes.

5. ETTERORD OG TAKKSIGELSER

Selv om EUs Vanndirektiv fra år 2000 ikke inkluderer zooplankton, er dette behandlet i denne rapporten. En rekke forhold er avgjørende ved denne undersøkelsen 1) G.O.Sars' tidligere prøver i Glomma i Østfolds lokaliteter, 2) nabo-lokaliteter med overføringsverdi til Glomma i Østfold, 3) avklaring av art eller takson til den gjeldende populasjonen og 4) et avgjørende punkt er hvilken navnsetting som nå anvendes, og hvordan denne har forandret seg siden G.O. Sars' undersøkelser. 5) I tillegg kreves det at mange prøver over et stort biogeografisk område blir innsamlet, bearbeidet og sammenlignet med punktene 1-2 over. Basismaterialet til G.O. Sars ligger stort sett usortert, som preparater (objektpreparater, spritpreparater), illustrasjoner, dagbøker og notisbøker (flere hundre av hver) og ferdige publikasjoner, ofte uten illustrasjoner. Under slike forhold er det bare én metode som er gangbar, gå gjennom fra A til Å – hele G.O. Sars' etterlatte vitenskapelige høykvalitetsmateriale. Siden han beskrev så mange arter, også av de mest vanlige i Europa, er hans samling spesielt viktig – både for Norge og hele det vitenskapelige samfunn. Økonomiske midler til dette studiet som ble initiert i 2003, har kommet fra Fylkesmannen i Østfold, samt fra egne midler. Jeg takker Håvard Hornnæs, Fylkesmannen i Østfold, Vannområdeutvalget Glomma, for hjelp og informasjon om forskning og utredning i Glomma i Østfold. Jeg vil spesielt takke Geir Hardeng, det han ikke kan om alt som svømmer og går i Østfolds natur, er ikke verdt å vite. For støtte til å finne fram i G.O. Sars' materiale på Naturhistorisk Museum (slides, tubes) takker jeg Marit E. Christiansen og Aase Wilhelmsen; og de ansatte på Nasjonalbiblioteket, Oslo for god hjelp med Sars' materiale der (illustrasjoner, dagbøker, notisbøker m.m.). I arbeidet i felt med prosjektet: "I G.O. Sars' Fotspor" har mange hjulpet de siste tiår. Fylkesmannen i Aust-Agder, Telemark, Vestfold, Buskerud, Oppland, Oslo/Akershus og Østfold har alle støttet feltforskningen med midler, samt frambragt data og opplysninger om biologiske og kjemiske forhold i vassdragene. Forfatteren takker alle personene over for verdifull hjelp til gjennomføring av prosjektet. Forfatteren alene er ansvarlig for innhold og meninger i denne rapporten.

6. LITTERATURHENVISNINGER

- Adamowicz, S.J., Colbourne, J.K., Witt, J.D.S., & Hebert, P.D.N. 2009. The scale of divergence: a phylogenetic appraisal of intercontinental allopatric speciation in a passively dispersed zooplankton genus. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 50: 423-436.
- Bennion, H. & Battarbee, R. 2007. The European Union water framework directive: opportunities for palaeolimnology. *Journal of Paleolimnology* 38: 285-295.
- Berge, D., Sørensen, J., Østdahl, T. & Tvede, A. 2003. Demonstrasjonsprosjekt for implementering av EUs Vanndirektiv i Suldalsvassdraget med utenforliggende fjordområder. NIVA-Rapport 4627-2003: 1-112.
- Berner, D.B. 1987. Significance of head and carapace pores in *Ceriodaphnia* (Crustacea, Cladocera). *Hydrobiologia* 145: 75-84.
- Bjørndalen, K. & Warendorph, H. 1982. Vansjø. Hydrografi og plankton i en innsjø med kompleks bassengform. Cand.real. Univ. Oslo: 269 pp (Mimeogr. in Norwegian).
- Bjørndalen, K., Hauger, T., Vallner, P. & Warendorph, H. 1985. Tunevannet – 1984. En vannfaglig vurdering. Fylkesmannen i Østfold, miljøvernavdelingen, rapport nr. 4-1985: 1- 15 + primærtabeller.
- Bjørndalen, K., Andersen, T., Borgvang, S.A., Hobæk, A., Kaasa, B., Rohrlack, T. & Skjelbred, B. 2006. Utredninger Vansjø – Kartlegging av vannkvaliteten i 2005. NIVA-Rapport 5143-2006: 1-58.
- Bjørndalen, K., Andersen, T., Bechmann, M., Borgvang, S.A., Brabrand, Å., Delstra, J., Gunnarsdottir, H., Hobæk, A., Saloranta, T., Skarbøvik, E. & Lyche-Solheim, A. 2006. Utredninger Vansjø 2005 – Sammen drag og anbefalinger. NIVA-Rapport 5146-2006: 1-41.
- Brabrand, Å. 1979. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med eutrofiering av Vansjø, Østfold. Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI). LFI-Rapport nr. 40: 1-44.
- Brabrand, Å. & Lien, L. 2004. Fiskeribiologisk undersøkelse i Vansjø, Østfold. Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI). LFI-Rapport nr. 227: 1-52.
- Brabrand, Å, Faafeng, B.A & Nilssen J.P. 1990. Relative importance of phosphorus supply to phytoplankton production: fish excretion versus external loading. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 47: 364-72.
- Caroni, R. & Irvine, K. 2009. The potential of zooplankton communities for ecological assessment of lakes: redundant concept or political oversight? *Biology and Environment*. (in press).
- Colbourne, J.K. & Hebert, P.D.N. 1996. The systematics of North American *Daphnia* (Crustacea: Anomopoda): a molecular phylogenetic approach. *Philos. Trans. R.Soc. Lond. B* 351: 349-360.
- Cronberg, G. 2005. The life cycle of *Gonyostomum semen* (Raphidophyceae). *Phycologia* 44: 285-293.
- Eie, J.A. 1974. A comparative study of the crustacean communities in forest and mountain localities in the Vassfaret area (southern Norway). *Norw. J. Zool.* 22: 177-205.
- Einsle, U. 1975. Revision der Gattung *Cyclops* s.str., speziell der abyssorum-gruppe. *Mem.Ist.Ital.Idrobiol.* 32: 57-219.
- Einsle, U. 1993. Crustacea, Copepoda: Calanoida und Cyclopoida. Gustav Fischer Verlag.
- Elgmork, K. 1959. Seasonal occurrence of *Cyclops strenuus strenuus* in relation to environment in small waterbodies in southern Norway. *Folia Limnol Scand* 11: 1-196.
- Elgmork, K. 1964. Dynamics of zooplankton communities in some small inundated ponds. *Folia Limnol. Scand.* 12: 1-83.
- Eriksson, M.O.G., Henrikson, L., Nilssen, B.-I., Nyman, G., Oscarson, H.G. & Stenson, A.E. 1980. Predator-prey relations important for the biotic changes in acidified lakes. *Ambio* 9: 248-249.
- EUs Vanndirektiv 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. The Council Luxembourg,

- 23 October 2000. 1997/0067(cOD) C5-0347/2000 LEX 224 PE-CONS 3639/1/00 REV 1 ENV 221 CODEC 513.
- Flößner, D. 1972. *Krebstiere, Crustacea; Kiemen-Blattfüßer, Branchiopoda; Fischläuse, Branchiura*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 501s.
- Flößner, D. 2000. *Die Haplopoda und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas*. Backhuys Publ., Leiden. 428s.
- Frey, D. G. (ed.). 1969. Symposium on paleolimnology. Intl.Assoc. Limnol. Mitt. 17: 1-448.
- Frey, D. G. 1982. Sars and the Norwegian Cladocera: a continuing frustration. *Hydrobiologia* 96: 267-293.
- Fylkesmannen i Østfold. Miljøvernvedelingen. 2009. Utkast til forvaltningsplan 2010-2015. Vannregion 1: Glomma/Indre Oslofjord inkludert grensevassdrag på Østlandet. Arbeidsdokument. 70 s.
- Halvorsen, G. & Elgmork, K. 1976. Vertical distribution and seasonal cycle of *Cyclops scutifer* Sars (Crustacea, Copepoda) in two oligotrophic lakes in Southern Norway. *Norw. J. Zool* 24: 143-160.
- Hansson, L.-A., Nicolle, A., Brodersen, J., Romare, P., Nilsson, P.A. & Brönmark, C. 2007. Consequences of fish predation, migration, and juvenile ontogeny on zooplankton spring dynamics. *Limnol.Oceangr.* 52: 696-706.
- Haney, R.A. & Taylor, D.J. 2003. Testing paleolimnological predictions with molecular data: the origins of Holarctic Eubosmina. *Journal of Evolutionary Biology.* 16: 871-882
- Hardeng, G. (red.) medarb. Eie, J.A., Jøsang, O., Marker, E. & Schei, P.J. 1991. Naturfaglige undersøkelser av en del områder i Østfold. "Landsplanen for verneverdige områder og forekomster", Miljøverndepartementet 1973-76. Fylkesmannen i Østfold, miljøvernvedelingen, rapport nr. 9-1991: 1-131.
- Hesthagen, T., Walseng, B. & Karlsen, L.R. 2002. Effekter av forurening og kalking på fisk og krepserdyr i innsjøer i Enningedalsvassdraget, Østfold. NINA Oppdragsmelding 761: 1-42.
- Hindar, A., Moy, F., Bækken, T., Mjelde, M., Nilssen J.P. & Kroglund, T. 2005. Forvaltning av mindre vassdrag i lys av Vannrammedirektivet - Gjevingvassdraget i Tvedestrand . NIVA-report O-23405. 60pp.
- Holýńska, M. & Dahms H.-U. 2004. New diagnostic microcharacters of the cephalothoracic appendages in *Cyclops* O. F. Müller, 1776 (Crustacea, Copepoda, Cyclopoida). *Zoosystema* 26: 175-198.
- Hongve, D., Riise, G. & Kristiansen, J.F. 2004. Increased colour and organic acids in Norwegian forest lakes and drinking water – a result of increased precipitation. *Aquatic Sciences* 66: 231-238
- Hrbáček, J., 1987. Systematics and biogeography of *Daphnia* in the northern temperate region. In Peters, R. H. & R. de Bernardi (eds), "*Daphnia*". *Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia* 45: 37-76.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1898. Plankton in norwegischen Binnenseen. *Biologische Centralblatt*, 18: 625-636.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1906. Planktonundersøgelser i Norske Vande. Centraltrykkeriet, Kristiania. 199+3 Planches and 9 Tables (In Norwegian with German summary).
- Hutchinson, G.E. 1957. A treatise on limnology. Volume 1. Geography, physics and chemistry. Wiley, New York. 1015pp.
- Hutchinson, G.E. 1967. A treatise on limnology, v. 2. Introduction to lake biology and the limnoplankton. Wiley, New York. 1048pp.
- Jansson, S.-T. 1996. Kalkingsplan for Østfold. Mot år 2000. Fylkesmannen i Østfold, miljøvernvedelingen, rapport nr. 4-1996: 1- 27; vedl. 1 og 2.
- Keller, W. & Yan, N.D. 1998. Biological recovery from lake acidification: zooplankton communities as a model of patterns and processes. *Rest.Ecol.* 6: 364-375.
- Kiefer, F. 1978. Freilebende Copepoda. *Die Binnengewässer*, 26/2: 1-343.

- Kristiansen, Ø.J. 1991. Kalking av sure vann i Østfold. Overvåkning 1988-1990. Fylkesmannen i Østfold, miljøvernnavdelingen, rapport nr. 2-1991: 1- 53.
- Korovchinsky, N. M. 1987. A study of *Diaphanosoma* species (Crustacea : Cladocera) of the "Mongolianum" group. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 72: 727-758.
- Korovchinsky, N.M. 2005. New species of *Holopedium* Zaddach, 1855 (Crustacea: Cladocera: Ctenopoda) from Greenland. *J. Limnol.* 64: 103-112.
- Kotov, A., Ishida, S. & Taylor, D.J. 2009. Revision of the genus *Bosmina* (Cladocera: Bosminidae), based on evidence from male morphological characters and molecular phylogenies. *Zool.J.Linn.Soc.* 156: 1-51.
- Kratz, T.K., Frost, T.M. & Magnusson, J.J. 1987. Inferences from spatial and temporal variability in ecosystems: Long-term zooplankton data from lakes. *Am.Nat.* 129: 830-846.
- Lyche-Solheim, A., Vagstad, N., Kraft, P., Løvstad, Ø., Skoglund, S., Turtumøygard, S. & Selvik, J.R. 2001. Tiltaksanalyse for Morsa (Vansjø-Hobøl-vassdraget). Sluttrapport. NIVA-Rapport 4377: 1-104.
- Müller, O. F., 1785. Entomostraca seu insecta testacea, quae in aquis Daniæ et Norvegiæ reperit, descripsit et iconibus illustravit. J.G. Müller & F.W. Thiele. Lipsiae et Havniae. 135pp.
- Müller, P. E., 1868. Danmarks Cladocera. *Naturhistorisk Tidsskrift, Serie 3, 5: 53–240*, Plates I–VI (in Danish, species descriptions in Latin).
- Nilssen, J.P. 1979. Problems of subspecies recognition in freshwater cyclopoid copepods. *Z. zool. Syst. Evolut.-forsch.* 17: 285-295.
- Nilssen, J.P. 1980. Acidification of a small watershed in southern Norway and some characteristics of acidic aquatic environments. *Int.Revue ges.Hydrobiol.* 65: 177-207.
- Nilssen, J.P. 1984. An ecological jig-saw puzzle: reconstructing aquatic biogeography and pH in an acidified region. *Rep.Inst.Freshwat.Res.Drottningholm* 61: 138-147.
- Nilssen, J.P. 2009a. Naturlig regional restaurering og effekter av kalking i tidligere forsurede innsjøer i Aust-Agder 2002-07. Müller-Sars Selskapet, Rapport 2009-4: 1-70.
- Nilssen, J.P. 2009b. A narrative story of Otto Friderich Müller's *Daphne longispina* (Crustacea; Cladocera): 240 years taxonomical and nomenclatural confusion in a widespread freshwater zooplankton. Ms. To be submitted.
- Nilssen, J.P. & Larsson, P. 1980. The systematical position of the most common fennoscandian *Bosmina* (*Eubosmina*). *Z.zool.Syst.Evolut.-forsch.* 18: 62-68.
- Nilssen, J.P. & Sandøy, S. 1990. Recent lake acidification and cladoceran dynamics: surface sediment and core analysis from lakes in Norway, Scotland and Sweden. *Phil.Trans.R.Soc.Lond.B* 327, 299-309.
- Nilssen, J.P. & Wærvågen, S.B. 2000. Superficial ecosystem similarities vs autecological stripping: the «twin species» *Mesocyclops leuckarti* (Claus) and *Thermocyclops oithonoides* (Sars) – seasonal habitat utilisation and life history traits. *Journal of Limnology* 59: 79–102.
- Nilssen, J.P. & Wærvågen, S.B. 2002a. Intensive fish predation: an obstacle to biological recovery following liming of acidified lakes? *J.Ecosyst.Stress Recovery* 9: 73-84.
- Nilssen, J.P. & Wærvågen, S.B. 2002b. Recent re-establishment of the key species *Daphnia longispina* and cladoceran community following chemical recovery in a strongly acid-stressed region in southern Norway. *Arch.Hydrobiol.* 153: 557-580.
- Nilssen, J.P. & Wærvågen, S. 2003a. Analyse av kalkede innsjøer i Oslo og Akershus. En sammenligning med referanselokaliteter 2002. Fylkesmannen i Oslo og Akershus. Rapport 1/2003: 1-47.
- Nilssen, J.P. & Wærvågen, S.B. 2003b. Ecological distribution of pelagic copepods and species relationship to acidification, liming and natural recovery in a boreal area. *J.Limnol.* 62: 97-114.
- Nilssen, J. P., Halvorsen, G & Melåen, J. 1980. Seasonal divergence of *Bosmina* morphs. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 65: 507–516.

- Nilssen, J.P., Hobæk, A., Petrusek, A., Skage, M., 2007. Restoring *Daphnia lacustris* G.O. Sars, 1862 (Crustacea, Anomopoda): a cryptic species in the *Daphnia longispina* group. *Hydrobiologia* 594: 5–17.
- Nyberg, P., 1984. Impact of *Chaoborus* predation on planktonic crustacean communities in some acidified and limed forest lakes in Sweden. *Rep.Inst.Freshwat.Res.Drottningholm* 61: 154-166.
- Nyman, H.G., Oscarson, H.G. & Stenson, J.A.E. 1985. Impact of invertebrate predators on the zooplankton composition in acid forest lakes. *Ecol.Bull (Stockh.)* 37: 239-243.
- Patalas, J. & Patalas, K., 1966. The crustacean plankton communities in Polish lakes. *Verh. int. Ver. Limnol.* 16: 204-215.
- Pejler, B. 1975. On long-term stability of zooplankton composition. *Rep.Inst.Freshwat.Res.Drottningholm* 54: 107-117.
- Petrusek, A., Hobæk, A., Nilssen, J.P., Skage, M., Černý, M., Brede, N., & Schwenk, K., 2008. A taxonomic reappraisal of the European *Daphnia longispina* complex (Crustacea, Cladocera, Anomopoda). *Zool. Scr.* 37: 507–519.
- Pontin, R.M. 1978. A key to British freshwater planktonic Rotifera. *Freshwat.Biol.Assoc.Scient.Publ.* 38: 1-178.
- Proctor, V.W. 1964. Viability of crustacean eggs recovered from ducks. *Ecology* 45: 656-658.
- Riise, G. 1987. En regional undersøkelse av 56 innsjøer i Oslo Østmark. Naturlige og antropogene kilder til spormetaller og forsurningsparametre. Cand. scient-oppgave i limnologi. Universitetet i Oslo.
- Roff, J.C. & Kwiatkowski, R.E. 1977. Zooplankton and zoobenthos communities of selected northern Ontario lakes of different acidities. *Can.J.Zool.* 55: 899-911.
- Rove, C.L., Adamowicz, S.J. & Hebert, P.D.N. 2007. Three new cryptic species of the freshwater zooplankton genus *Holopedium* (Crustacea: Branchiopoda: Ctenopoda), revealed by genetic methods. *Zootaxa* 1656: 1–49.
- Ruttner-Kolisko, A. 1972. Rotatoria. *Die Binnengewässer.* XXVI (1): 99-234.
- Rylov, W.M. 1963. Freshwater Cyclopoida. Fauna of the USSR. Crustacea. III (3). Israel progr. for scient.trans. 318 pp.
- Sars, G. O., 1861/1993. On the freshwater Crustaceans occurring in the vicinity of Christiania. Handwritten dissertation. In Christiansen, M. E., J. A. Eie, G. Halvorsen, A. Hobæk & P. Larsson. English translation (by Anders Brettingen) published by the University of Bergen, Norway, 197pp. +113 Plates.
- Sars, G. O., 1862. Hr. Studiosus medic. G.O. Sars fortsatte sit Foredrag over de af ham i Omegnen af Christiania iagttagne Crustacea Cladocera. *Forhandlinger i Videnskabs-Selskabet i Christiania Aar 1861: 250–302* (in Norwegian, new species descriptions in Latin).
- Sars, G. O., 1863. Beretning om en i sommeren 1862 foretagen zoologisk reise i Christiania og Trondhjems stifter. *Nyt Mag.Naturv.* 12: 193-252.
- Sars, G. O., 1865. Norges ferskvandskrebsdyr. Første afsnitt. Brachiopoda. I. Cladocera Ctenopoda (fam. Sididae & Holopedidae) Brøgger & Christie's bogtrykkeri, Christiania. VIII + 71pp. pls. 1-4.
- Sars, G. O., 1890. Oversigt af Norges Crustaceer med foreløbige Bemærkninger over de nye eller mindre bekjente Arter. II. Branchiopoda, Ostracoda, Cirripedia. *Forhandlinger i Videnskabs-Selskabet i Christiania Aar 1890: 1–80* (in Norwegian, new species descriptions in Latin).
- Sars, G. O., 1901/03. An account of the Crustacea of Norway. Vol. IV. Copepoda. Calanoida. Bergen Museum. Cammermeyer's Forlag. Christiania. 171pp. 102 plansjer + 6 tilleggsplansjer.
- Sars, G. O., 1903. On the Crustacean fauna of Central Asia. Part II. Cladocera. *Annuaire du Musée Zoologique de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg* 8: 157–194.
- Sars, G. O., 1913/18. An account of the Crustacea of Norway. Vol. VI. Copepoda. Cyclopoida. Bergen Museum. Cammermeyer's Forlag. Christiania. 225pp. 118 plansjer.

- Sládeček, V. 1973. System of water quality from the biological point of view. Arch. Hydrobiol., Erg. Limnol. 7: 1-128.
- Stenson, J.A.E., 1981. The role of predation in the evolution of morphology, behaviour and life history of two species of *Chaoborus*. Oikos 37: 323-327.
- Stenson, J.A.E., 1990. Creating conditions for changes in prey community structure by *Chaoborus* spp. in a lake in Sweden. Hydrobiologia 198: 205-214.
- Stenson, J. & Svensson, J.-E. 1994. Manipulations of planktivore fauna and development of crustacean zooplankton after restoration of the acidified Lake Gårdsjön. Arch. Hydrobiol. 131: 1-23.
- Stingelin, T. 1904. Die Familie Holopedidae. Rev. Suisse Zool. 12: 53-64.
- Taylor, D.J., Hebert, P.D.N., Colbourne, J.K., 1996. Phylogenetics and evolution of the *Daphnia longispina* group (Crustacea) based on 12S rDNA sequence and allozyme variation. Mol. Phylogenet. Evol. 5: 495-510.
- Teiling, E. 1916. A caledonian phytoplankton formation. Svensk Bot. Tidskr 10: 506-519.
- Voigt, M. 1978. Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas (2. Aulage, Neuarbeitet von W. Koste). Gebrüder Borntraeger, Berlin. 673s.
- Vøllestad, A. 1983. Fiskebestandene i Bjørkelangen, Øgderen og Rødenessjøen. Enfiskeribiologisk undersøkelse i forbindelse med forurensningen av Haldenvassdraget. Fiskeribiologiske undersøkelser i Haldenvassdraget. Rapport nr. 2: 1-57.
- Vøllestad, A. 1989. Kalkingsplan for Østfold. Fylkesmannen i Østfold, miljøvernavdelingen, rapport nr. 9-1989: 1- 88.
- Walseng, B. & Hansen, H. 1994. Krepssdyr og bunndyr i sure vann i Østfold. NINA Oppdragsmelding 335: 1-29.
- Walseng, B. & Karlsen, L.R. 1997. Reetablering av forsuringsfølsomme invertebrater etter kalking av ferskvann i Østfold. NINA Oppdragsmelding 490: 1-32.
- Walseng, B. & Karlsen, L.R. 2009. Endring i krepssdyr- og fiskefaunaen etter kalking i syv vann i Østfold. NINA Oppdragsmelding 469: 1-47.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. s.a. Littoral microcrustaceans as indices of trophy. NINA-Poster.
- Wesenberg-Lund C., 1904. Plankton investigationsof the Danish Lakes. Special Part. Copenhagen, Gyldendalske Boghandel, 223pp.
- Wesenberg-Lund C., 1908. Plankton investigations of the Danish Lakes. General Part: the Baltic freshwater plankton, its origin and variation. Copenhagen, Gyldendalske Boghandel, 389pp.



BIOLOGISK OVERVÅKNING AV HALDENVASSDRAGET

BUNNDYR I EUTROFE BEKKER OG ELVER

HØST 2013

Ingvar Spikkeland



ØSTFOLD  MUSEENE

Avd. Haldenvassdragets Kanalmuseum
Ørje

Rapport 3/2013

Forord

I forbindelse med Vanndirektivet/vannforskriften ble det høsten 2008 satt i gang et arbeid for å kartlegge miljøtilstanden i elver og bekker i Haldenvassdraget, som grunnlag for gjennomføring av tiltaksovervåkning i vassdraget. Haldenvassdragets Kanalmuseum, nå en avdeling av Østfoldmuseene, ble engasjert av Vannområdet Haldenvassdraget for å gjennomføre bunndyrundersøkelser. I perioden fra høsten 2008 - høsten 2011 ble til sammen 40 bekker/elver i kommunene Aremark, Marker og Aurskog-Høland undersøkt. De fleste av disse er kartlagt to ganger, og prøvene er da tatt i to etterfølgende år/sesonger. Disse undersøkelsene er å betrakte som problemkartlegging, og gir et mål på lokalitetenes miljøtilstand før tiltak er satt i gang. Åtte av lokalitetene ble av forskjellige grunner tatt ut av undersøkelsesprogrammet etter første undersøkelse (se Spikkeland 2012), men en av dem (Bøenselva) er nå tatt med igjen.

Høsten 2012 startet første runde med tiltaksovervåkning i vassdraget. Av de 32 bekkene/elvene som er med i overvåkningsprogrammet, ble det valgt ut 11 lokaliteter som alle unntatt en ble kartlagt for bunndyr både i 2008 og 2009/2010. Høsten 2013 fortsatte dette arbeidet, ved at 11 nye bekker/elver ble undersøkt. De fleste av disse ligger i Marker og Aremark. I tillegg ble det foretatt en bunndyrundersøkelse i utløpselva fra Setten. Denne rapporten presenterer resultatene fra denne undersøkelsen.

Ørje, 10.12.2013
Ingvar Spikkeland

Forsidebildet er fra Østenbyelva i Marker. (Foto: Ingvar Spikkeland).

Materiale og metoder

Tabell 1 gir en oversikt over lokalitetene som har vært med i tiltaksovervåkingen høsten 2013, med kartangivelse og prøvedatoer. Lok. 47 er undersøkt for første gang, mens alle de andre lokalitetene er kartlagt både i 2008 og 2009/2010.

Tabell 1. Bekker/elver hvor bunndyrundersøkelser er gjennomført høsten 2013

Id.nr.	Vannlok.kode	Elv/bekk	UTM	Kommune	Lokal UTM-sone 32V	
					Øst	Nord
17	001-61956	Bekk v/Gjølsjø	PL527954	M	652498	6594897
18	001-61957	Bøenselva	PL512948	M	651151	6594688
19	001-61958	Gunnengbekken	PL531840	M	652930	6584231
28	001-61142	Bekk v/Komnes	PM415375	A-H	641467	6637508
31	001-61962	Bekk v/Folkenborg	PM454087	M	645279	6608329
32	001-61963	Bekk v/Gåseby	PM484040	M	648392	6603868
33	001-61964	Østenbyelva	PM473026	M	647099	6602362
34	001-61965	Halvorsrudelva	PL502855	M	650024	6585353
35	001-61966	Bekk v/Fange	PL526755	A	652502	6575202
36	001-61967	Bekk v/Rivegård	PL513745	A	651068	6574215
37	001-61968	Bekk v/Skjulstad	PL533722	A	653113	6571851
47	001-62361	Utløpselv Setten	PM499298	A-H	650026	6629877

Metodene som er benyttet i undersøkelsen er beskrevet i Klassifiseringsveilederen, (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009), og det henvises til denne for nærmere beskrivelse. I tillegg til innsamling av bunndyr på lokalitetene ble også temperatur, pH og spesifikk ledningsevne (mS/m) målt i felt.

Bunndyrene er artsbestemt, med unntak av vårfluer og tovinger, som bare er bestemt til familie. På grunnlag av faunasammensetningen i de enkelte lokaliteter beregnes indeksen ASPT (Average Score per Taxon), ved at angitte toleranseverdier for de enkelte bunndyrfamilier på lokaliteten summeres og divideres på det totale antall familier. Denne indeksen varierer mellom 1 og 10, der høye verdier indikerer god miljøtilstand. Med utgangspunkt i ASPT-indeksen beregnes så en EQR-verdi ved å dele med 7, som ansees som referanseverdi (se Direktoratets gruppa Vanndirektivet 2009). ASPT-indeksen er basert på bunndyrsamfunnet i vintersesongen, og prøvene må derfor tas i perioden oktober-april/mai. Som det framgår av tabell 2, er prøvene tatt i løpet av oktober-november 2013.

Resultater

Vannkjemi

Selv om kjemiske parametere ikke lenger benyttes som støtteparametere i vurdering av bekkenes/elvenes miljøtilstand, er likevel noen grunnleggende hydrografiske parametere ført opp i tabell 2. Ut fra tidligere målinger er det grunn til å tro at halvparten av lokalitetene tilhører gruppen kalkfattige, humusrike vannforekomster (merket med svak blåfarge i tabell 2), mens resten trolig er middels kalkrike. Spesielt Gunnengbekken og bekken ved Folkenborg har relativt høy spesifikk ledningsevne, noe som i denne sammenhengen antyder ekstra stor påvirkning fra jordbruksavrenning. I motsatt ende av skalaen finner vi utløpselva fra Setten, som er relativt elektrolyttfattig. To av lokalitetene, bekken ved Gåseby og Østenbyelva, er med i den kjemiske overvåkingen av Haldenvassdraget (Greipsland 2013). Mens Østenbyelva har lave verdier av totalt fosfor, representerer bekken ved Gåseby en mer typisk jordbruksbekk med høye fosforverdier.

Tabell 2. Vannkjemiske parametere. Kalkfattige lokaliteter (< 4,0 mg Ca/L) er merket med svak blå farge.

Id.nr.	Vannlok.kode	Elv/bekk	Dato	Temp.	pH	Spes.
				° C		ledn.øvne mS/m
17	001-61956	Bekk v/Gjølsjø	2.11.13	5,4	6,4	5,2
18	001-61957	Bøenselva	14.11.13	3,8	6,3	6,9
19	001-61958	Gunnengbekken	2.11.13	5,1	6,9	10,8
28	001-61142	Bekk v/Komnes	18.11.13	2,2	6,4	3,8
31	001-61962	Bekk v/Folkenborg	18.11.13	3,2	6,7	10,1
32	001-61963	Bekk v/Gåseby	21.11.13	1,8	6,5	7,3
33	001-61964	Østenbyelva	21.11.13	4	6,4	4,4
34	001-61965	Halvorsrudelva	14.11.13	4,6	6,4	5,2
35	001-61966	Bekk v/Fange	2.11.13	5,5	6,4	4,7
36	001-61967	Bekk v/Rivegård	14.11.13	3,8	6,3	7,3
37	001-61968	Bekk v/Skjulstad	2.11.13	5,9	6,5	6,2
47	001-62361	Utløpselv Setten	21.11.13	4,7	6,4	3,0

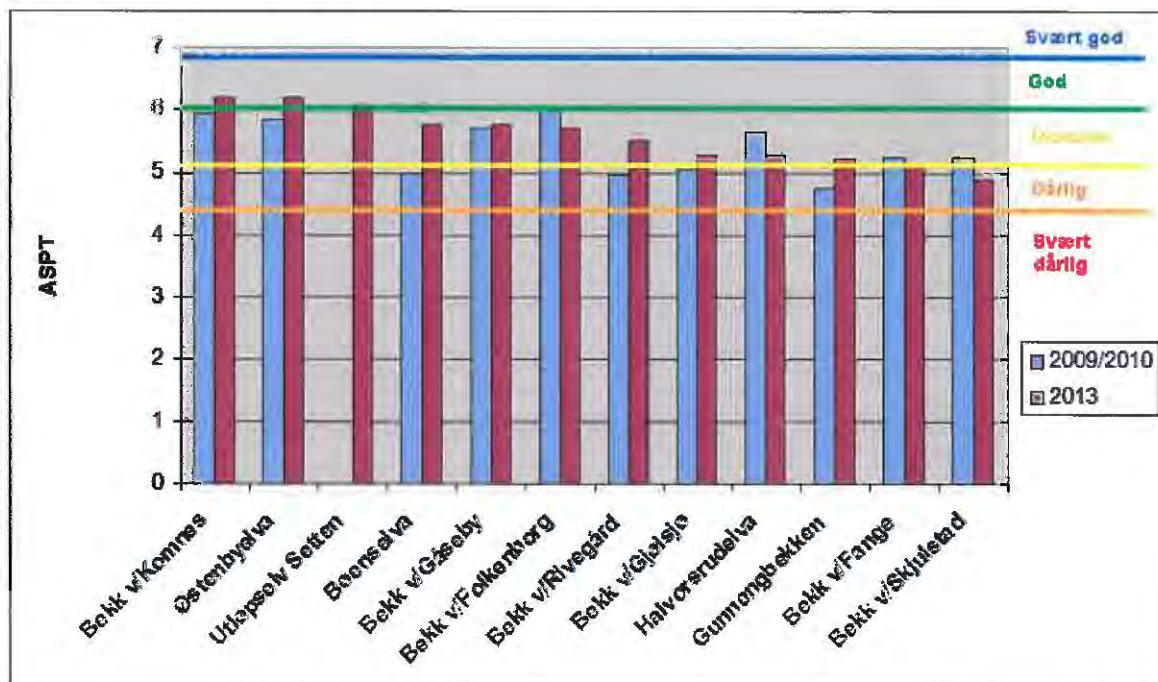
Økologisk miljøtilstand – ASPT-indeks/EQR

I figur 1 er ASPT-indeksen for vintersesongen 2013/2014 sammenlignet med gjennomsnittsindeksen for 2008 og 2009/2010. I vedlegget er det en tabell som angir ASPT-indeksene sammen med EQR-verdier og vannlokalitetskode.

Tre av lokalitetene; bekken ved Komnes, Østenbyelva og utløpselva fra Setten, får god miljøtilstand basert på lokalitetenes bunndyrfauna. I tillegg ligger Bøenselva, bekken ved Gåseby og bekken ved Folkenborg like oppunder grensen for god tilstand. Spesielt overraskende er det at Bøenselva, som kommer fra fuglereservatet Gjølsjø, får så høy ASPT-verdi, mens de andre to bekkene, som har stor andel jordbruksområder i sitt nedbørfelt, har verdier i nærheten av det som ble målt i 2008 og 2009/2010. Bare en av lokalitetene; bekken ved Skjulstad, kommer ut med dårlig miljøtilstand i denne undersøkelsen, men fire av de andre bekkene/elvene ligger i nærheten av grensen for dårlig tilstand. Gunnengbekken, som ved forrige undersøkelse hadde dårlig tilstand, har denne gangen oppnådd betydelig høyere ASPT-indeks. To andre lokaliteter som også har oppnådd vesentlig bedre miljøtilstand i denne undersøkelsen sammenlignet med i 2008 og 2009/2010 er Bøenselva og bekken ved Rivegård.

Sammenlignet med gjennomsnittet av de to prøvene i 2008 og 2009/2010 har sju lokaliteter høyere ASPT i 2013 sammenlignet med forrige måling, mens fire har lavere, og en lokalitet er ny av året og mangler sammenligningsgrunnlag. Dette er nesten nøyaktig

samme trend som det som ble funnet ved den tilsvarende bunndyrundersøkelsen vintersesongen 2012/2013 for lokaliteter i Aurskog-Høland og nordre del av Marker, og styrker dermed inntrykket av at det er en svak bedring av miljøtilstanden i vassdraget. Det må imidlertid understrekes at endringene i forhold til forrige undersøkelse gjennomgående er moderate, og at en derfor ikke kan trekke noen bastante konklusjoner.

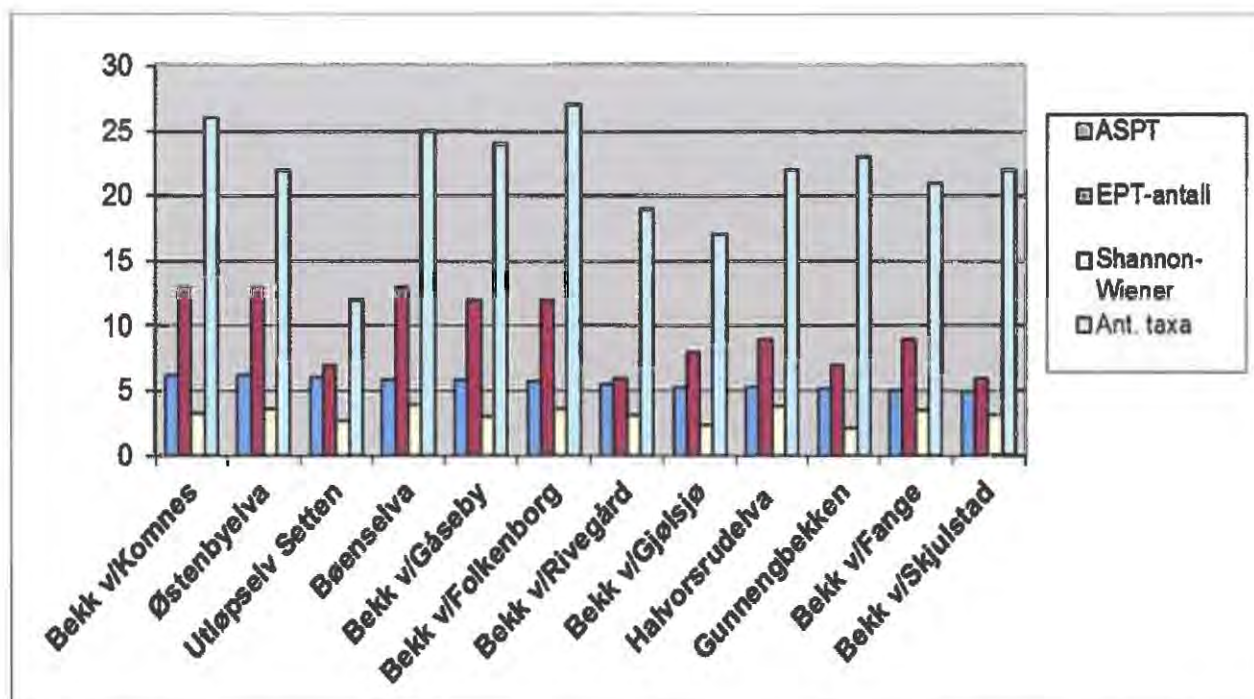


Figur 1. Miljøtilstanden i de undersøkte lokalitetene vintersesongen 2013/2014 sammenlignet med gjennomsnittsverdiene i 2008/2009 og 2009/2010, basert på bunndyrfaunaen og målt med indeksen ASPT.

Artsmangfold/diversitet

Når vi studerer Figur 1, ser vi en annen trend i tillegg til endringer i miljøtilstanden som vi også har sett tidligere, nemlig at miljøtilstanden i bekkene og elvene målt med ASPT-indeksen gjennomgående er bedre i vassdragets nordlige del (nord for Ørje) enn i den sørlige delen. Dette kan synes noe overraskende sett på bakgrunn av at forurensningsbelastningene er størst i vassdragets nordlige del. Det kan da være av interesse å se på andre mulige mål på miljøtilstanden, som for eksempel EPT-antall (antall arter av døgnfluer, steinfluer og vårfluer), Shannon-Wieners diversitetsindeks og totalt antall registrerte taxa. Disse parametrene er angitt i figur 2, sammen med ASPT-indeksen. Lokalitetene er sortert etter avtakende ASPT-indeks.

Vi ser at EPT-antallet viser samme trend som ASPT-indeksen, med de høyeste verdiene nord for Ørje. Utløpselva fra Setten er et unntak her, men har utvilsomt sammenheng med vanskelige forhold for prøvetaking på den stasjonen. Det totale antall arter/taxa viser litt av samme trenden, men ikke så tydelig som EPT-antallet. Shannon-Wieners diversitetsindeks viser derimot ingen tydelig samvariasjon med de andre parametrene. Likevel kan vi si at økologiske miljøindekser som EPT-antall og totalt antall taxa til en viss grad støtter opp om de resultatene som ASPT-indeksen gir. En kan likevel ikke se bort fra at også andre faktorer enn bare forurensning kan være av betydning når det gjelder forskjellene i ASPT-indeks mellom vassdragets nordlige og sørlige del. For eksempel kan klimatiske forskjeller, spesielt nedbørsmengde, muligens spille en viss rolle, men det blir bare løse spekulasjoner.



Figur 2. Biologiske parametere knyttet til bunndyrsamfunnene høsten 2013.

Det ble registrert to rødlistearter ved undersøkelsene høsten 2013: tangelveøyenstikker *Onychogomphus forcipatus* (VU) i utløpselva fra Setten og iglen *Glossiphonia concolor* (DD) i Gunnengbekken og bekken ved Rivegård. Mens *Glossiphonia concolor* er funnet i åtte av lokalitetene i overvåkningsprogrammet, er tangelveøyenstikker bare funnet i to av de andre lokalitetene; Haretonelva nedstrøms Floen og Mjerma ved Narvestad.

Oversikt over arter/taxa registrert i lokalitetene høsten 2013 er gitt i vedlegg 2.

Konklusjoner

Den økologiske miljøtilstanden i de undersøkte elvene/bekkene er målt med indeksen ASPT, som baserer seg på sammensetningen av bunndyr i de forskjellige lokalitetene (figur 1). ASPT-indeksen gir god miljøtilstand i bekken ved Komnes, Østenbyelva og utløpselva fra Setten mens bekken ved Skjulstad får dårlig tilstand. Av de lokalitetene som får moderat miljøtilstand ligger følgende bekker/elver relativt nær opptil god tilstand: Bøenselva og bekken ved Gåseby (ASPT = 5,8) og bekken ved Folkenborg (ASPT = 5,7). Fire av lokalitetene; bekken v/Gjølsjø, Halvorsrudelva, Gunnengbekken og bekken ved Fange, ligger nær grensen mot dårlig tilstand. I tilstandsvurderingen har en ikke benyttet innhold av totalt fosfor som støtteparameter.

Sammenlignet med ASPT-gjennomsnittet for 2008 og 2009/2010 er det en trend mot høyere ASPT og bedre miljøtilstand i flertallet av lokalitetene. En tilsvarende trend ble også registrert ved undersøkelsene vintersesongen 2012/2013. Dette kan tyde på at de tiltak som er gjennomført i de forskjellige nedbørfeltene har gitt resultater, men siden det er forholdsvis små endringer, er det ikke mulig å trekke sikre konklusjoner om dette enda.

Litteratur

- Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann. 180 s.
- Greipsland, I. 2013. Overvåkning i Nordre Haldenvassdrag i perioden 1. mai 2012-1. mai 2013. Bioforsk. 5 s.
- Spikkeland, I. 2012. Biologisk overvåkning av Haldenvassdraget. Bunndyr i eutrofe bekker og elver 2008-2012. Status etter to undersøkelser. Østfoldmuseene, Avd. Haldenvassdragets Kanalmuseum. Rapport 1/2012. 16s + vedlegg.
- Spikkeland, I. 2013. Biologisk overvåkning av Haldenvassdraget. Bunndyr i eutrofe bekker og elver høst 2012-vår 2013. Rapport 1/2013. 18 s + vedlegg.

Vedlegg

1. Vannlokalitetskoder, ASPT- og EQR-indeks for undersøkte bekker/elver i Haldenvassdraget høsten 2013.
2. Arter/taxa registrert i eutrofe elver/bekker i Haldenvassdraget høsten 2013.

VEDLEGG

Vedlegg 1. Vannlokalitetskoder, ASPT- og EQR-verdi for undersøkte bekker/elver i Haldenvassdraget høsten 2013.

Idnr	Lokalitet	Vannlok.koder	ASPT		EQR	
			2009/2010	2013	2009/2010	2013
17	Bekk v/Gjølsjø	001-61956	5,05	5,3	0,88	0,96
18	Bøenselva	001-61957	5	5,8	0,81	0,91
19	Gunnengbekken	001-61958	4,8	5,2	0,83	0,87
28	Bekk v/Komnes	001-61142	5,95	6,2	0,84	0,85
31	Bekk v/Folkenborg	001-61962	6,05	5,7	0,83	0,81
32	Bekk v/Gåseby	001-61963	5,7	5,8	0,74	0,6
33	Østenbyelva	001-61964	5,85	6,2	0,8	0,9
34	Halvorsrudelva	001-61965	5,65	5,3	0,8	0,8
35	Bekk v/Fange	001-61966	5,25	5,1	0,8	0,7
36	Bekk v/Rivegård	001-61967	4,95	5,5	0,7	0,8
37	Bekk v/Skjulstad	001-61968	5,25	4,9	0,8	0,7
47	Utløpselva fra Setten	001-62361		6,1		0,9

**Vedlegg 2. Arter/taxa registrert i eutrofe elver/bekker i Haldenvassdraget høsten 2013.
Rødlistede arter med rød skrift.**

	Art/taxa	Bekk v/Komnes	Utløpselv Setten	Bekk v/ Gjølvsjø	Bøenselva	Gunnengbekken	Bekk Folkenborg	Bekk Gåseby	Østenbyelva	Halvorsrudelva	Bekk ved Fange	Bekk ved Rivegård	Bekk ved Skjulstad	Antall stasjoner
	Lok nr.	28	47	17	18	19	31	32	33	34	35	36	37	
TURBELLARIA Flatormer	<i>Dendrocoelum lacteum</i> (Müller)					1								1
	<i>Polycelis</i> sp.												1	1
GASTROPODA Snegler	<i>Acroloxus lacustris</i> (L.)						1						2	2
	<i>Omphiscola glabra</i> (O.F. Müller)										1			1
	<i>Galba truncatula</i> (O.F. Müller)												2	1
BIVALVIA Muslinger	<i>Sphaerium corneum</i> (L.)				3									1
	<i>Pisidium casertanum</i> (Poli)			2			1				1		5	4
	<i>Pisidium subtruncatum</i> Malm					2							3	2
HIRUDINEA Igler														
Glossiphoniidae	<i>Glossiphonia cf. concolor</i> (Apathy)					1								2
	<i>Glossiphonia complanata</i> L.					1								1
Erpobdellidae	<i>Erpobdella octoculata</i> (L.)				4	5		1		1	1			5
Oligochaeta Fåbørstemark	Fåbørstemark indet.	4	2	25	6	20	1	6	3	1	5	4	8	12
CRUSTACEA Krepsdyr	<i>Asellus aquaticus</i> (L.)	3	20	8	5	16	4	10		5	8	39	32	11
HYDRACARINA Vannmidd	Vannmidd indet.	4	2		1	2	1	11	2	1	2	1	1	11
EPHEMEROPTERA Døgnfluer														
	<i>Siphonurus</i> sp.			1										1
Baëtidae	<i>Baetis rhodani</i> (Pictet)	2			2		7	6	2	16				6
	<i>Baetis niger</i> (L.)	2			5	1	34	11	19	9	24		6	9
	<i>Centroptilum luteolum</i> (Müller)				1		20							2
	<i>Cloëon dipterum</i> (L.)			3										1
Heptagenidae	<i>Heptagenia fuscogrisea</i> (Retzius)		12		2			1						3
Caenidae	<i>Caenis horaria</i> (L.)		10											1
	<i>Caenis luctuosa</i> Bum.		3											1
Leptophlebiidae	<i>Leptophlebia marginata</i> (L.)	3	12	1	17	12	11	1	4	7	39	5	26	12
	<i>Leptophlebia vespertina</i> (L.)										14			1
	<i>Leptophlebia</i> sp.		30	1	12									3
PLECOPTERA Steinfluer														
Perlodidae	<i>Isoperla difformis</i> (Klapálek)	3							7					2
Taeniopterygidae	<i>Brachyptera risi</i> (Morton)	4												1
	<i>Taeniopteryx nebulosa</i> (L.)								1					1
Nemouridae	<i>Amphinemura borealis</i> (Morton)							1	1					2
	<i>Amphinemura</i> spp.										1			1
	<i>Nemoura cinerea</i> (Retzius)	1	1	11	2	50	16		8	1	6	11	55	11
	<i>Nemoura avicularis</i> Morton	1	3	1		1	1	4		3	24			8
Capnidae	<i>Capnia bifrons</i> (Newman)	1					27				7			3
	<i>Capnopsis schilleri</i> (Rostock)	23					12	1						3

Leuctridae	<i>Leuctra hippopus</i> Kempny	23						4		8				3
	<i>Leuctra hippopus/digitata</i>								9			7		2
ODONATA Øyestikkere														
Gomphidae	<i>Onchygomphus forcipatus</i> (L.)		1											1 V
	Corixidae indet.											1		1
COLEOPTERA Biller indet.		1						1						2
Dytiscidae	<i>Platambus maculatus</i> (L.)													
	<i>Elmis aenea</i> (Müller)	2						17	1	1				4
	<i>Oulimnius tuberculatus</i> (Müller)									4	1			2
	<i>Limnius volckmari</i> (Panzer)				2									1
Scirtidae	<i>Elodes</i> sp.			3	6		1	1	5					5
Hydraenidae	<i>Hydraena</i> spp.	56		3	3	27	24	19	2	9	17	6	4	11
MEGALOPTERA Mudderfluer	<i>Sialis fuliginosa</i> Pictet	3					1			1	8	2		5
TRICHOPTERA Vårfluer	Rhyacophilidae	1			3		1	3		1				
	Hydroptilidae				1		1							2
	Polycentropodidae	4	10	3	5	3	1	3	5	6	3	1	8	12
	Hydropsychidae				7	14		3	2					4
	Limnephilidae	3		5	2	3	4	2	2	2	5	5	4	11
	Beraeidae					1						6		2
	Sericostomidae						1							1
	Molannidae				2									1
DIPTERA Tovinger	Tovinger indet.											1		1
	Tipuloidea	2		2		1		1	2	1		10	1	8
	Simuliidae	8			21	4	7	10	32	8		23	2	9
	Chironomidae	13	8	4	9	1	8	3	2	5	18	8	11	12
	Ceratopogonidae	1					1		1	1			1	5
	Tabanidae				1	1	1				1	1		5
	Limonidae	8		3	2	4	3				4		5	7
	Muscidae				1								2	2
AMPHIBIA Amfibler	<i>Rana temporaria</i> L. Buttsnutefrosk									1				1
	Sum taxa	25	13	16	26	22	26	23	20	22	20	19	20	61
	EPT-antall*	14	9	8	14	9	14	13	12	10	10	7	6	

BUNNDYR I FIRE BEKKER OG ELVER I RØMSKOG OG MARKER HØST 2013

Ingvar Spikkeland



Rapport til Fylkesmannen i Østfold

Feltarbeid, artsbestemmelse og rapport ved
cand. real. Ingvar Spikkeland, 1870 Ørje

Forord

Som et ledd i arbeidet med overvåkning av vannforekomster i Østfold, er det gjennomført bunndyrundersøkelser i tre elver i Rømskog og ei elv i Marker høsten 2013 med sikte på å vurdere eutrofierings- og forsuringsvirkninger i lokalitetene.

Oppdragsgiver er Fylkesmannen i Østfold. Denne rapporten presenterer resultatene fra undersøkelsen.

Ørje, 12.12.2013
Ingvar Spikkeland

Forsidebildet er fra Tukkuelva ved Tørnby i Rømskog (Foto: Ingvar Spikkeland).

Materiale og metoder

Tabell 1 gir en oversikt over de fire elvene/bekkene hvor bunndyrsamfunnene er undersøkt. I figur 1 er den geografiske plasseringen til prøvestasjonene vist.

Tabell 1. Elver/bekker hvor bunndyrundersøkelser er gjennomført høsten 2013

Lokalitet/stasjon	Vannlok. kode	Lokal UTM-sone	
		Øst	Nord
Kopperudelva	314-62231	655816	6625333
Tukkuelva	314-62232	657984	6626309
Oselva	314-62233	660973	6616750
Akevannselva	314-62234	652081	6613265

Materialet er analysert både med hensyn til eutrofiering og forsurening. Metodene som er benyttet i undersøkelsene er beskrevet i Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009), og det henvises til denne for nærmere beskrivelse. Feltarbeidet ble gjennomført 21. november 2013. I tillegg til innsamling av bunndyr på lokalitetene ble også temperatur, pH (kolorimetrisk metode) og spesifikk ledningsevne (mS/m, bestemt med et YSI multimeter) målt i felt, mens kalsiuminnholdet (mg/L) ble målt på laboratoriet ved titrering med EDTA (Hack Digitaltitrator).

Bunndyrene er artsbestemt, med unntak av vårfluer og tovinger som i noen tilfeller bare er bestemt til slekt eller også bare til familie. På grunnlag av faunasammensetningen i de enkelte lokaliteter beregnes indeksen ASPT (Average Score per Taxon), ved at angitte toleranseverdier for de enkelte bunndyrfamilier på lokaliteten summeres og divideres på det totale antall familier. Denne indeksen benyttes for å vurdere graden av eutrofiering i vannforekomsten, og verdier over 6,0 indikerer god eller svært god miljøtilstand. Med utgangspunkt i ASPT-indeksen kan en EQR-verdi beregnes ved å dele med 7, som ansees som referanseverdi (se Direktoratets gruppa Vanndirektivet 2009). ASPT-indeksen er basert på bunndyrsamfunnet i vintersesongen, og prøvene må derfor tas i perioden oktober-april/mai.



Figur 1. Elver hvor bunndyrsamfunnene ble undersøkt høsten 2013. Kartgrunnlag: Statens Kartverk, Geovekst og kommunene.

For å undersøke eventuelle forsuringseffekter, er indeksene Raddum forsuringssindeks 1 og 2 beregnet. Disse indeksene baseres på at bunndyrene inndeles i fire grupper. Gruppe 1 omfatter de mest forsuringfølsomme artene, som dør ved en pH-reduksjon ned til pH 5,5. I gruppe 2 er de artene som dør når pH reduseres til 5,0. De arter som dør ved en pH på 4,7, utgjør gruppe 3, mens gruppe 4 omfatter de artene som overlever selv med en pH lavere enn dette (se Direktoratgruppen Vanndirektivet 2009). For en mer fullstendig undersøkelse av forsuringseffekter, bør det tas flere prøver i hver elv, og det må også tas prøver om våren, da bunndyrsfunnene vil kunne variere betydelig fra høst til vår dersom forsuringbelastningen er nær tålegrensen. Siden denne undersøkelsen bare er basert på en høstprøve, gir den bare en antydning av forsuringssituasjonen i lokalitetene. Et kompliserende forhold her er at det kalkes i tre av de berørte vassdragene, slik at dette vil påvirke elvenes bunndyrsfunn. Dette gjelder Åkevannselva, Kopperudelva og Oselva, der det årlig kalkes i innsjøene Åkevannet, Vortungen og Rømsjøen, som alle ligger oppstrøms prøvestasjonene. I nedbørfeltet til Tukkuelva blir det ikke kalket (Leif R. Karlsen pers. medd.).

Resultater

Vannkjemi

Hydrografiske/kjemiske parametere for de undersøkte lokalitetene er ført opp i tabell 2. Feltarbeidet ble gjennomført ca. 14 dager etter en flomperiode, og vannføringen var fortsatt stor i de undersøkte lokalitetene. En vil derfor kunne forvente at både pH og innholdet av oppløste salter i elvene ligger noe under årsgjennomsnittet.

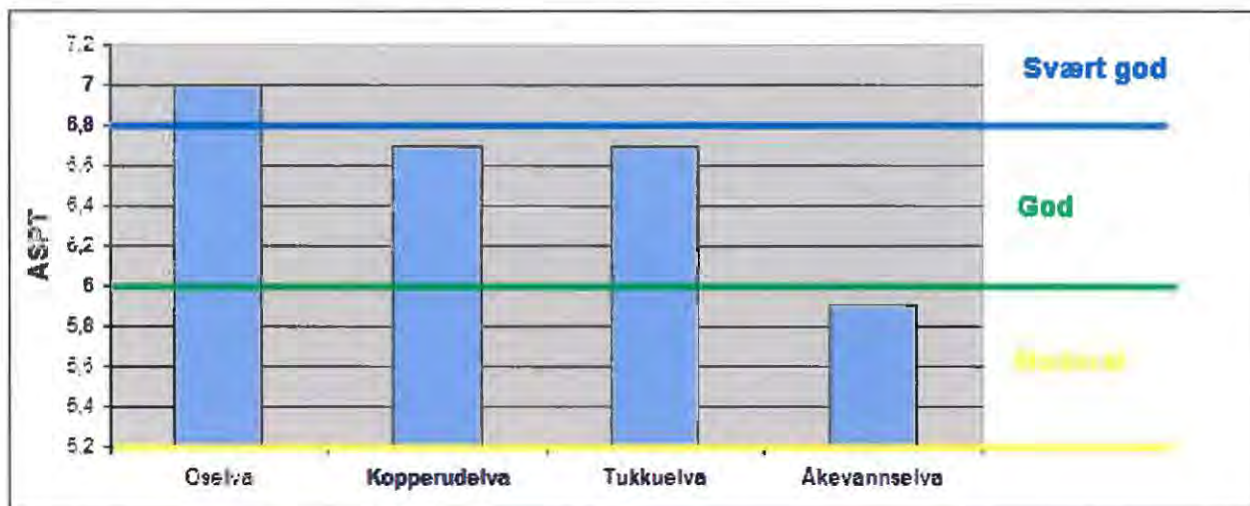
Spesielt Åkevannselva bærer tydelig preg av kalking, med relativt høye verdier for de kjemiske parametrene, og et kalsiuminnhold som tilsvarer middels kalkrik vanntype. Kopperudelva ligger i grenseland mellom kalkfattig og middels kalkrik. pH i Tukkuelva er vesentlig lavere enn i de andre elvene (5,5), noe som gir en antydning av hvor pH i vassdragene i dette området vil ligge dersom det ikke kalkes. Fra naturens side tilhører alle elvene kategorien små, kalkfattige og humøse elver.

Tabell 2. Vannkjemiske parametere.

Lokalitet/stasjon	Temp. °C	pH	Spes. Ledn. mS/m	Ca-innhold mg/L
Kopperudelva	3,3	6,3	2,2	3,8
Tukkuelva	1,9	5,5	2,7	2,5
Oselva	4,3	6,5	3,1	
Åkevannselva	1,8	6,8	5,1	7,1

Økologisk miljøtilstand – ASPT-indeks

I figur 2 er ASPT-indeksen for de fire elvene vist. Oselva, som drenerer den næringsfattige Rømsjøen, oppnår den høyeste indeksen (7,0), som tilsvarer svært god tilstand. Tukkuelva og Kopperudelva får ASPT-verdi 6,7, dvs. god, men på grensen mot svært god tilstand. Åkevannselva får overraskende lav ASPT-indeks, og havner i grenseområdet mellom god og moderat tilstand (ASPT = 5,9). Nå er det kjent at ASPT-indeksen ikke fungerer så godt i svært næringsfattige bekker og elver (jf. Direktoratgruppen Vanndirektivet 2009), og siden nedbørfeltet til Åkevannselva vesentlig er næringsfattig barskog og myr, er det rimelig å klassifisere miljøtilstanden som god også her. Med hensyn til eutrofiering kan en dermed si at alle fire bekkene har god-svært god tilstand. Selv om Tukkuelva drenerer områder med utslipp både fra jordbruk og eneboliger, ser dette ut til å påvirket bunndyrsfunnet i elva bare i liten grad.



Figur 2. Miljøtilstanden i de fire elvene, målt med ASPT-indeksen

Når det gjelder forsuring, viser resultatene at majoriteten av de artene som inngår i indeksberegningen tilhører den mest forsuringstolerante gruppen (gruppe 4) i alle de fire elvene, mens de resterende artene tilhører gruppe 3 (den nest mest forsuringstolerante gruppen). Unntaket er Oselva, som har en art i den mest forsuringfølsomme gruppen (gruppe 1). Ingen av elvene har påviste arter i den nest mest forsuringfølsomme gruppen (gruppe 2). Oselva får ut fra dette høyest score på Raddum indeks 1, dvs. verdi 1, som antyder ingen forsuringpåvirkning. Anvendes Raddum indeks 2, blir indeksverdien 0,5, dvs. noe forsuringpåvirket. Det er forøvrig rimelig å anta at vannkjemien i elva er relativt stabil siden den kommer fra en stor innsjø med liten gjennomstrømning. Vi vet også at de forsuringfølsomme istidskrepsene pungreke *Mysis relicta* s.str. og flatbent istidskreps *Monoporeia affinis* finnes i Rømsjøen. I Sverige er flatbent istidskreps ikke funnet i noen innsjø med pH < 6,0 (Kinsten 2012), noe som skulle tilsi at pH i Rømsjøen og Oselva heller ikke har vært vesentlig lavere enn dette i noen tilfeller. Det har imidlertid vært nødvendig med kalking for å unngå en forsuring av Rømsjøen.

De andre elvene får indeksverdi 0,25 både ut fra Raddum indeks 1 og 2, noe som skulle tilsi at de er tydelig forsuret. Prøvene som er tatt her antyder altså en viss forsuringseffekt på bunndyrssamfunnene, til tross for at det fortsatt gjennomføres kalking i to av nedbørfeltene. Nedbørs- og snøsmeltingsperioder kan imidlertid "overkjøre" effekten av kalking slik at det likevel kan komme episoder med surt vann i elvene.

Ser vi på EPT-antall, som også antyder noe om forsuringssituasjonen, er det store variasjoner mellom elvene. Oselva har 17 arter av døgnfluer, steinfluer og vårfluer, noe som er et relativt høyt antall og antyder at det ikke er noen forsuringbelastning, mens Åkevannet er i motsatt ende av skalaen, med bare 8 arter. Tukkuelva og Kopperudelva har ETP-antall omtrent midt imellom, med 14 arter. Oversikt over arter/taxa som ble registrert i de fire lokalitetene er gitt i vedlegget.

Konklusjoner

Den økologiske miljøtilstanden i de fire undersøkte elvene er analysert både med hensyn til eutrofiering og forsuring. Alle lokalitetene har ASPT-indeks mellom ca. 6,0 og 7,0, og har med andre ord god-svært god miljøtilstand mht. eutrofiering. Når det gjelder forsuring, antyder bunndyrfaunaen at Åkevannselva, Kopperudelva og Tukkuelva er tydelig forsuret, dette til tross for at det kalkes i nedbørfeltet til Åkevannselva og Kopperudelva. Oselva, som kommer fra Rømsjøen, har en art i den mest forsuringfølsomme gruppen, og vurderes å ikke ha vesentlige tegn på forsuring. Det vil imidlertid være nødvendig med flere bunndyrprøver i hver elv, og også prøver tatt om våren, for å trekke sikre konklusjoner om forsuringssituasjonen i de undersøkte elvene.

Litteratur

Direktoratsgruppen Vanndirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann. 180 s.

Kinsten, B. 2012. De glacialrelikta kräftdjurens utbredning i Sverige. Havs- och vattenmyndigheten. Publ. (1). 284 s.

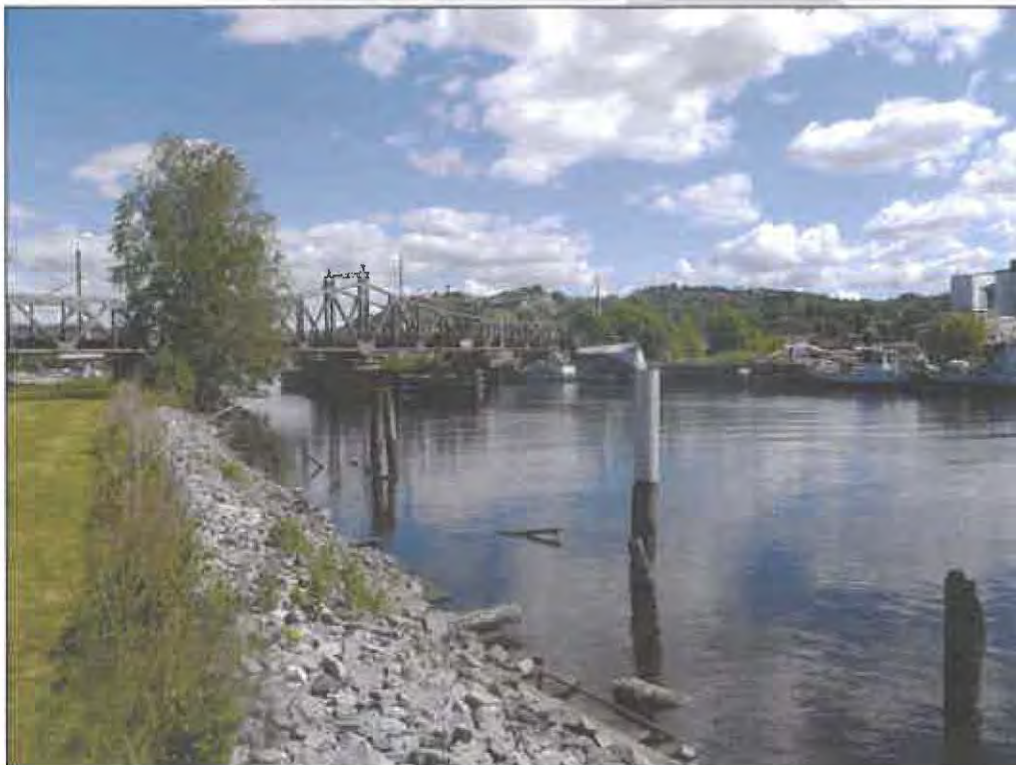
Vedlegg. Artsforekomst i de undersøkte elvene

Bunndyrgrupper	Arter/taxa	Akevannselva	Oselva	Tukkuelva	Kopperudelva
BIVALVIA Muslinger	<i>Pisidium casertanum</i> (Poli)	7		1	
	<i>Pisidium lilljeborgi</i> Clessin			1	
	<i>Pisidium hibernicum</i> (Sheppard)			2	
OLIGOCHAETA Fåbørstemark	Indet.		4	3	2
HYDRACARINA Vannmidd	Indet.		2		1
EPHEMEROPTERA Døgnfluer					
Baëtidae	<i>Baetis rhodani</i> (Pictet)	24	4	35	25
	<i>Baetis niger</i> (L.)		14	10	2
	<i>Centroptilum luteolum</i> (Müller)		5		
Heptagenidae	<i>Heptagenia fuscogrisea</i> (Retzius)		9		
	<i>Heptagenia sulphurea</i> (Müller)		2	4	4
	<i>Leptophlebia marginata</i> (L.)		11	2	
	<i>Leptophlebia</i> sp.		14		
PLECOPTERA Steinfluer					
Perlodidae	<i>Isoperla difformis</i> (Klapálek)	5	2	8	2
Cloroperlidae	<i>Siphonoperla burmeisteri</i> (Pictet)	3		7	2
Taeniopterygidae	<i>Brachyptera risi</i> (Morton)				2
	<i>Taeniopteryx nebulosa</i> (L.)		1		
Nemouridae	<i>Amphinemura borealis</i> (Morton)	26	2		4
	<i>Amphinemura</i> sp.			25	
	<i>Nemoura cinerea</i> (Retzius)				1
	<i>Nemoura avicularis</i> Morton		12		
	<i>Protenemura meyeri</i> (Pictet)	1		2	1
	<i>Leuctra hippopus</i> Kempny	5			18
	<i>Leuctra hippopus/digitata</i>		2	49	
ODONATA Øyestikkere					
Cordulegasteridae	<i>Cordulegaster boltoni</i> (Donovan)	1			2
COLEOPTERA Biller	<i>Oulimnius tuberculatus</i> (Müller)	1			
	<i>Hydraena</i> sp.			1	
MEGALOPTERA Mudderfluer	<i>Sialis fuliginosa</i> Pictet		2		
TRICHOPTERA Vårfluer	<i>Plectrocnemia conspersa</i> (Curtis)			3	1
	<i>Polycentropus</i> sp.	6	2	5	1
	<i>Hydropsyche</i> sp.	38	4	12	14
	<i>Leidostoma hirtum</i> (Fabricius)		3		
	Limnephilidae		1	2	1
	<i>Sericostoma personatum</i> (Spence)			2	
	Leptoceridae		1		
DIPTERA Tovinger	Tipuloidea	1			1
	Simulidae	7	1	15	6
	Chironomidae	15	4	4	3
	Ceratopogonidae		1	1	1
	Limonidae			1	
	Psychodidae		1		
	Muscidae	1			
AMPHIBIA Amfibier	<i>Rana temporaria</i> L. Buttsnutefrosk	1			1
Sum arter/taxa		16	24	23	22

DESEMBER 2013
HALDEN KOMMUNE/FYLKESMANNEN I ØSTFOLD

Sporing av miljøgifter i overvann og vassdrag, Halden kommune

MILJØTEKNISK UNDERSØKELSE



DESEMBER 2013
HALDEN KOMMUNE/FYLKESMANNEN I ØSTFOLD

Sporing av miljøgifter i overvann og vassdrag, Halden kommune

MILJØTEKNISK UNDERSØKELSE

PROJEKTNR. A042121
DOKUMENTNR. 1
UTGIVELSESDATO 01.12.2013
UTARBEIDET Halvor Saunes, Roger M, Konieczny
KONTROLLERET Roger M, Konieczny
GODKJENDT Stein B. Olsen

INNHOOLD

1	Innledning	6
1.1	Målsetting	6
2	Materialer og metoder	7
2.1	SPMD - (Semi-Permeable Membran Device)	7
2.2	DGT - (Diffuse Gradient Thin film)	8
2.3	Utplassering av passive prøvetakere	9
2.4	Innhenting av passive prøvetakere	9
2.1	Analyseparametere	11
2.2	Prøvestasjoner	11
3	Resultater	15
3.1	Organiske miljøgifter (SPMD)	15
3.2	Metaller (DGT)	16
4	Diskusjon	20
4.1	Organiske miljøgifter (SPMD)	20
4.2	Metaller (DGT)	23
5	Konklusjon	25
6	Referanser	26

1 Innledning

Halden er en gammel industriby og mange av vannforekomstene i kommunen er preget av ulike utslipp som følge av antropogen aktivitet. I 2009 ble det gjennomført en undersøkelse av bunnsedimentene i havneområdet utenfor Halden sentrum.

Resultatene fra undersøkelsen viste at sedimentene inneholder moderat til høye konsentrasjoner av ulike miljøgifter. Mest markert var TBT, tilsvarende tilstandsklasse TKL 5 (svært dårlig). Metallene bly (Pb), kobber (Cu) og sink (Zn), samt PAH-16 ble målt tilsvarende TKL4 (dårlig). I tillegg ble arsen (As), kadmium (Cd), PCB-7 og benso(a)pyren funnet i konsentrasjoner tilsvarende TKL3 (moderat).

Halden kommune har startet prosessen med å planlegge tiltak og virkemidler for å hindre tilsig og spredning av miljøgifter fra land og ut i havnebassenget. De ulike miljøgiftene i sedimentene utenfor Halden har trolig sitt opphav fra både diffuse kilder og punktkilder i Halden kommune.

Det opplyses av Halden kommune at avløpsvannet fra husholdninger koblet inn på felles avløp, men i perioder med mye nedbør forekommer det at kloakk midlertidig går ut i Tista. Det eksisterer i tillegg mange eldre sagbruksdeponier og avfallsdeponier i og utenfor sentrumsområdet med diffus avrenning.

Halden kommune ønsket derfor å benytte passive prøvetakere, for å måle miljøgiftkonsentrasjoner, som kunne avdekke eventuelle kildeområder. Passive prøvetakere består av absorberende membraner, som blant annet kan plasseres ut i vann, for å fange opp ulike kjemiske forbindelser. Overvåkning av vannforekomstene er også et ledd i kommunens arbeid med å rapportere forurensningssituasjonen til vannområdeutvalget.

COWI AS ble engasjert til å bistå i gjennomføringen av denne undersøkelsen.

1.1 Målsetting

Undersøkelsen har hatt som mål å undersøke konsentrasjoner av ulike miljøgifter i bekker, det kommunale overvannsnett og i tilknytning til mer diffuse forurensningskilder i Halden kommune. Ut i fra måleresultatene gjøres det forsøk på å spore kildene til de ulike forurensningsbidragene.

Det ble utplassert ulike typer passive prøvetakere på 17 punkter, valgt ut av Halden kommune.

2 Materialer og metoder

2.1 SPMD - (Semi-Permeable Membran Device)

En SPMD benyttes til kvantitative målinger av ulike organiske miljøgifter i vann (figur 1). Membranene består av lipider (triolein), som har en svært høy affinitet overfor fettløselige organiske forbindelser (upolare forbindelser).

Permeabiliteten av SPMD-enheten tilsvarer permeabiliteten til biologiske membraner (ca, 0,98 nm). Det vil si at en SPMD-enhet tar opp forbindelser på samme måte som mange vannlevende organismer. SPMD måler derfor den aktuelle biotilgjengeligheten til stoffene, da membranen har samme porestørrelse som naturlige biomembraner.

Opptak av forbindelser i SPMD-enheten kan forklares gjennom 3 faser:

- 1) En lineær startfase, hvor konsentrasjonen i SPMD-enheter øker proporsjonalt med konsentrasjonen i vann og eksponeringstid.
- 2) Deretter en krumlinjet fase som beskriver overgangen mellom lineær og likevektsfasen.
- 3) Den siste fasen er en likevektsfase der konsentrasjonen i en SPMD vil være stabil. Opptak av lipofile forbindelser med en $K_{ow} > 4,9$ (K_{ow} = oktanol – vann koeffisienten) vil normalt være lineær ved en eksponeringstid på rundt 30 dager.

Konsentrasjonen av forbindelser i vann er avhengig av klimatiske forhold og utslippsmønster. Konsentrasjonen av de undersøkte stoffene i en SPMD-enhet vil være en gjennomsnittskonsentrasjon over eksponeringstiden.



Figur 1. Montering av en SPMD-enhet for akkumulasjon av organiske forbindelser.

2.2 DGT - (Diffuse Gradient Thin film)

En DGT benyttes for kvantitative målinger av frie metallforbindelser og svakt bundet metallkomplekser i vann (figur 2). En DGT-enhet består av en membran som akkumulerer metallene *in-situ* ved diffusjon gjennom membranen.

Etter prøvetakning analyseres membranen ved hjelp av ICP-MS i laboratorium. I dette prosjektet har det blitt benyttet 3 ulike DGT-typer ved hvert prøvepunkt, henholdsvis for As, Hg og de resterende 10 metaller (Al, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Pb, Ni, Mn, Zn).



Figur 2. En DGT-enhet for akkumulasjon av metaller og metalloider.

2.3 Utplassering av passive prøvetakere

Det ble plassert ut totalt 17 sett prøvetakere på Halden kommunes utvalgte lokaliteter i nedslagsfeltet til Haldenvassdraget. Plassering av prøvetakingsburene er vist i figur 6-15. Plasseringen var basert på kommunens kjennskap til vannforekomstene og der forventningen om å påvise forurensninger var størst.

De passive prøvetakerne ble satt ut i overflatevann i bekker/elver eller i avløpskummer med tilstrekkelig rennende vann (figur 3).



Figur 3. Utplassert SPMD og DGT-enhet ved Stasjon 18 – Remmenbekken.

Prøvetakningsbur med monterte SPMD-er og DGT-er, ble plassert ut den 10. og 11. juni 2013. Det ble bygget barrierer i de tilfellene vannstanden var for lav for selve prøvetakningsburet.

I Tista ble prøvetakningsburet festet til en overflatebøye i den ønskede dybden (ca. 1 meter over bunnen). Prøvetakingsenheten ble forankret i bunnen med en moring. På grunt vann ble prøvetakeren festet med tau til nærmeste festepunkt i avløpskummene.

For å unngå fotolytisk nedbrytning av enkelte organiske forbindelser i SPMD-membranene, ble det forsøkt å unngå direkte eksponering av sollys under feltarbeidet.

2.4 Innhenting av passive prøvetakere

Samtlige prøvetakere ble samlet inn den 9. juli 2013. Farge, type og grad av biologisk begroing på prøvetakingsenhetene ble notert og om det eventuelt hadde forekommet noen nedslamming.

Det var betraktelig lavere vannstand i overvannskummene og bekkene under innhenting, enn ved utplasseringen.

Prøvetakningen foregikk over en periode på 31- 32 dager.

Det var en moderat biologisk påvekst, mens nedslamming i enkelte av prøvetakningsburene var betydelig (Figur 4 og 5).

Prøvetakeren ved stasjon 2 – Tista Vest hadde endret posisjon (ca. 10 meter), og det så ut som om denne var tatt opp av uvedkommende. Ved utplassering av passive prøvetakere i urbane områder er det ikke uvanlig at dette forekommer.



Figur 4. Kraftig tilslamming med slam og oljeforbindelser i prøvetakningsburet ved prøvepunkt 15 - Langbrygga,



Figur 5. Begroing på SPMD ved prøvepunkt 5 - Grønland

2.1 Analyseparametere

Følgende miljøgifter har vært inkludert i undersøkelsens analyseprogram:

- 11 metaller – As, Al, Fe, Pb, Cd, Co, Cu, Cr, Hg, Ni, Mn og Zn
- 7 PCB-forbindelser
- 16 PAH-forbindelser, bl.a. benso(a)pyren
- Tributyltinn - TBT

Analyseresultatene representerer en tidsintegrert gjennomsnittskonsentrasjon pr. liter vann i tidsrommet prøvetakerne stod ute.

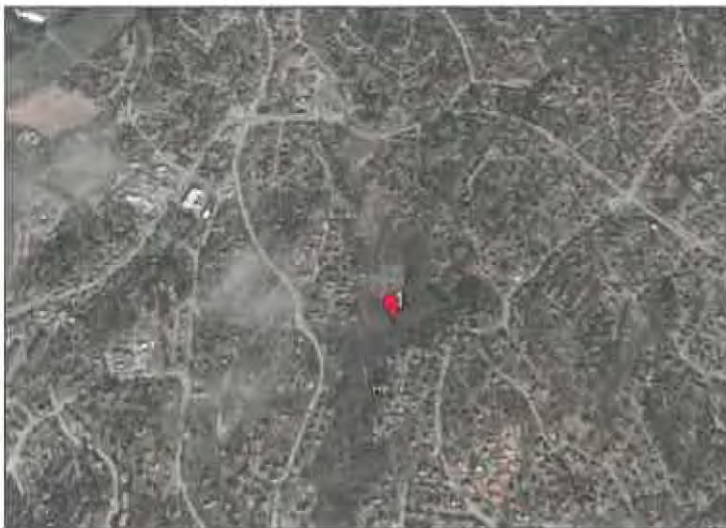
Alt prøvetakingsutstyr som ble benyttet i undersøkelsen ble levert av ExposMeter AB i Sverige og analysearbeidet er utført ved laboratoriet i forskningssenteret for akvakultur og hydrocencosis biodiversitet (CENAKVA) ved Universitetet i South Bohemia, fakultetet for fisk og beskyttelse av vannforekomster i Tsjekkia.

2.2 Prøvestasjoner

I tabell 1 nedenfor er det gitt en del bakgrunnsinformasjon for prøvetakingen. Foto 6-15 viser plassering av de respektive prøvepunktene. Under feltarbeidet ble stasjon 6 utelatt, da denne overvannskummen ikke hadde tilstrekkelig vannmengde. Prøvetakeren ble derfor flyttet til stasjon 18 – Remmenbekken, som på forhånd var satt opp som reservestasjon i undersøkelsen.

Tabell 1. Prøvetakingsdata for overvåking av Haldenvassdraget 2013. Prøve 6 er erstattet av prøve 18, PP = passivprøvetaker.

Prøve	Lokasjon	Fi- gur	Plassering	Kommentarer ved innhenting
1	Schultzedalen	6	Overvannskum	My tilslamming
2	Tista vest	11	I elv (1 m over bunn)	En del begroing på membraner
3	Tista midt	11	I elv (1 m over bunn)	
4	Kulvert, avløp Tista	8	Overvann, kulvert	Påvirket av sterk strøm
5	Grønland	8	Avløpskum	
7	Tennisbanen	8	Avløpskum	
8	Tømmerdepot/ Møllergata	9	Avløpskum	Mye tilslamming av treflis i PP
9	Bøskkog v/Skåningsfoss	9	Overvannskum	
10	Deming Tistedal	12	Elv (1 m over bunn)	
11	Tangen/Tistedal	12	Overvannskum	Mye tilslamming av sand i PP
12	Øberg	14	Bekk	Lite vann ved innhenting. Delvis over vannoverflaten.
13	Eskeviken	7	Overvannskum	
14	Lavendelstredet	11	Avløpskum	Mye kloakkslam i PP ved innhenting. Delvis over vannoverfalten
15	Langbrygga	11	Avløpskum	Synlig tjære/olje på PP
16	Rokkefyllinga	13	Bekk	Noe slam i PP
17	Hov Østre	15	Bekk	
18	Remmenbekken	10	Bekk	



Figur 6. Plassering av passive prøvetakere på stasjon 1 – Schultzdalen i Halden kommune, 2013.



Figur 7. Plassering av passive prøvetakere stasjon 13 – Eskeviken i Halden kommune, 2013.



Figur 8. Plassering av passive prøvetakere på stasjon 4 – kulvert avløp Tista, stasjon 5 – Grønland, stasjon 7 – tennisbanen og stasjon 8 – tømmerdeponi/ Møllergata, Halden kommune, 2013.



Figur 9. Plassering av passive prøvetakere på stasjon 8 – tømmerdeponi/Møllergata og stasjon 9 – bøkskogen v/Skåningsfoss, Halden kommune, 2013.

249



Figur 10. Plassering av passive prøvetakere på stasjon 2 - Tista vest og stasjon 18 – Remmenbekken, Halden kommune, 2013.



Figur 11. Plassering av passive prøvetakere på stasjon 2 – Tista vest, stasjon 3 – Tista midt, stasjon 15 – Lavendelstredet og stasjon 15 – Langbrygga, i Halden kommune, 2013.



Figur 12. Plassering av passive prøvetakere på stasjon 10 – Demning Tistedal og stasjon 11 – Tangen/Tistedal, Halden kommune, 2013.



Figur 13. Plassering av passiv prøvetakere ved stasjon 16 – Rokke avfallsfylling, Halden kommune, 2013.



Figur 14. Plassering av passiv prøvetakere ved stasjon 12 – Øberg, Halden kommune, 2013.



Figur 15. Plassering av passiv prøvetakere ved stasjon 17 – Hov Østre, Halden kommune, 2013.

3 Resultater

DGT' og SPMD' membranene måler kun den frie og labile konsentrasjoner av de ulike miljøgiftene. På grunn av dette er konsentrasjonene av miljøgifter i membranene som regel noe lavere enn konsentrasjonen i en typisk ufiltrert vannprøve. Nivåene er også avhengig av de kjemiske egenskapene til forbindelsen som måles (om de lett bindes til partikulært materiale, etc.). Det er derfor valgt å ikke sammenlikne med tilstandsklasser i forbindelse med rapportering av resultatene. Konsentrasjoner som ansees som markert forurensset er merket med fet skrift i resultat-tabellene.

3.1 Organiske miljøgifter (SPMD)

Konsentrasjon av de ulike organiske miljøgiftene er konvertert til vannkonsentrasjoner via ekstrahert vannvolum i eksponeringstiden og beregnes ut fra utlekkingen av de tilsatte PRC-ene (*Performance Reference Compounds*).

3.1.1 PAH

Resultatene for opptak av PAH-er i SPMD-membranene er vist i tabell 3. Det ble påvist moderate konsentrasjoner av PAH-16 i undersøkelsen. Ved to av prøvepunktene (stasjon 1 og 8), ble det påvist konsentrasjoner av PAH som er vesentlig høyere enn ved de øvrige prøvepunktene, og som regnes som tydelige forurensningskilder.

3.1.2 PCB

Resultatene for opptak av PCB i SPMD-membranene er vist i tabell 3. I tabellen er verdier over deteksjonsgrensen for analysemetoden merket med grått, mens verdier som skiller seg spesielt ut med høye konsentrasjoner er merket med gult.

Det ble påvist spor av PCB i 16 av de 17 prøvepunktene. Resultatene varierte i stor grad avhengig av prøvetakningsstasjon.

Konsentrasjonen av PCB-7 i 3 av prøvetakningsstasjonene (stasjon 7, 12 og 16) er markert forurensset, da disse skiller seg sterkt fra de andre konsentrasjonsnivåene i undersøkelsen. PCB-7 konsentrasjonen ved de øvrige prøvetakningsstasjonene regnes som lave eller moderate.

3.1.3. TBT

Resultatene for TBT i SPMD-membraner er vist nederst i tabell 5. Kun to av prøvene viser konsentrasjoner av TBT over deteksjonsgrensen for analysemetoden.

Dette er prøvene fra henholdsvis stasjon 14 og stasjon 16. Selv om nivåene regnes som lave er det betenkelig at det forekommer TBT i vannforekomstene.

3.2 Metaller (DGT)

Konsentrasjon av metaller i vannforekomstene beregnet ut i fra opptak i de passive prøvetakerne (DGT) er vist i tabell 5. Det ble påvist svært varierende konsentrasjoner av de ulike metallene avhengig av prøvetakningsstasjon. De høyeste konsentrasjonene av Hg og Pb ble påvist ved stasjon 9, mens de høyeste konsentrasjonene for As, Al, Cd, Cu, og Zn ble påvist ved stasjon 12. Det ble påvist moderate til høye konsentrasjoner av Cu og Zn ved de fleste av prøvestasjonene. I tillegg ble det påvist høye konsentrasjoner av Fe ved stasjon 4 og 15.

Konsentrasjonene for Cr og Ni regnes som gjennomgående lave for samtlige av stasjonene.

Tabell 3: Analyseresultater, målt ved hjelp av SPMD'er, av 16 ulike PAH-er og sum PAH-16 (ng/l) i vannmassene ved 17 ulike stasjoner i vassdrag og overvannskummer i Halden kommune. De mest markante PAH-16 verdiene er markert med grått.

PAH (ng/l)																	
Prøvetakningsnummer	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Stasjon	Schultzdelan	Tista vest	Tista midt	Kulvert, utløp Tista	Grønland	Tennisbanen	Tømmerdeponi/ Møllergata	Bøkskog ved Skåningsfoss	Demning ved Tistedal	Tangen/ Tistedal	Øberg	Eskevikten	Lavendelstredet	Langbrygga	Rokkefyllinga	Hov Østre	Remmen bekken
Naftalen	9,8	3,0	2,4	6,8	2,9	1,8	5,2	6,5	2,6	13	3,7	3,2	5,0	4,7	6,5	4,4	2,8
Acenaftylen	0,37	0,10	0,077	0,25	0,065	<0,058	0,22	0,090	<0,059	0,12	0,14	<0,065	0,10	0,23	0,20	<0,095	0,10
Acenaftalen	4,5	0,66	1,1	3,4	0,44	<0,097	1,4	0,24	0,11	0,86	0,60	0,52	0,81	0,74	1,5	0,40	0,80
Fluoren	3,4	0,35	0,79	2,0	0,33	0,072	1,8	0,18	0,12	0,77	0,91	0,34	0,51	0,51	1,3	0,38	0,55
Penantren	11	1,2	2,8	4,0	2,5	0,16	11	0,77	0,34	1,8	2,6	1,1	2,0	1,9	1,4	2,4	1,6
Anthracen	1,4	0,087	0,18	0,31	0,11	<0,021	0,41	0,059	<0,027	0,15	0,30	0,16	0,090	0,062	0,12	0,11	0,050
Fluoranten	2,4	0,78	2,2	1,1	1,2	0,14	2,9	0,37	0,17	0,90	0,89	0,59	0,75	0,86	0,48	0,96	0,51
Pyrene	2,3	0,78	1,8	1,6	2,3	0,19	4,8	0,79	0,17	1,2	0,87	0,61	1,0	1,8	1,1	0,71	0,90
Benzo(a)antracen	0,15	0,067	0,10	0,10	0,13	0,016	0,31	0,071	0,019	0,062	0,097	0,035	0,054	0,055	0,079	0,031	0,047
Chrysen	0,13	0,10	0,15	0,16	0,31	0,049	0,89	0,10	0,066	0,37	0,091	0,057	0,10	0,16	0,090	0,17	0,078
Benzo(b)fluoranten	0,023	0,082	0,11	0,093	0,17	0,099	0,43	0,076	0,047	0,14	0,082	0,038	0,10	0,14	0,049	0,079	0,056
Benzo(k)fluoranten	0,017	0,032	0,049	0,024	0,041	0,017	0,10	0,021	0,035	0,044	0,032	0,017	0,033	0,032	0,021	0,027	0,016
Benzo(a)pyren	0,021	0,025	0,031	0,028	0,044	0,010	0,18	0,025	0,026	0,030	0,031	0,018	0,041	0,044	0,027	0,022	0,017
Benzo(g,h,i)perylen	0,028	0,046	0,057	0,036	0,057	0,020	0,10	0,034	0,062	0,079	0,040	0,028	0,054	0,044	0,022	0,038	0,024
Dibenzo(a,h)antracen	<0,015	<0,018	<0,023	<0,015	<0,023	<0,005	0,034	<0,016	<0,023	<0,05	<0,016	<0,018	<0,023	<0,013	<0,01	<0,023	<0,012
Indeno(1,2,3-c,d)pyrene	0,016	0,042	0,049	0,052	0,11	0,019	0,23	0,040	0,053	0,063	0,044	0,024	0,064	0,077	0,024	0,025	0,024
SUM PAH-16	36	7,4	12	20	11	2,6	39,0	9,4	3,8	19,6	10	6,7	10,7	11	13	9,8	7,6

254

Tabell 4: Analyseresultater målt ved hjelp av SPMD'er, av 7 PCB kongenere, og sum PCB-7 (pg/l) i vannmassene ved 17 ulike stasjoner i vassdrag og overvannskummer i Halden kommune. Det eksisterer ikke grenseverdier for PCB i vann. Verdier over deteksjonsgrensen for analysemetoden er markert med grått, mens verdier som skiller seg spesielt ut med høye konsentrasjoner er merket med gult.

PCB (pg/L)																	
PrøveID	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Stasjon	Schuitzedalen	Tista vest	Tista midt	Kulvert, utløp Tista	Grønland	Tennisbanen	Temmerdeponi/ Møllergata	Bøkskog ved Skåringsfoss	Demning ved Tistedal	Tangen/ Tistedal	Øberg	Eskeviken	Lavendelstredet	Langbrygga	Rokkefyllinga	Hov Østre	Remmen bekken
PCB28+31	31	7,8	6,6	4,3	< 2,5	4,9	52	1,4	< 1,2	4,4	187	2,2	8,1	< 1,1	343	58	2,8
PCB 52	20	2,9	3,4	9,5	< 1,7	63	< 3,8	3,7	1,3	< 2,3	89	2,3	< 3,9	< 0,81	60	16	4,2
PCB 101	1,5	5,7	< 2,7	< 1,4	< 1,7	74	< 6,6	3,8	< 1,2	< 3,1	21	5,4	3,9	< 0,92	14	3,3	3,0
PCB 118	< 1,4	< 1,6	< 3,3	< 1,7	< 2,0	77	< 8,6	< 0,76	< 1,5	< 3,8	2,0	< 1,7	< 3,4	< 1,1	5,3	< 2	< 0,6
PCB 153	< 1,5	7,2	< 5,5	< 2,2	< 2,4	16	< 6,3	18	4,6	14	6,1	1,9	5,6	1,6	14	1,6	3,0
PCB 138	< 1,7	< 3,3	< 6,4	< 2,6	< 2,8	9,1	< 7,5	7,0	< 1,5	6,9	1,4	< 2,1	< 4,6	< 1	2,1	4,2	1,0
PCB 180	< 1,7	< 2,4	< 7	< 2,4	< 3,8	2,6	< 6,1	4,9	3,3	< 3,6	1,7	< 2,7	< 4,8	< 1,7	3,6	< 1,7	< 0,79
SUM PCB	53	24	10	14	nd	247	52	39	9,2	25	288	12	18	1,6	442	83	14

nd = not detected

252

Tabell 5: Analyseresultater, målt ved hjelp av DGT'er, av frie og labile metaller (µg/l) og TBT (ng/l) i vannmassene ved ulike stasjoner i vassdrag og overvannskummer i Halden kommune. De mest markerte konsentrasjonene er markert med grått.

Metaller (µg/l) og TBT (ng/l)																	
Prøve ID	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Stasjon	Schultzedalen	Tista vest	Tista midt	Kulvert, utløp Tista	Grønland	Tennisbanen	Trømmerdeponi/ Møllergata	Bøskog ved Skåningsfoss	Demning ved Tistedal	Tangen/ Tistedal	Øberg	Eskeviken	Lavendelstredet	Langbrygga	Rokkefyllinga	Hov Østre	Remmen bekken
Al	69	44	55	41	35	44	13	23	2,5	12	92	69	9,2	13	24	10	63
As	0,084	0,082	0,091	0,12	0,10	0,057	0,033	0,077	0,084	0,16	0,086	0,092	0,055	0,092	0,18	0,062	0,058
Pb	0,0063	0,041	0,075	0,051	0,25	0,23	0,072	4,7	0,023	0,0086	0,12	0,043	0,019	0,0059	0,031	0,0057	0,027
Cd	0,013	0,0039	0,0043	0,020	0,0064	0,013	0,024	0,031	0,012	0,031	0,25	0,026	0,0014	0,0063	0,0063	0,016	0,024
Cr	0,059	0,031	0,045	0,080	0,052	0,025	0,050	0,027	0,050	0,061	0,14	0,087	0,056	0,07	0,24	0,046	0,055
Cu	1,8	0,44	0,30	3,1	0,75	3,5	0,38	0,89	0,33	0,69	9,3	0,78	0,22	1,5	0,83	0,78	1,2
Co*	0,047	0,009	0,005	0,23	0,011	0,009	0,12	0,038	0,017	0,74	0,083	0,16	0,014	0,051	0,34	0,18	0,069
Fe	490	38	42	1023	89	17	222	63	16	416	223	143	31	808	270	37	113
Hg	nd	0,0035	0,0032	0,0045	0,0037	0,004	0,0038	0,014	0,003	0,0039	0,0041	0,0041	0,0044	0,0035	0,0036	0,0044	0,0057
Mn	15	55	117	16	32	2,6	114	22	5,2	9,3	25	10	7,6	1,2	30	13	36
Ni	0,87	0,28	0,27	1,6	0,24	0,38	0,64	1,2	0,26	1,1	1,1	0,62	0,09	0,38	1,2	0,64	0,78
Zn	12	1,5	2,8	37	9,3	3,4	34	15	4,1	14	53	14	2,9	12	8,5	5,1	10
TBT	< 3.7	< 3.4	< 3.4	< 3.4	< 3.1	< 3.6	< 3.4	< 3.4	< 4.0	< 3.4	< 3.5	< 3.4	14	< 3.5	7,9	< 3.5	< 3.5

nd = not detected

256

4 Diskusjon

Det er kjennskap til en rekke kilder i og ved Halden kommune som har potensiale til å lekke ulike miljøforurensninger til vassdraget. Kilder inkluderer blant annet gamle deponier, forurenset grunn, samt gammel og nedlagt industri langs Tista og sidebekker til Tista. I tillegg antas det at feilkoblinger og lekkasjer fra kloaknettet utgjør en betydelig del av forurensningene til Haldenvassdraget. En oversikt over områder med kjente kildeområder er vist i figur 16, som er et utsnitt fra Miljødirektoratets database for grunnforurensning /1/.

Antatte kildeområder:

- Deponi Brattli (ovenfor Schultzdalen), sagbruksdeponi
- Forurenset grunn ved Porsnes videregående skole (nær tennisbanen)
- Deponi P-plass ved Fredriksten festning
- Rokke avfallsfylling
- Øberg avfallsfylling
- Kommunalt deponi Veden
- Deponi ved Tistedal/Tangen



Figur 16. Utsnitt fra Miljødirektoratets database over kjente områder med grunnforurensning og gamle deponier i Halden kommune /1/.

4.1 Organiske miljøgifter (SPMD)

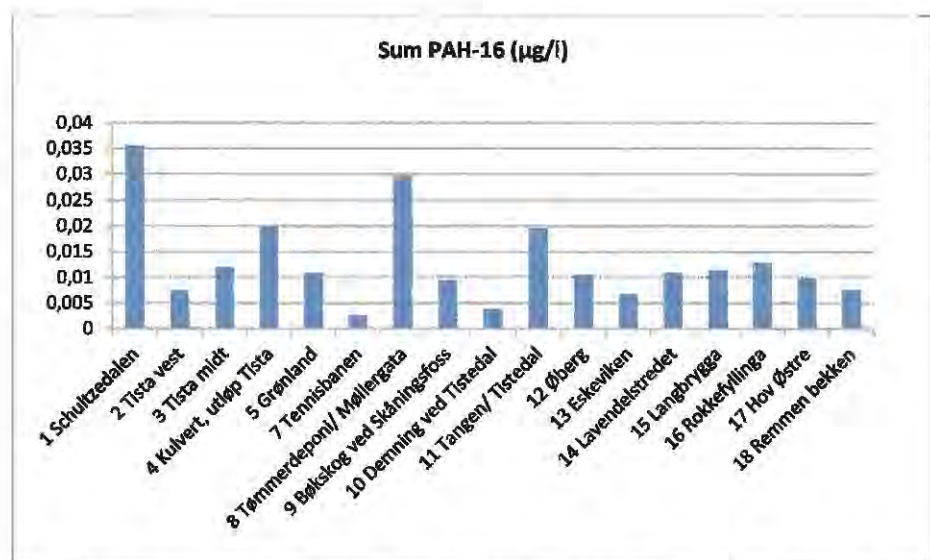
4.1.1 PAH

Det ble påvist PAH-16 ved samtlige av stasjonene. Resultatene viser at PAH konsentrasjonene som ble målt i SPMD-enhetene er på et akseptabelt nivå, og repre-

senterer ingen akutt risiko for vannlevende organismer. De høyeste konsentrasjonene av PAH ble målt i overvann fra stasjon 1 og stasjon 8 (figur 17). Resultatene er lik de man finner i tilsvarende urbane vannforekomster /2/.

Overvannskummen i Schultzdalen (stasjon 1) har trolig noe tilsig fra deponiene ovenfor (Lokalitet Brattli). I tillegg ble det under innhenting observert ekskrementer og papir i kummen, samt sterk kloakklukt, noe som tyder på tilførsel fra kloakknettet.

En viktig kilde til PAH i vannforekomstene kan være kreosotimpregnert trevirke. Ut i fra resultatene kan det tyde på at det har vært lagret kreosotimpregnert tømmer oppstrøms stasjon 8. En analyse av PAH i flis fra eventuelle kreosotimpregnert tømmer ved sagbrukets lagerområde vil bekrefte om tømmerstokkene er kilden til PAH.



Figur 17. Konsentrasjonen av sum PAH-16 (ng/l) i bekkevann og kummer fra 17 ulike prøvepunkter i Halden kommune 2013. Konsentrasjonene er beregnet fra passive prøvetakere (SPMD) eksponert i perioden 10-11. juni til 11. juli.

4.1.2 PCB

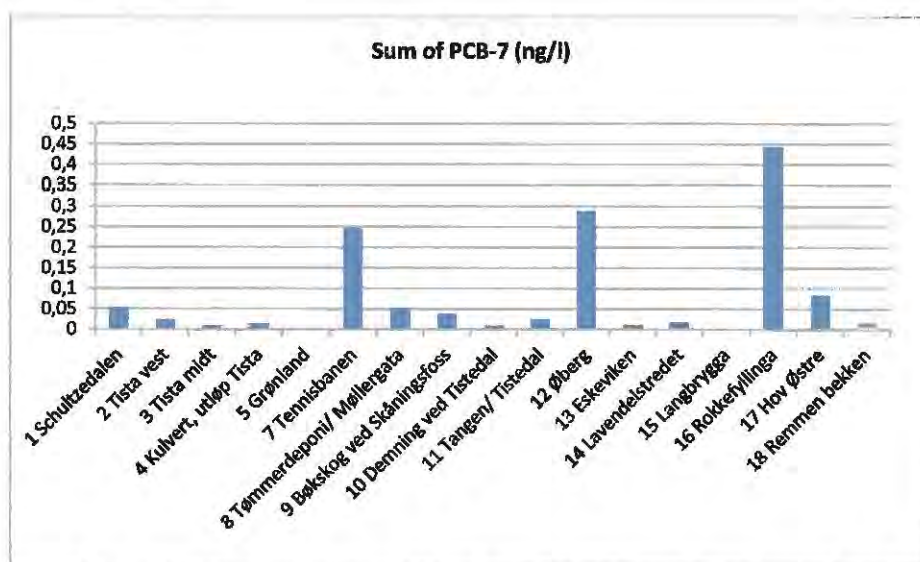
Det ble påvist vesentlig høyere PCB konsentrasjoner i tre av prøvepunktene (figur 18). Dette gjelder stasjon 3, 12 og 16. Bekkene ved Øberg (12) og Rokkefyllinga (16), har som kjent begge tilsig av sigevann fra deponiene. Mange eldre deponier kan inneholde avfall som inneholder PCB, slik som malt trevirke og industriavfall som inneholder PCB-olje.

Det ble under befaring ved Rokkefyllingen observert at rensesystemet for sigevann var ute av drift i det aktuelle tidsrommet for prøvetakningen (figur 19). Resultatene fra stasjon 12 og 16 er karakterisert av PCB med lavere kloreringsgrad enn de øvrige SPMD-membranene i undersøkelsen (PCB-28). Lavklorert PCB er mer vannløselig enn PCB med høyere kloreringsgrad. En høyere forekomst av lavklorert PCB kan dermed tyde på nærhet til en kilde. Konsentrasjonene av PCB-7 i disse to prøvene er på nivåer man kan forvente å finne i urensset sigevann fra avfallsdeponier.

Det er uklart hva som kan være årsak til de høye nivåene av PCB-7 i overvannet ved stasjon 7. Vannet i dette prøvepunktet er i hovedsak overvann fra boligfeltene ovenfor. Man kan ikke utelukke at PCB'en stammer fra forurenset grunn i nærområdet. Det er tidligere gjennomført opprydning av forurenset grunn ved Halden videregående skole, som ligger nær overvannskummen (stasjon 7).

Konsentrasjonene av PCB-7 i Tista er i denne undersøkelsen noe lavere (0,5 ganger) enn nivåene man finner i for eksempel Alna i Oslo /2/, som også er en elv påvirket av mye antropogene utslipp.

I den nederste stasjonen i Tista (stasjon 2) ble det påvist lave konsentrasjoner PCB sammenlignet med flere av stasjonene målt i kummer og bekker oppstrøms elva. Dette skyldes i hovedsak uttynningseffekten som foregår, da Tista er en elv med stor vannføring.



Figur 18. Konsentrasjonen av sum PCB-7 (ng/l) i bekkevann og kummer fra 17 ulike prøvepunkter i Halden kommune 2013. Konsentrasjonene er beregnet fra passive prøvetakere (SPMD) eksponert i perioden 10-11. juni til 11. juli.



Figur 19: Urenset sigevann fra Rokke avfallsfylling oppstrøms prøvepunkt 16 – Rokkefyllinga.

4.1.3 TBT

Resultatene for TBT gjennomgående lave. Kun to av prøvene viser konsentrasjoner av TBT over deteksjonsgrensen for analysemetoden. Dette er prøvene fra henholdsvis stasjon 14 og stasjon 16. TBT er tidligere benyttet som tilsetningsstoff i maling for å hindre algevekst (biocid). Ved stasjon 14 er det ingen kjente forekomster av TBT oppstrøms, men konsentrasjonene kan skyldes diffus avrenning eller påvirkning av TBT i avløpsvannet (mye kloakkslam observert). Ved stasjon 16 har konsentrasjonene av TBT i bekkevannet opphav fra sigevann og utlekking fra avfallsdeponiet ovenfor.

4.2 Metaller (DGT)

Konsentrasjonene av metaller i de ulike vannforekomstene varierer avhengig av prøvetakningsstasjon og type metall.

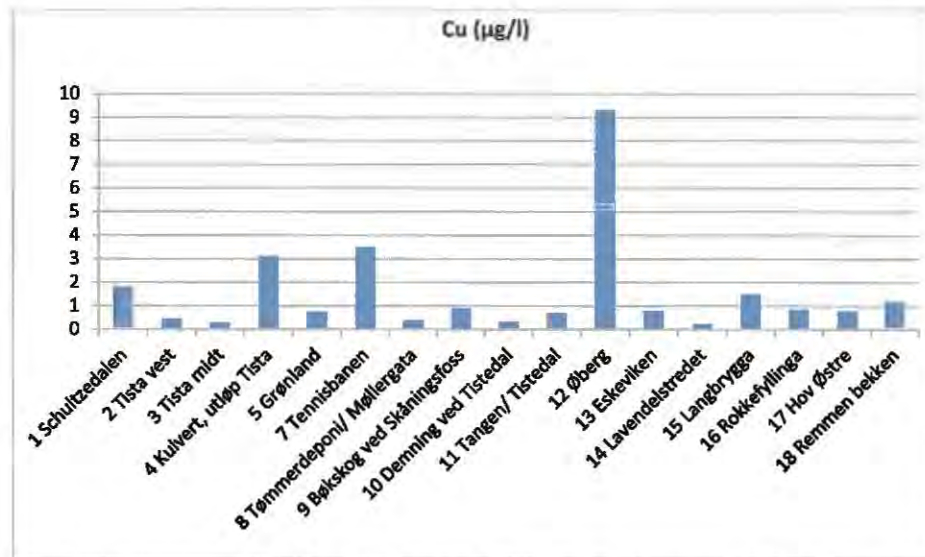
Stasjon 12 skiller seg ut, med spesielt høye konsentrasjoner av Cd, Cu og Zn. Det er også betraktelig mer Hg ved dette prøvepunktet sammenliknet med de øvrige stasjonene. De høye konsentrasjonene av metaller ved stasjon 12 skyldes avrenning fra deponiet oppstrøms bekken (Øberg). Konsentrasjonene av Hg er i denne undersøkelsen lave og nivåene er trolig høyere enn det som fremkommer her, da Hg oftest forekommer som komplekser eller er bundet til organisk materiale som ikke absorberes til DGT-membranen.

Det ble også påvist moderate til høye konsentrasjoner av Cu og Zn ved samtlige prøvepunkt (figur 20 og figur 21), med unntak av stasjon 2, 3 og 14. Høye konsentrasjoner av Cu og Zn tyder på diffuse kilder, som kan ha opphav fra avrenning fra gammel maling, takrenner og sagbruksdeponier. Nivåene av Cu og Zn synes også i stor grad å være korrelert ved de ulike prøvepunktene.

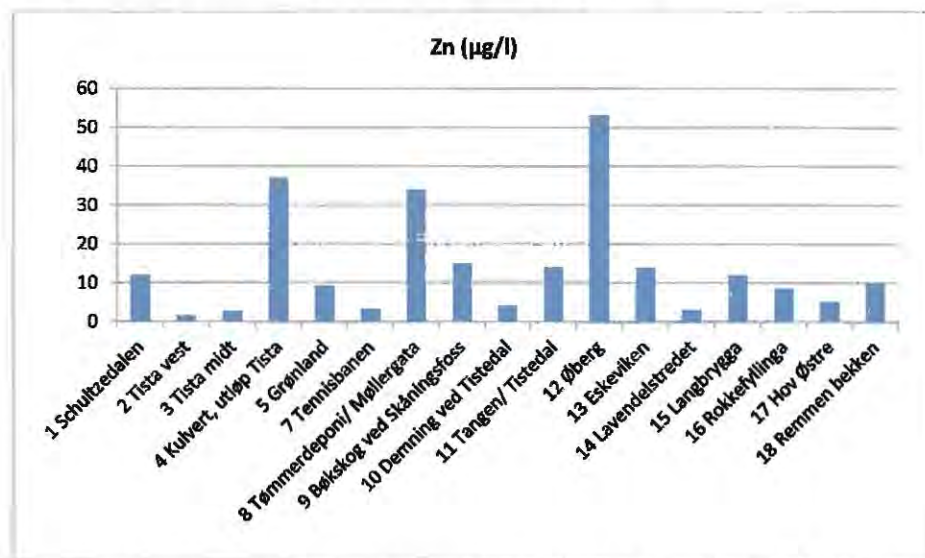
De høye konsentrasjonene av Pb og Hg ved stasjon 9 skyldes trolig tidligere industrivirksomhet oppstrøms. Det har tidligere eksistert virksomheter innen blikkenslagning og understellsbehandling av biler ovenfor bøkeskogen, og som kan være en kilde til tungmetaller.

Konsentrasjoner av Fe ved stasjon 4 og 15 tyder på høy omsetning av organisk materiale ved disse prøvepunktene og antatt tilførsel av gråvann fra avløpsnett.

Giftigheten av Al er i hovedsak avhengig av vannets pH, da det ved sur pH (<4) opptrer i en labil tilsand (Al^{3+}) og som hindrer opptak av oksygen på gjeller hos fisk. Nivåene av Al i Tista regnes som markert, men ut i fra en vurdering av pH i Tista (pH rundt 6,3 – 7,1) /3/ utgjør ikke Al noen økt risiko for fisken i vassdraget.



Figur 20. Konsentrasjonen av Cu (µg/l) i bekkevann og kummer fra 17 ulike prøvepunkter i Halden kommune 2013. Konsentrasjonene er beregnet fra passive prøvetakere (DGT) eksponert i perioden 10-11. juni til 11. juli.



Figur 21. Konsentrasjonen av Zn (µg/l) i bekkevann og kummer fra 17 ulike prøvepunkter i Halden kommune 2013. Konsentrasjonene er beregnet fra passive prøvetakere (DGT) eksponert i perioden 10-11. juni til 11. juli.

5 Konklusjon

Passive prøvetakere (SPMDer og DGTer) ble utplassert over en 4 ukers periode på ulike prøvetakningsstasjoner i kummer og bekker i Halden kommune. Prøvetakerene målte det tidsintegrerte konsentrasjonen av miljøgiftene fritt løst i vannmassene.

Kartleggingen viser at de fleste av miljøgiftene er til stede i de undersøkte vannforekomstene. Konsentrasjonene lå på de nivåer man forventer å finne i de områder påvirket av antropogen aktivitet.

Resultatene viser at overvann og bekker bidrar til en forholdsvis høy tilførsel av miljøgifter til fjordområdet utenfor Halden. Det er i undersøkelsen ikke gjort strømmålinger av de ulike vannforekomstene, slik at det er vanskelig å beregne hvor mye av miljøgiftene som renner ut i fjorden. De mest sentrale prøvetakningsstasjonene med hensyn på spredning av miljøgifter i undersøkelsen er:

- Stasjon 1 – Schultzdalen. Markert tilsig av PAH-16. Antatt kilde er deponiet ovenfor (Brattli).
- Stasjon 7 – Tennisbanen. Diffus kilde til PCB-7 i nærområdet.
- Stasjon 8 – Tømmerdeponi/Møllergata. Markerte nivåer av PAH-16 fra tømmerlageret.
- Stasjon 9 – Bøskogen/Skåningsfoss. Høye konsentrasjoner av Pb og Hg. Antatt kilde er tidligere industrivirksomhet oppstrøms.
- Stasjon 12 – Øberg. Utlekking av sigevann med markerte konsentrasjoner av Cd, Hg, Cu og Zn, i tillegg til PCB-7.
- Stasjon 16 – Rokkefyllinga. Utlekking av sigevann med markerte konsentrasjoner av As, TBT og PCB-7.
- Stasjon 4 – Kulvert utløp Tista og stasjon 15 - Langbrygga. Høye konsentrasjoner av Fe, tyder på høy omsetting av organisk materiale. Antatt tilførsel av gråvann.

Det anbefales å gjennomføre en prøvetakning av sedimentene i de aktuelle bekkene og overvannskummene for å bekrefte de resultater som fremkommer i denne undersøkelsen. Dette gjelder spesielt for Hg, som har et lavt optak i DGT-ene, da Hg vanligvis er bundet til partikulært materiale.

For å knytte en bestemt forurensning opp mot en diffus kilde kan det gjennomføres profilvurderinger av blant annet PCB og PAH.

6 Referanser

/1/ Database for grunnforurensning, Miljødirektoratet:

<http://grunn.miljodirektoratet.no/>

/2/ Ranneklev, S. B., Allen, I., Enge, E.K., Kartlegging av miljøgifter i Alna og Akerselva. 2009, NIVA, rapportnr:5776-2009.

/3/ Miljolare:

http://miljolare.no/resultater/omrade/?side=reg&o_id=3411

Munken

**

Referanse:

Thylen A., Thylen A. 2014. Naturverdier for lokalitet Munken, registrert i forbindelse med prosjekt Frivilligvern 2013. NaRIN faktaark. BioFokus, NINA, Miljøfaglig utredning.
(Weblink: <http://borchbio.no/narin/?nid=3956>)

Referansedata

Fylke: Østfold
Kommune: Fredrikstad
Kartblad:
H.o.h.: 0-60 m.o.h.moh
Areal: 1565 daa

Prosjektilhørighet: Frivilligvern 2013
Inventør: ATH
Dato feltreg.: 13.09.2013, 24.03.2014
Vegetasjonsone: boreonemoral
Vegetasjonseksjon: O1-Svakt oseanisk

Sammendrag

Verneforslaget ligger på de ytre deler av Torsneshalvøya lengst sørøst i Fredrikstad kommune. Området består av avrundede koller og rygger opp til 50-60 m.o.h, av stort sett nakent berg. Mellom de strekker seg et par dalfører fra sørvest mot nordøst. Det er relativt bratte skrenter mot dalene og til dels også mot sjøen. Området har de høyeste partiene mot nord, og ryggene heller svakt mot sør. På ytre deler av tangene er det slakere strandberg.

Dominerende vegetasjonstype er knauskog med overganger til røsslyng-blokkebærfuruskog og bærlyngskog der hvor jordlaget er tykkere. Einer vokser spredt i busksiktet. Et par steder i smådaler forekommer rikere vegetasjon med grandminert småbregne- og lågurtskog samt større innslag av løvtrær. Løvsuksesjoner forekommer også på tidligere innmark rundt små husmannsplasser hvor kulturmarken nå er i gjengroing eller har gått over gått i skog. Langs kyststripen strandberg av fattig utforming, men det er stor variasjon i strandvegetasjon og mange små fragmenter av bl.a. strandeng.

Fururabbene i området består i stor grad av såkalt kraggfuruskog på impediment. Her er det gammel skog med seinvokste og vridde kronglefuruer. I partier med litt mer jordsmonn forekommer også svært grove furuer. På en del av fururabbene er det forholdsvis mye død ved, framfor alt gadd, men i partier også læger av furu. Sjøkning varierer noe i disse områdene fra relativt ensjiktet (eller tosjiktet) til godt flersjiktet.

Gammelskog med gamle trær, død ved og varmt lokalklima gir godt potensial for vedlevende arter av både sopp, lav og insekter. Det er registrert enkelte signal- og rødlistearter av kryptogamer, i tillegg til et par rødlistede insekter. Et par rødlistede fuglearter hekker i området. Strandsonen med relativt mange små forekomster av viktige voksesteder for flere høyt rødlistede plantearter er en viktig tilleggsverdi for området.

I nordre del av hoveddalen (nord for Munken) er skogen flatehogd for et par tiår tilbake. Her er det nå tett furudominert ungskog.

Området scorer middels til høyt på paramtere knyttet til gammel barskog - som gamle bartrær, død ved og urørthet. Enkelte hogstinggrep trekker urørtverdien noe ned. Skogen er klart dominert av fattige rygger med furuskog, men en del mindre områder knyttet til kyststripen og gammel innmark gir en del variasjon. Hovedverdien i området er den gamle naturskogspregede furuskogen. Det er registrert forholdsvis få signal- og rødlistearter i skogen, men det er godt potensial, spesielt for varmekrevende insekter. Det er også viltverdier knyttet til furuskogen. Mindre områder med havstrandvegetasjon med truede arter er en viktig tilleggsverdi. Området vurderes samlet som regionalt verneverdig (**), men ikke langt unna nasjonalt verneverdig.

I forhold til mangler i skogvernet så oppfyller Munken en del generelle prioriteringer: 1. intakt lavlandsskog (godt oppfylt); 2. Østlandet (godt oppfylt), 3. viktige områder for rødlistearter (i noen grad oppfylt).

Feltarbeid

Feltarbeidet ble utført den 13.09.2013 samt 24.03.2014. Hele området er befart. De to besøkene på ulik årstid bidro sammen til å fange opp et godt spekter av aktuelt artsmangfold. Soppsesongen i 2013 var dårlig, og det ble dermed lite registreringer av marklevende sopp..

Tidspunkt og værrets betydning

Været var godt ved begge befaringsstidspunkt.

Utvelgelse og undersøkelsesområde

Området er valgt ut som undersøkelsesområde i forbindelse med ordningen for frivillig vern 2013.

Tidligere undersøkelser

Området var med i en tidlig fase av barskogsvernepplanen, men ble tatt ut. En del strandarealer i området ble kartlagt av Svein Åstrøm i 1996. I Artskart ligger også en del artsregistreringer fra området i forbindelse med private turer og ekskursjoner med botanisk forening.

Beliggenhet

Verneforslaget ligger på de ytre deler av Torsneshalvøya lengst sørøst i Fredrikstad kommune.

Naturgrunnlag

Topografi

Området består av avrundede koller og rygger opp til 50-60 m.o.h, av stort sett nakent berg. Mellom de strekker seg et par dalfører fra sørvest mot nordøst. Det er relativt bratte skrenter mot dalene og til dels også mot sjøen. Området har de høyeste partiene mot nord, og ryggene heller svakt mot sør. På ytre deler av tangene er det slakere strandberg.

Geologi

Berggrunnen er fattig, og består av granitt (NGU 2014). Mye av kollene /ryggene har stort sett nakent berg, til dels med et tynt morenedekke. I skrentene er det noe blokkmark, mens det i forsenkningene er marine sedimenter.

Vegetasjonsgeografi

Vegetasjonseksjon: O1-Svakt oseanisk, vegetasjonssone: boreonemoral .

Hele undersøkelsesområdet ligger i boreonemoral vegetasjonssone

Klima

Den åpne furuskogen med store åpne flater av svaberg bidrar til å samle varme. Til stor del særlig eksponering bidrar til et varmt lokalklima.

Økologisk variasjon

Et par vegetasjonstyper knyttet til fattig furuskog er klart dominerende. Knyttet til kyststripa, små vik, smådaler og kantsoner rundt gammel innmark er det relativt stor variasjon i vegetasjonstyper og treslag. Store deler av området har likevel lite variasjon.

Vegetasjon og treslagsfordeling

Dominerende vegetasjonstype er knauskog - blåmoseutforming (A6c) med overganger til røsslyng-blokkbærfuruskog (A3) og bærlýngskog (A2) der hvor jordlaget er tykkere. Einer vokser spredt i busksiktet. Et par steder i smådaler forekommer rikere vegetasjon med grandominert småbregne- og lågurtskog (A5a og B1a) samt tørre innslag av løvtrær. Løvsukkesjoner forekommer også på tidligere innmark rundt små husmannsplasser hvor kulturmarken nå er i gjengroing eller har gått over gått i skog. Langs kyststripen strandberg av fattig utforming (X1a), men det er stor variasjon i strandvegetasjon og mange små fragmenter av strandeng - øvre salteng (U5), grusstrand (U6), brakkvannssump (U8) og svartor-strandskog (E6). Langs bekker i de to hoveddalene er det noe svartorskog - or-askeskog (D6a) og rik sumpskog (E4).

Skogstruktur og påvirkning

Fururabbene i området består i stor grad av såkalt kraggfuruskog på impediment. Her er det gammel skog med seinvokste og vridde kronglefuruer. I partier med litt mer jordsmonn forekommer også svært grove furuer. På en del av fururabbene er det forholdsvis mye død ved, framfor alt gadd, men i partier også læger av furu. Sjiktning varierer noe i disse områdene fra relativt ensjiktet (eller tosjiktet) til godt flersjiktet. Sjiktning varierer også i de mer grandominerte smådalene.

I nordre del av hoveddalen (nord for Munken) er skogen flatehogd for et par tiår tilbake. Her er det nå tett furudominert ungskog.

Kjerneområder

I det følgende listes informasjon om de avgrensede kjernelokalitetene i området Munken. Nummereringen referer til inntegninger vist på kartet.

1 Munken N

Naturtype: Gammel barskog - Gammel furuskog
BMVERDI: A

Areal: 202,7daa

Innledning: Lokaliteten er registrert i 2013 av Anders Thylén, BioFokus, i forbindelse med 'prosjekt Frivillig vern i Østfold 2013. Lokaliteten er nyregistrert.

Beliggenhet og naturgrunnlag: Lokaliteten ligger nord for Munken ytterst mot sørøst på Torsneshalvøya i Fredrikstad kommune. Den består av en fjellrygg med nakent berg og stedvis tynt morenedekke, til stor del impediment.

Naturtyper, utforminger og vegetasjonstyper: Lokaliteten består av gammel furuskog av typen gammel lavlandsfuruskog, med sterke trekk av solvarm lavlands-bergfuruskog. Skogen er helt dominert av furu, med noe innslag av bjørk, osp, rogn, gran og einer. Dominerende vegetasjonstype er knausfuruskog av blåmose-utforming (A6c), med innslag av bærlýngskog (A2) og røsslyng-blokkbærfuruskog (A3) i partier med mer jordsmonn. Skogen er gammel med seinvokste og vridde trær, og rikelig med grove trær (60 cm i diameter). Skogen er flersjiktet med tre i ulike aldre inkludert en del foryngelse. Det er rikelig med døde greiner på gamle trær og rikelig med gadd. Læger med ulik grad av nedbrytning forekommer spredt, men i noen større konsentrasjoner. Det er store flater med svaberg samt små flekker med åpen sand.

Artsmangfold: Furustokk-kjuke og furupiggmusling (NT) finnes spredt i området. Enkelte forholdsvis vanlige knappenålslav er også funnet på død furuveid. Treleker (NT) hekker i området, og trolig også natteravn (VU). Det er stor potensial for insekter knyttet til slike varme kystnære furuskoger med død ved. Blåvingegresshoppe (VU) er sannsynlig i tillegg til arter knyttet til varm furuveid..

Bruk, tilstand og påvirkning: Området er lite påvirket av skogbruk og andre inngrep.

Del av helhetlig landskap: Alle åsryggene på Munken-halvøya har gammel furuskog av samme type. Denne er den med størst forekomst

av grove og døde trær.

Verdivurdering: Lokaliteten består av gammel kystnær og solvarm furuskog, med naturskogskarakter. Det er stort innslag av gamle og grove furuer, samt mye gadd og spredt med læger. Det er registrert enkelte signal- og rødlistearter av vedlevende sopp og av fugl. Det er stor potensial for rødlistede insekter. Med bakgrunn i habitatkvalitet og størrelse er lokaliteten, under noe tvil, gitt A-verdi.

Skjøtsel og hensyn: Store naturverdier knyttet til gammel skog og død ved innebærer at fri utvikling uten noen form for inngrep vil ivareta naturverdiene på best måte.

2 Tamburen NV

Naturtype: Gammel lauvskog - Gammelt ospesholt
BMVERDI: C

Areal: 6,5daa

Innledning: Lokaliteten er registrert i 2013 av Anders Thylén, BioFokus, i forbindelse med 'prosjekt Frivillig vern i Østfold 2013. Lokaliteten er nyregistrert.

Beliggenhet og naturgrunnlag: Lokaliteten ligger ved Tamburen ytterst mot sørøst på Torsneshalvøya i Fredrikstad kommune. Den består av en østvendt skråning fra en åsrygg ned mot kulturmark i en havvik med marine sedimenter.

Naturtyper, utforminger og vegetasjonstyper: Dette er et lite holt av gammel løvskog, til dels på gammel innmark. Delnaturtype er karakterisert som gammelt ospesholt, men her er en variert treslagssammensetning dominert av osp og hassel og med innslag av hegg, eik og enkelte alm. Mindre innslag av rik svartorsump i nord. Et par av almene er grove (80 cm i diameter) og eik og osp noe grove (40-45 cm). Feltsjiktet er lågurtpreget.

Artsmangfold: lågurtvegetasjon med arter som skogsvinerot, hengeaks, skogfjol og trollbær. Stor ospeildkjuke er funnet på grov osp.

Bruk, tilstand og påvirkning: Området ligger på og i kanten av gammel innmark. Begynnende gammelskogselementer.

Verdivurdering: Litet, men relativt rikt løvskogsholt. Enkelte signalarter. Vurderes som lokalt viktig (C-verdi)..

Skjøtsel og hensyn: Naturverdier knyttet til gammel skog og død ved innebærer at fri utvikling uten noen form for inngrep vil ivareta naturverdiene på best måte. Beite eller forsiktig rydding av undervegetasjon og kratt (men spare hasselkjerr) vil ikke være negativt.

3 Tamburen II

Naturtype: Strandeng og strandsump - Kortvokst, åpen, artsrik saltsiveng på skjellsand
BMVERDI: A

Areal: 1,1daa

Innledning: Lokaliteten er registrert i 2013 av Anders Thylén, BioFokus, i forbindelse med 'prosjekt Frivillig vern i Østfold 2013. Lokaliteten er nyregistrert.

Beliggenhet og naturgrunnlag: Lokaliteten ligger ved Tamburen ytterst mot sørøst på Torsneshalvøya i Fredrikstad kommune.

Naturtyper, utforminger og vegetasjonstyper: Lokaliteten er en strandeng innerst i viken. Den er relativt gjengrodd med dunkjevle, takrør og havsivaks. Mer lavvokste parter forekommer med vanlige strandengarter som saltsiv, fjæresalauk, gåsemure, fredløs, kattehale, klourt og småengkall.

Artsmangfold: Stranrødtopp (VU) finnes spredt. Enkelte tusengylden (EN) og dverggylden (VU) finnes også.

Bruk, tilstand og påvirkning: Har tidligere vært i hved. Nå i kraftig gjengroing med storvokst sivvegetasjon

Del av helhetlig landskap: Flere små fragment av strandenger med tilsvarende arts mangfold finnes langs kystlinjen i området.

Verdivurdering: Strandeng som er kraftig preget av gjengroing, men fortsatt med små forekomster av tuende arter. Med bakgrunn i rødlistearter er lokaliteten under tvil gitt verdi A, på tross av at tilstanden trekker ned. Med mindre gjengroingen stoppes vil verdiene reduseres i løpet av få år.

Skjøtsel og hensyn: Det er beov for å gjenoppta hevd med beite eller slått for å opprettholde naturverdien.

4 Tamburen V

Naturtype: Gammel barskog - Gammel granskog
BMVERDI: C

Areal: 15,2daa

Innledning: Lokaliteten er registrert i 2013 av Anders Thylén, BioFokus, i forbindelse med 'prosjekt Frivillig vern i Østfold 2013. Lokaliteten er nyregistrert.

Beliggenhet og naturgrunnlag: Lokaliteten ligger vest for Tamburen ytterst mot sørøst på Torsneshalvøya i Fredrikstad kommune. Den består av et lite dalsøkk med tykkere jordsmonn som strekker seg opp og inn i en fjellrygg.

Naturtyper, utforminger og vegetasjonstyper: Lokaliteten består av gammel granskog av typen gammel lavlandsgranskog. Vegetasjonstyper er blåbær- og småbregneskog (A4 og A5) samt noe røsslyng-blokkebærfuruskog (A3) i sør. Gran dominerer i tresjiktet med noe innslag av furu og boreale løvtrær. Bakken består av et tett moseteppe. Skogen er dårlig sjiktet og forholdsvis tett. Relativt god bonitet gir imidlertid at her finnes en del grove grantrær (70 cm i diameter). Det er også en del liggende død ved av gran, grove men relativt ferske læger.

Artsmangfold: Kystjammemose (svak signalart) vokser rikelig på bakken.

Bruk, tilstand og påvirkning: Storvokst skog, men påvirket av tidligere skogbruk.

Verdivurdering: Storvokst, men ikke spesielt gammel, skog. En del elementer av grove trær og død ved. Vurderes som lokalt viktig (C-verdi).

Skjøtsel og hensyn: Naturverdier knyttet til gammel skog og død ved innebærer at fri utvikling uten noen form for inngrep vil ivareta naturverdiene på best måte.

5 Munken S

Naturtype: Rik sumpskog - Svartor-strandskog
BMVERDI: C

Areal: 5,8daa

Innledning: Lokaliteten er registrert i 2013 av Anders Thylén, BioFokus, i forbindelse med 'prosjekt Frivillig vern i Østfold 2013. Lokaliteten

er nyregistrert.

Beliggenhet og naturgrunnlag: Lokaliteten ligger sør for Munken ytterst mot sørøst på Torsneshalvøya i Fredrikstad kommune. Den består av et lite dalsøkk med en bekk i forlengelse av en havvik.

Naturtyper, utforminger og vegetasjonstyper: Lokaliteten er kartlagt som rik sumpskog av typen rikere strandskog. Skogen domineres av svartor langs bekken. Et fastmarksparti med grove hasselkjerr i nordøst er inkludert. Svartor står i rad langs bekk med noe utvidet strandskog mot utløpet. Skogen er ensjiktet med svartor på 40 cm i diameter, men uten sokkeldannelse, og lite død ved. Her vokser bl.a. klourt, fredløs, brunrot, skogsalat og villrips. Orekjuke vokser på død ved av svartor.

Artsmangfold: Ingen spesielt krevende arter er funnet.

Bruk, tilstand og påvirkning: Skogen er i stor grad kommet opp på tidligere innmark.

Del av helhetlig landskap: Små svartorsumper finnes i viker rundt om i landskapet.

Verdivurdering: Liten sump med rikt preg, men med få naturskogskvaliteter. Naturtypens sjeldenhet motiverer avgrensning, men tilstanden gir kun verdi lokalt viktig (C-verdi).

Skjøtsel og hensyn: Naturverdier knyttet til gammel skog og død ved innebærer at fri utvikling uten noen form for inngrep vil ivareta naturverdiene på best måte.

6 Vrakebukta S

Naturtype: Gammel barskog - Gammel furuskog
BMVERDI: B

Areal: 110,8daa

Innledning: Lokaliteten er registrert i 2013 av Anders Thylén, BioFokus, i forbindelse med 'prosjekt Frivillig vern i Østfold 2013. Lokaliteten er nyregistrert.

Beliggenhet og naturgrunnlag: Lokaliteten ligger ved Vrakebukta ytterst mot sørøst på Torsneshalvøya i Fredrikstad kommune. Den består av en fjellrygg med nakent berg og stedvis tynt morenedekke.

Naturtyper, utforminger og vegetasjonstyper: Lokaliteten består av gammel furuskog av typen gammel lavlandsfuruskog, med sterke trekk av solvarm lavlands-bergfuruskog. Skogen er helt dominert av furu, med noe innslag av bjørk, osp, rogn, gran og eier. Dominerende vegetasjonstype er knausfuruskog av blåmose-utforming (A6c), med innslag av bærlyngskog (A2) og røsslyng-blokkebærfuruskog (A3) i partier med mer jordsmonn. Skogen er gammel med seinvokste og vridde trær, og rikelig med grove trær (60 cm i diameter). Skogen er flersjiktet med tre i ulike aldre inkludert en del foryngelse. Det er rikelig med døde greiner på gamle trær og rikelig med gadd. Læger med ulik grad av nedbrytning forekommer spredt. Det er svært store flater med svaberg samt små flekker med åpen sand.

Artsmangfold: Furustokk-kjuke og furupiggmusling (NT) finnes spredt i området. Enkelte forholdsvis vanlige knappnålslav er også funnet på død furuveid. Treleker (NT) hekker i området, og trolig også natteravn (VU). Det er stor potensial for insekter knyttet til slike varme kystnære furuskoger med død ved. Blåvingegresshoppe (VU) er observert her i 2013.

Bruk, tilstand og påvirkning: Området er lite påvirket av skogbruk og andre inngrep. Noen vandringsstier går gjennom området.

Del av helhetlig landskap: Alle åsryggene på Munken-halvøya har gammel furuskog av samme type.

Verdivurdering: Lokaliteten består av gammel kystnær og solvarm furuskog, med naturskogskarakter. Det er stort innslag av gamle og grove furuer, samt mye gadd og spredt med læger. Det er registrert enkelte signal- og rødlistearter av vedlevende sopp og av fugl. Det er stor potensial for rødlistede insekter. Med bakgrunn i habitatkvalitet og størrelse er lokaliteten gitt B-verdi.

Skjøtsel og hensyn: Store naturverdier knyttet til gammel skog og død ved innebærer at fri utvikling uten noen form for inngrep vil ivareta naturverdiene på best måte.

7 Munkeodden

Naturtype: Strandeng og strandsump - Kortvokst, åpen, artsrik saltsiveng på skjellsand
BMVERDI: A

Areal: 8daa

Innledning: Lokaliteten er registrert i 2013 av Anders Thylén, BioFokus, i forbindelse med 'prosjekt Frivillig vern i Østfold 2013. Tidligere registrert i 1996 med annen avgrensning. Nyregistrert lokalitet/erstatter gammel lok. den er nå delt på flere små polygoner med mellomliggende mindre interessant strandberg.

Beliggenhet og naturgrunnlag: Lokaliteten ligger ved Munkeoddenn ytterst mot sørøst på Torsneshalvøya i Fredrikstad kommune.

Naturtyper, utforminger og vegetasjonstyper: Lokaliteten er kartlagt som strandeng. Den består av små strandengfragment på sand, mellom strandberg og rullestein, samt noe sandstrand. Sig fra skogkanten bak gir ferskbannspåvirkning. En liten svartorstrandskog er også inkludert i nordre del. Noen partier har preg av gjengroende strandeng, andre mer av fuktig gressmarkskant.

Artsmangfold: Her er gjort flere funn av truede arter. Pusleblom (EN) og en stor forekomst av dverglin (EN) ble gjort her i 1996, muligens gjenfunnet i 2004. Artene ble ikke observert i 2013, men derimot ble det funnet strandgylden (EN) og strandrødtopp (VU).

Bruk, tilstand og påvirkning: Strandengparti i nord er relativt gjengrodd. Gjengroing kan være en trussel for flere av delområdene.

Del av helhetlig landskap: Flere små fragment av strandenger med tilsvarende artsdiversitet finnes langs kystlinjen i området.

Verdivurdering: Forekomst av flere høyt rødlistede arter gir verdi som svært viktig (A-verdi)..

Skjøtsel og hensyn: Liten strandeng mot nord bør slås. Gjengroingstilstand bør overvåkes og tiltak settes inn ved behov.

8 Munken V

Naturtype: Gammel barskog - Gammel furuskog
BMVERDI: B

Areal: 28,7daa

Innledning: Lokaliteten er registrert i 2014 av Anders Thylén, BioFokus, i forbindelse med prosjekt Frivillig vern i Østfold 2013. Lokaliteten er nyregistrert.

Beliggenhet og naturgrunnlag: Lokaliteten ligger ved Munken ytterst mot sørøst på Torsneshalvøya i Fredrikstad kommune. Den består av en fjellrygg med nakent berg og stedvis tynt morenedekke.

Naturtyper, utforminger og vegetasjonstyper: Lokaliteten består av gammel furuskog av typen gammel lavlandsfuruskog, med sterke trekk av solvarm lavlands-bergfuruskog. Skogen er helt dominert av furu, med noe innslag av bjørk, osp, rogn og eier. Dominerende

vegetasjonstype er knausfuruskog av blåmose-utforming (A6c), med innslag av bærflyngskog (A2) og røsslyng-blokkebærfuruskog (A3) i partier med mer jordsmonn. Skogen er gammel med seinvokste og vridde trær, og spredt med grove trær (50 cm i diameter). Skogen er i hovedsak tosikkert med et sjikt av eldre tre og et sjikt av unge skudd som er kommet opp etter brann. Området har brent for en del år siden, og det er rikelig med brannspor, døde trær, gadd og læger. Læger er i hovedsak lite nedbrutt.

Artsmangfold: Furustokk-kjuke og blodkjuke finnes i området, sammen med enkelte forholdsvis vanlige knappenålsia på død furuved. Tre-lerke (NT) hekker i nærområdet, og trolig også natteravn (VU). Det er stor potensial for insekter knyttet til slike varme kystnære furuskoger med død ved. Blåvingegresshoppe (VU) er sannsynlig i tillegg til arter knyttet til varm furuved..

Bruk, tilstand og påvirkning: Området er lite påvirket av skogbruk og andre inngrep.

Del av helhetlig landskap: Alle åsryggene på Munken-halvøya har gammel furuskog av samme type.

Verdivurdering: Lokaliteten består av gammel kystnær og solvarm furuskog, med naturskogskarakter. Det er stort innslag av gamle furuer, samt mye gadd og læger etter brann. Det er registrert enkelte signalarter av vedlevende sopp, og det er stor potensial for rødlistede insekter. Med bakgrunn i habitatkvalitet og størrelse er lokaliteten gitt B-verdi.

Skjøtsel og hensyn: Store naturverdier knyttet til gammel skog og død ved innebærer at fri utvikling uten noen form for inngrep vil ivareta naturverdiene på best måte.

9 Askedalstangen

Naturtype: Rikt strandberg -
BMVERDI: A

Areal: 21,2daa

Innledning: Lokaliteten er registrert i 2014 av Anders Thylén, BioFokus, i forbindelse med 'prosjekt Frivillig vern i Østfold 2013. Tidligere registrert i 1996. Nyregistrert lokalitet/erstatte gammel lok. Lokaliteten er ikke grundig undersøkt i 2014.

Beliggenhet og naturgrunnlag: Lokaliteten ligger ved Askedalstangenn ytterst mot sørøst på Torsneshalvøya i Fredrikstad kommune.

Naturtyper, utforminger og vegetasjonstyper: Lokaliteten er kartlagt som rikt strandberg. Kvalitetene er imidlertid hovedsakelig knyttet til små fragment av strandeng og flekker av oversilt sand- og grus med kortvokst gressvegetasjon. Strandbergene i seg er artsfattige, og en grundigere kartlegging bør kunne medføre en revidering av avgrensningen.

Artsmangfold: Det ble i 1996 gjort funn av pusleblom (EN) og en stor forekomst av dverglin (EN). Det er potensial for at artene fortsatt kan finnes her, men de ble ikke grundig ettersøkt i 2014.

Bruk, tilstand og påvirkning: Området er en del i bruk for friluftsliv med strand og friluftsliv.

Fremmede arter: Rynkerose finnes et par steder i området.

Del av helhetlig landskap: Flere små fragment av strandenger med tilsvarende arts mangfold finnes langs kystlinjen i området.

Verdivurdering: Forekomst av flere høyt rødlistede arter gir verdi som svært viktig (A-verdi)..

Skjøtsel og hensyn: Forekomsten bør kartlegges mer nøyaktig. Trusler i form av fremmede arter, slitasje og gjengroing bør vurderes.

10 Askedalen SØ

Naturtype: Gammel barskog - Gammel furuskog
BMVERDI: B

Areal: 117daa

Innledning: Lokaliteten er registrert i 2014 av Anders Thylén, BioFokus, i forbindelse med 'prosjekt Frivillig vern i Østfold 2013. Lokaliteten er nyregistrert.

Beliggenhet og naturgrunnlag: Lokaliteten ligger sørøst for Askedalen ytterst mot sørøst på Torsneshalvøya i Fredrikstad kommune. Den er avgrenset som to polygoner, og består av to inntilliggende fjellrygger med nakent berg og stedvis tynt morenedekke.

Naturtyper, utforminger og vegetasjonstyper: Lokaliteten består av gammel furuskog av typen gammel lavlandsfuruskog, med sterke trekk av solvarm lavlands-bergfuruskog. Skogen er helt dominert av furu, med noe innslag av bjørk, osp, rogn, gran og eier. Dominerende vegetasjonstype er knausfuruskog av blåmose-utforning (A6c), med innslag av bærflyngskog (A2) og røsslyng-blokkebærfuruskog (A3) i partier med mer jordsmonn. Skogen er gammel med seinvokste og vridde trær, og relativt rikelig med grove trær (50 cm i diameter). Skogen er flersjiktet med tre i ulike aldre inkludert en del foryngelse. Det er rikelig med døde greiner på gamle trær og spredt med gadd. Læger med ulik grad av nedbrytning forekommer også spredt. Det er store flater med svaberg samt små flekker med åpen sand.

Artsmangfold: Furustokk-kjuke og furupiggmusling (NT) finnes i området. Enkelte forholdsvis vanlige knappenålsia er også funnet på død furuved. Tre-lerke (NT) hekker i nærområdet, og trolig også natteravn (VU). Det er stor potensial for insekter knyttet til slike varme kystnære furuskoger med død ved.

Bruk, tilstand og påvirkning: Området er lite påvirket av skogbruk og andre inngrep.

Del av helhetlig landskap: Alle åsryggene på Munken-halvøya har gammel furuskog av samme type. Denne er den med størst forekomst av grove og døde trær.

Verdivurdering: Lokaliteten består av gammel kystnær og solvarm furuskog, med naturskogskarakter. Det er stort innslag av gamle og grove furuer, samt mye gadd og spredt med læger. Det er registrert enkelte signal- og rødlistearter av vedlevende sopp og av fugl. Det er stor potensial for rødlistede insekter. Med bakgrunn i habitatkvalitet og størrelse er lokaliteten gitt B-verdi.

Skjøtsel og hensyn: Store naturverdier knyttet til gammel skog og død ved innebærer at fri utvikling uten noen form for inngrep vil ivareta naturverdiene på best måte.

Artsmangfold

Gammelskogen har store forekomster av viktige elementer som gamle trær og død ved. Sammen med varmt lokalklima gir dette godt potensial for vedlevende arter av både sopp, lav og insekter. Det er ikke registrert mange signalarter av kryptogamer, men både furustokk-kjuke og den rødlistede furupiggmusling forekommer relativt rikelig og godt spredt i området. Enkelte knappenålsia er registrert, og det er potensial for flere arter av lav og sopp knyttet til død ved av furu. Av vedlevende insekter er den sårbare arten *Monochamus galloprovincialis* funnet i området. Insektsfaunanen er dårlig undersøkt, og det er et stort potensial for flere rødlistearter. Svaberg med små flekker av åpen sand er også potensielt viktig

insekthabitater. Blåvingegresshoppe (VU) er en art som er knyttet til dette elementet, og som også er funnet i området.

Fugler som trelerke (NT) og nattraavn (VU) er typiske for denne typen gammel og åpen furuskog. Trelerke ble våren 2014 registrert med flere syngende hanner spredt i området. Nattraavn er dokumentert på 1990-tallet, men det er høyst sannsynlig at arten hekker i området også i dag. Områdets preg av villmark og urørthet gir et visst potensial for andre viltarter, f.eks rovfugl.

Strandsonen med relativt mange små forekomster av viktige voksesteder for flere høyt rødlistede plantearter er en viktig tilleggsverdi for området.

Tabell: Artsfunn i Munken. Kolonnen **Totalt antall av art** summerer opp antall funn innenfor området. 0 betyr at artsfunnet ikke er tallfestet, men begreper som mye, en del, sparsomt, spredt o.l. er brukt. Det store tallet i kolonnen **Funnet i kjerneområde** henviser til hvilke kjerneområder arten er funnet. Det lille tallet angir hvor mange funn som er gjort i hvert kjerneområde. 0 betyr tekstlig kvantifisering. Små tall uten kjerneområdenummer angir funn utenfor kjerneområder.

Gruppe	Vitenskapelig navn	Norsk navn	Rødliste-status	Totalt antall av art	Funnet i kjerneområde (nr)
Knappenåslav	Mycocalicium subtile				8
Spurvefugler	Lullula arborea	Trelerke	NT*		1 10 6
	Poecile montanus	Granmeis			6
	Lophophanes cristatus	Toppmeis			6
	Certhia familiaris	Trekryper			1 10
Pattedyr	Neovison vison	Mink			9
Biller	Monochamus galloprovincialis		VU		
Sauløkfamilien	Triglochin maritima	Fjæresauløk			3
Almefamilien	Ulmus glabra	Alm	NT		2
Linfamilien	Radlola linoides	Dverglin	EN	2000	7 ₁₀₀₀ 9 ₁₀₀₀
Nøkleblomfamilien	Anagallis minima	Pusleblom	EN	20	7 ₁₀ 9 ₁₀
Søterofamilien	Centaurium littorale	Tusengylden	EN	1	3 ₁ 7
	Centaurium pulchellum	Dverggylden	VU	2	3 ₂
Leppeblomstfamilien	Lycopus europaeus	Klourt			3
Maskeblomstfamilien	Odontites vernus litoralis	Strandrødtopp			3 7
	Rhinanthus minor	Småengkall			3
Bladmose	Plagiothecium undulatum	Kystjannemose			4
Skorpelav	Calicium glaucellum	Hvitringnål			
	Hypocenomyce scalaris	Melskjell			8
	Lecanactis abietina	Gammelgranlav			
Sopp vedboende	Irpicodon pendulus	Furupiggmusling	NT		1 10 6
	Meruliopsis taxicola	Blodkjuke			8
	Phellinus pini	Furustokkjuke			1 10 6 8
	Phellinus populicola	Stor ospeildkjuke			2

Avgrensning og arrondering

verneforlaget er forholdsvis godt arrondert i og med at det dekker store deler av halvøya ved Munken fra sjøkanten og inkluderer hele ryggpartiene og mellomliggende dalsøkk. Ryggen vest for Askedalen er imidlertid utelatt, hvilket gjør at helheten uteblir, og vurderingen av arrondering trekkes ned. Verneforlaget grenser mot sjø i sør og øst, mot dalsøkk med kulturmark og yngre skog i sørvest, mot eldre skog i vest og nord. I nord fortsetter altså åser med eldre skog og det er ikke en skarp grense for hvor de naturfaglige verdiene evt tar slutt.

Andre inngrep

Det er flere gamle husmannsplasser i området. Rundt disse er det rester av gjengroende innmark. Et par vandringsstier går gjennom området. Kyststripa brukes en del av både båtfolk og strandbadere.

Vurdering og verdisetting

Området scorer middels til høyt på parametere knyttet til gammel barskog - som gamle bartrær, død ved og urørthet. Enkelte hogstinggrep trekker urørtverdien noe ned. Skogen er klart dominert av fattige rygger med furuskog, men en del mindre områder knyttet til kyststripen og gammel innmark gir en del variasjon.

Hovedverdien i området er den gamle naturskogspregede furuskogen. Det er registrert forholdsvis få signal- og rødlistearter i skogen, men det er godt potensial, spesielt for varmekrevende insekter. Det er også viltverdier knyttet til furuskogen. Mindre områder med havstrandvegetasjon med truede arter er en viktig tilleggsverdi. Området vurderes samlet som regionalt verneverdig (**), men ikke langt unna nasjonalt verneverdig.

I forhold til mangler i skogvernet så oppfyller Munken en del generelle prioriteringer: 1. intakt lavlandsskog (godt oppfylt); 2. Østlandet (godt oppfylt), viktige områder for rødlistearter (i noen grad oppfylt).

Tabell: Kriterier og verdisetting for kjerneområder og totalt for Munken. Ingen stjerner (0) betyr at verdien for kriteriet er fraværende/ ubetydelig. Strøk (-) betyr ikke relevant. Se ellers kriterier for for verdisetting i metodekapittelet.

Kjerneområde	Urørthet	Død ved mengde	Død ved kontin	Gamle bartrær	Gamle løvtrær	Gamle edel løvtrær	Tre-slagsfordeling	Topografisk-variasjon	Vegetasjons-variasjon	Rikhet	Arter	Størrelse	Arrondering	Samlet verdi
1 Munken N												-	-	
2 Tamburen NV												-	-	
3 Tamburen II												-	-	
4 Tamburen V												-	-	
5 Munken S												-	-	
6 Vrakebukta S												-	-	
7 Munkeodden												-	-	
8 Munken V												-	-	
9 Askedalstangen												-	-	
10 Askedalen SØ												-	-	
Samlet vurdering	**	**	**	***	*	*	*	*	**	*	**	**	**	**

Referanser

Framstad, E., Økland, B., Bendiksen, E., Bakkestuen, V., Blom, H. & Brandrud, T.E. 2003. Liste over prioriterte mangler ved skogvernet. – NINA Oppdragsmelding 769: 1-9.

Framstad, E., Økland, B., Bendiksen, E., Bakkestuen, V., Blom, H. og Brandrud, T.E., 2002. Evaluering av skogvernet i Norge. Fagrapport 54, NINA. 146 s.

Bilder fra området Munken



Typisk skogbilde med åpen furuskog på fjellrygger, med sjøen i bakgrunnen. Foto: Anders Thylén



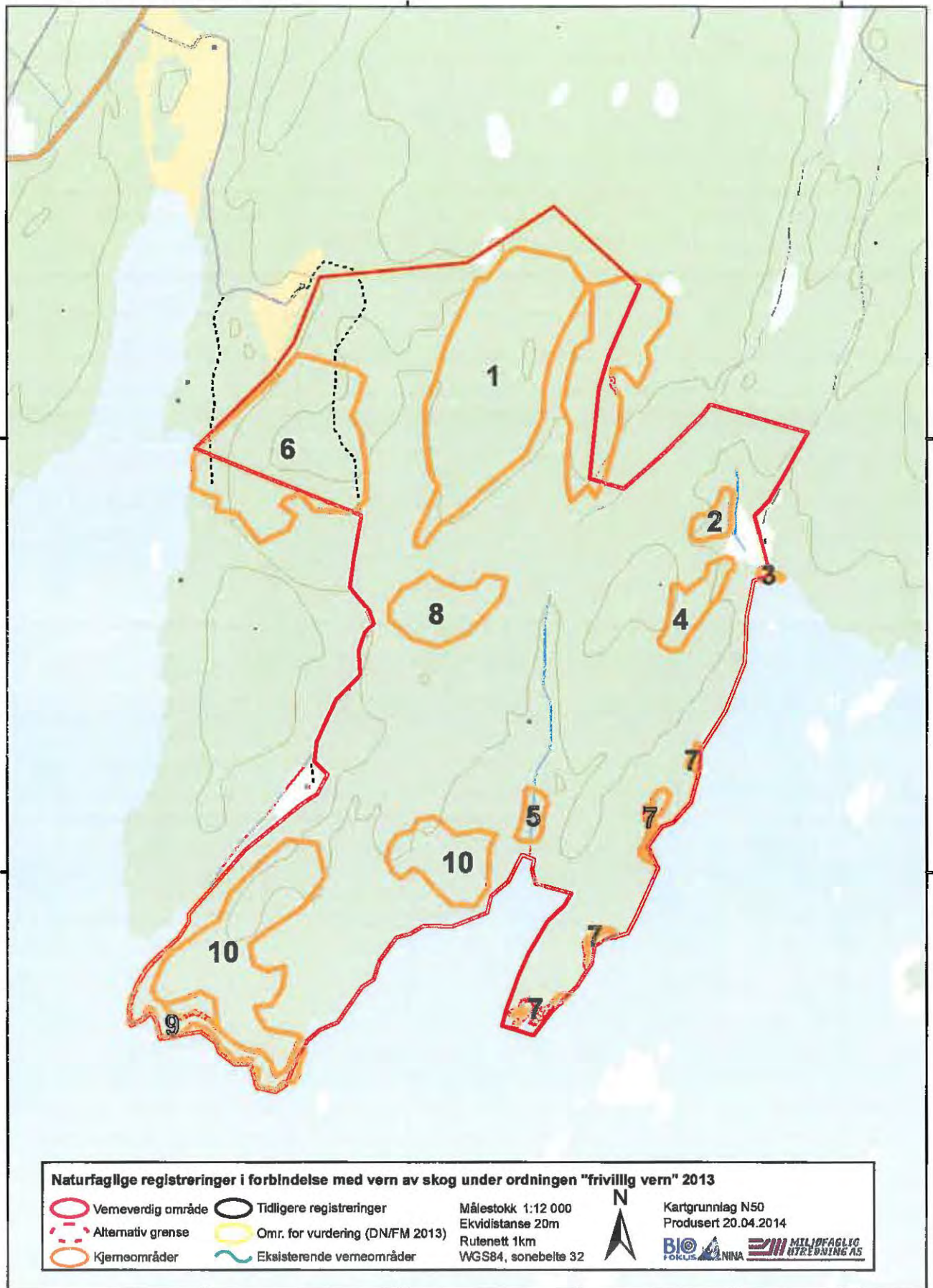
Forsenkninger med skjellsand er vanlige på svabergene. Disse er gode leveområder for varmekrevende insekter. Foto: Anders Thylén



Gamle, vridde krongefuruer er vanlige i området. Foto: Anders Thylén



Naturskog med gamle trær og død ved på fjellrygg nord i området. Foto: Anders Thylén



619000mE

620000mE

272

RAKKESTADELVA

**REGISTRERINGER
BEPLANTNINGSPLAN
BESKRIVELSE AV TILTAK**



**RAKKESTAD SEPTEMBER 1993
Landskapsarkitekt Nils Skaarer**

INNHOOLD

INNLEDNING	3
HVORFOR GJØRE TILTAK LANGS ELVA?	3
MÅLSETTING FOR ELVA	3
DAGENS TILSTAND	3
GENERELLE TILTAK	4
PRIORITERTE OMRÅDER FOR BEPLANTNING	5
SKJØTSELSTILTAK	6
PLANTELIV LANGS ELVA	18
FORKLARING TIL KARTMATERIALE	19

INNLEDNING

Rakkestad kommune har fått tildelt vassdragsmidler fra Fylkesmannen i Østfold til gjennomføring av en beplantningsplan for Rakkestad-elva.

Prosjektet ble startet opp i januar 1993 og er gjennomført i løpet av sommeren 1993.

Hele elveløpet fra Skjølja fram til Glomma er registrert ved befarings langs elvebredden.

HVORFOR GJØRE TILTAK LANGS ELVA?

Det er mange grunner til å gjøre forbedringer i landskapet langs elva. Disse grunnene kan i stikkord være:

- * opplevelsene og berikelsen av opphold langs elva blir større
- * muligheter for fisk og fiske blir bedre
- * levemulighetene for kreps øker
- * bedre forhold for fugler og dyr, og bedret jaktmulighet
- * næringssituasjonen i elva vil bedres
- * tilførsel av jordpartikler vil avta
- * erosjonssituasjonen langs elvebreddene blir mindre
- * de økonomiske interesser (fiske, jakt, kreps, turisme etc) øker
- * på sikt kan også flomtopper reduseres

MÅLSETTING FOR ELVA

Det kan være grunn til å ha en felles målsetting for hele elveløpet. Det følgende er et forsøk:

- 1 Elva føres tilbake til en tilstand hvor den får igjen sine naturlige arter, som fisk og kreps
- 2 Elva får en rolle til berikelse av nærmiljøet og kan inngå som et sammenhengende grøntbelte gjennom bygda
- 3 Det arbeides for å få ei elv hvor overvannstilførselen begrenses (direkte tilkobling fra harde flater unngås, begrenset skogsgrøfting og gjenåpning av lukkede bekker)
- 4 Elvas naturlige buktninger og tilløp til meandrering opprettholdes
- 5 Tilførsel av jordpartikler reduseres til et nivå som elva kan tolerere
- 6 Hele nedbørsfeltet for elveløpet vurderes for å hindre flomtopper
- 7 Sommervannføringen gis en minimumsgrense når det gjelder uttak av vanningsvann

DAGENS TILSTAND

Rakkestadelva har totalt sett svært mange kvaliteter. Det er en utrolig spennvidde mellom åpent kulturlandskap, fosser, smale elveløp med sidevegetasjon, fine kulturminner, meandrete områder (svingete elv) og områder sterkt preget av inngrep som kanalisering og forbygninger.

Landskapsrommene langs elva har de fleste varianter. Vi finner områder som danner en typisk dal (bak Østbygda skole), helt åpne åkerlandskap (f.eks. Herrefosser), trange elveløp med høy sidevegetasjon og fantasifulle stryk med små fossefall (f.eks. Grinstad-området).

Mange av disse landskapsrommene gir flotte naturopplevelser og inneholder fine innslag av planter og dyr.

Riktignok har det vært og det er sterke påvirkninger på elva. Det mest påfallende er antagelig den grumsete vannkvaliteten elva har. En elv som går gjennom leirmasser vil til tider alltid få innslag av leirpartikler. Men tilstanden i Rakkestadelva har sin rot i unødige tilførsler av erodert materiale. Bekkelukking, økt åkerdrift og rask vanntilførsel ved nedbør er noe av forklaringen.

Det er ikke mange lokale fyllplasser langs elva. Men slike er registrert noen steder. Den mest påfallende er utfylling av grove fyllmasser som er gjort ved Mjørudfossen.

Visuelle virkninger knyttet til kanalisering og forbygninger er det som ødelegger mest langs elveløpet. Her finnes rester av steinfyllinger og fysiske hauger som i høy grad forstyrrer landskapsbildet.

Elva har mange steder tendens til å gli ut. Selv i nylig kanaliserte områder sees det mange eksempler på dette.

Stell av landskapet (særlig trær og busker) varierer svært langs elva. Det finnes alle situasjoner fra helt "villniss" til hårdhendt hogging av trær og busker. Mange steder gjøres dette på en måte som får fram elvelandskapet på sitt beste. De mest bevisste grunneiere har et godt grep på dette og har fått naturskjønne omgivelser som belønning.

Noen mindre partier er plantet til med gran helt ned til elva. Dette er unødvendig og hører ikke hjemme i et variert elvelandskap. Ofte fører granbestander ned mot elva til mer erosjon enn andre vegetasjonsdekker.

Når det gjelder avstand mellom dyrket mark og elv varierer dette fra grunneier til grunneier. Noen steder er det brukbar god avstand mellom åker og elv, mens andre steder pløyes det helt ut i elvekanten. Det samme kan sees når det gjelder sprøyting.

GENERELLE TILTAK

Ryddeskrøt

Det er en selvfølge at elveløp eller elvesider ikke benyttes som fyllplass for stein, murstein, trematerialer, brenning av søppel osv. Alt skrot knyttet til elva bør fjernes. Noen steder vil det være mer naturlig å fylle over med jordmasser og etablere ny vegetasjon.

Steinhauger og steinfyllinger

Ved Skalle ligger det fortsatt en stor steinhaug etter senkningsarbeider. Noe forgang for å få denne fjernet ville være bra.

Ved Bjørnstadbroa (vei mot Østbygda og noen steder til) er det behov for overdekning av større steinfyllinger for å gjøre området tilgjengelig og penere. Skrinne sandholdige masser vil være å foretrekke.

Ved Mjørudfoss er det behov for skikkelig sluttbehandling av rotete fylling mot elva.

Overdekning av forbygninger

Flere steder er det aktuelt å dekke til forbygning med jord eller finknuste steinmasser. Dette vil gjøre det mindre risikofyllt å ferdes langs elva og vil skjerme mot skjemmende synsinntrykk.

Det vil være aktuelt å dempe disse forbygningene med vegetasjon på lik linje med områder som har leire.

Støy

Det er noen støy-situasjoner langs elva. Småkraftverkene lager en del støy som merkes når en er i nærheten.

En verre støyplage er transportable dieselmotorer for vannpumping. Det bør stilles krav om at slike anlegg ikke benyttes langs elva. Traktorer brukt til vannpumping skaper også støy, men av mer beskjeden karakter. Generelt bør elektriske pumper benyttes.

Tilgjengelighet til elva

Det er stor variasjon i tilgjengelighet til elva. Noen steder er det greit å komme til, andre steder er det nesten helt utilgjengelig. Det er ikke noe poeng i å gjøre hele elva tilgjengelig, men tilrettelegging en del steder hadde vært av interesse.

Ved broa ved Storetorp er det muligheter for å åpne fine områder både mot øst og vest. Gjennom Rakkestad sentrum er det opplagt både muligheter og interesse for å få bedre tilgjengelighet. Noe arbeid pågår. I Mjørud-Stemme-området ligger også forholdene godt til rette for å supplere med stier.

Arbeid pågår for å få sti langs Dørja fra brua (Rv 105) og fram til Kaaen mølle. En forbindelse fra brua mot Stemme/Skriken langs Dørja bør vurderes.

Reguleringer og reguleringsinngrep

Dammer og reguleringer langs elva gir ikke påfallende skjemmende inntrykk. Ett unntak er demning ved Stemme som på sommeren viser opptil 2 meters høyde uten vegetasjon.

Bygninger og utstyr er dessverre dårlig tilpasset miljøet langs elva. Ett positivt element er det gamle kraftanlegget ved Buer. Det gjenstår fortsatt landskapsmessige forbedringer knyttet til småkraftanleggene langs elva.

PRIORITERTE OMRÅDER FOR BEPLANTNING

Kulturlandskap med høy verdi (høy prioritet)

Områdene nedenfor er tatt ut som høyt prioriterte områder med tanke på tiltak. Disse områdene er de mest spennende områdene langs elva med tanke på eksisterende kulturlandskap, allsidighet når det gjelder plante- og dyreliv og ligger slik til at de er lett tilgjengelig. Områdene er som regel godt synlig. Deler av områdene har allerede et fint landskap som ikke trenger beplantning.

Følgende områder er gitt høy prioritet:

- 1 Område nedenfor Gjølstadfoss (Grinstadfoss)
- 2 Bjørnstad bro (Rv 22)
- 3 Området Øvre Buer
- 4 Området Nedre Buer fra bro, kraftstasjon og Buertangen
- 5 Område syd for Gapestad- Kirkehøaugen
- 6 Brekke foss

Kulturlandskap med middels verdi (middels prioritet)

Disse områdene har også høy verdi som kulturlandskap. Totalt vurdert har de noe mindre mangfold enn områdene med høy prioritet.

Følgende områder er gitt middels prioritet:

- 1 Storetorp-området
- 2 Bjørnstad bro- Skalle
- 3 Stubberud, Solli, Lilleng
- 4 Fosserfoss

- 5 Levernesbekk og vestover
- 6 Skjørtpbroa
- 7 Mjørudfoss
- 8 Gapestad

Områdene er merket av på kart som følger rapporten.

Kulturlandskap med lavere prioritet (lav verdi)

Resten av områdene som ikke er nevnt ovenfor hører med i denne gruppen. Områdene er ikke merket av på kartet.

I disse områdene finnes elvelandskap delvis uten trær og busker. Derfor vil tiltak i områder med lavere prioritet ofte ha en stor effekt på landskapsbildet. Eksempler på dette er elvelandskapet ved Herrefosser.

SKJØTSELSTILTAK

Aktuelle arter av trær og busker

Det er tatt utgangspunkt i de artene som naturlig vokser langs elva. Følgende trær er foreslått plantet:

Svartor, ask, rogn, hengebjørk, vanlig bjørk, alm, søtkirsebær, eik og spisslønn.

Følgende arter av busker er foreslått:

Selje, hegg, kurvpil, istervier, hassel og einer.

Prinsipper for vegetasjonsbruk

Avstand fra elv til dyrket mark

Det kan være ønskelig å gjennomføre en generell regel for hvor stor avstand det minimum bør være mellom elv og åker/åpen jord. Slike retningslinjer bør utformes mellom bønder og landbrukskontor i forståelse med intensjonene for elva.

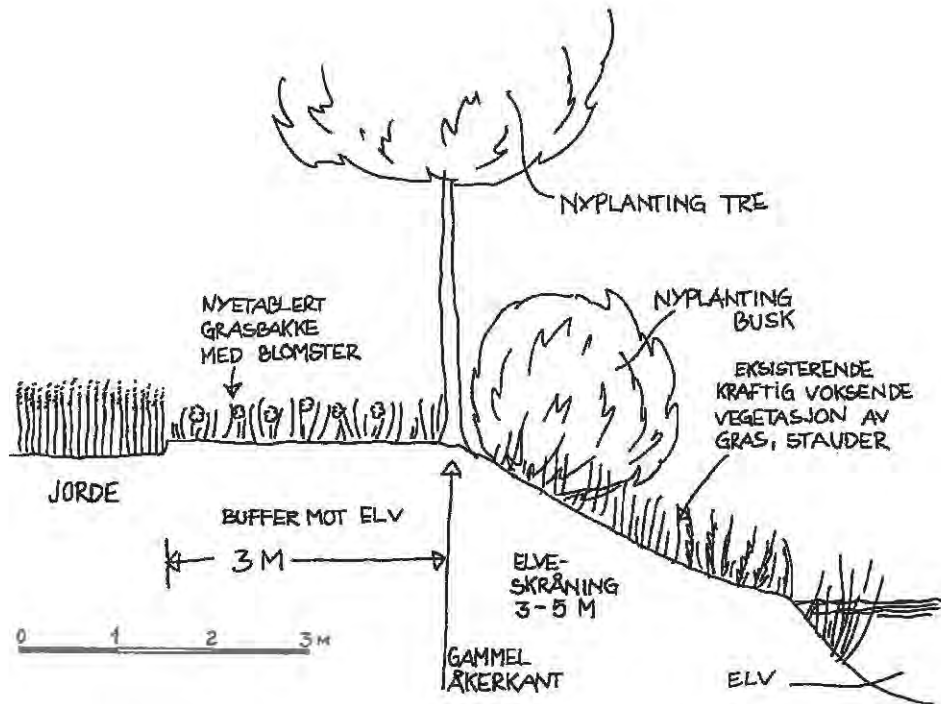
Et råd vil være å anbefale minimum 3 meter fra åker til elvekant. Denne smale stripen bør plantes til med noen trær og busker. En slik kant kan bli et utmerket oppholdssted for uønsket og aggressivt flerårig ugras. Denne problemstillingen tas opp under etablering av bunndekke.

I områder hvor det årlig renner overvann fra jordet til elva bør det avsettes større bredde og bygges inn et motfall av grasdekt areal.

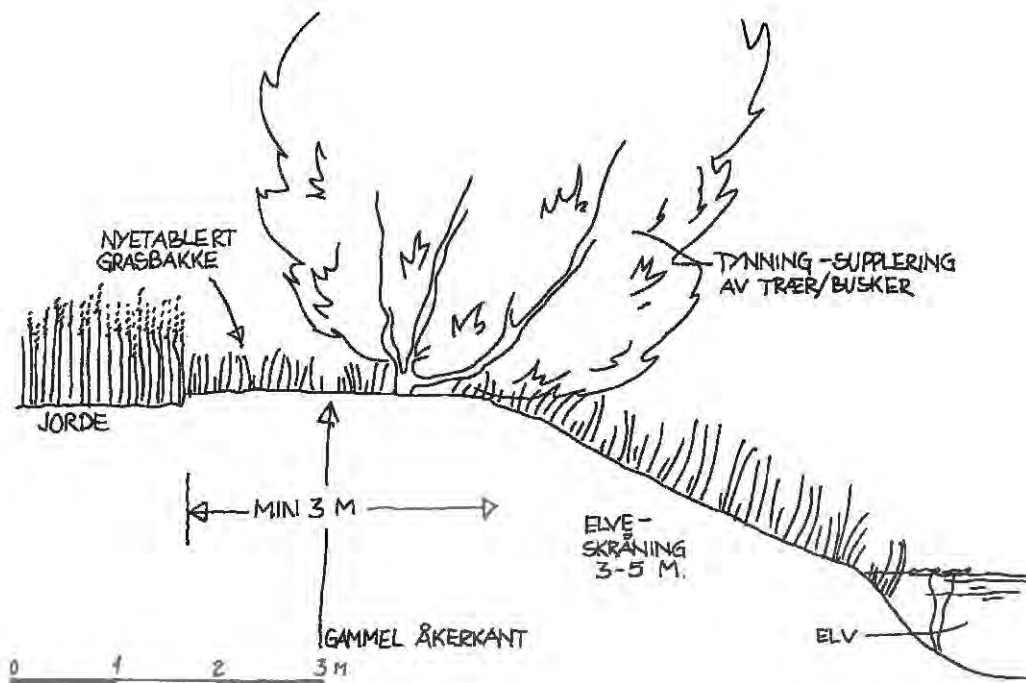
Typiske snitt av elva

Det skal vises noen snitt som forteller om tiltak som er aktuelle.

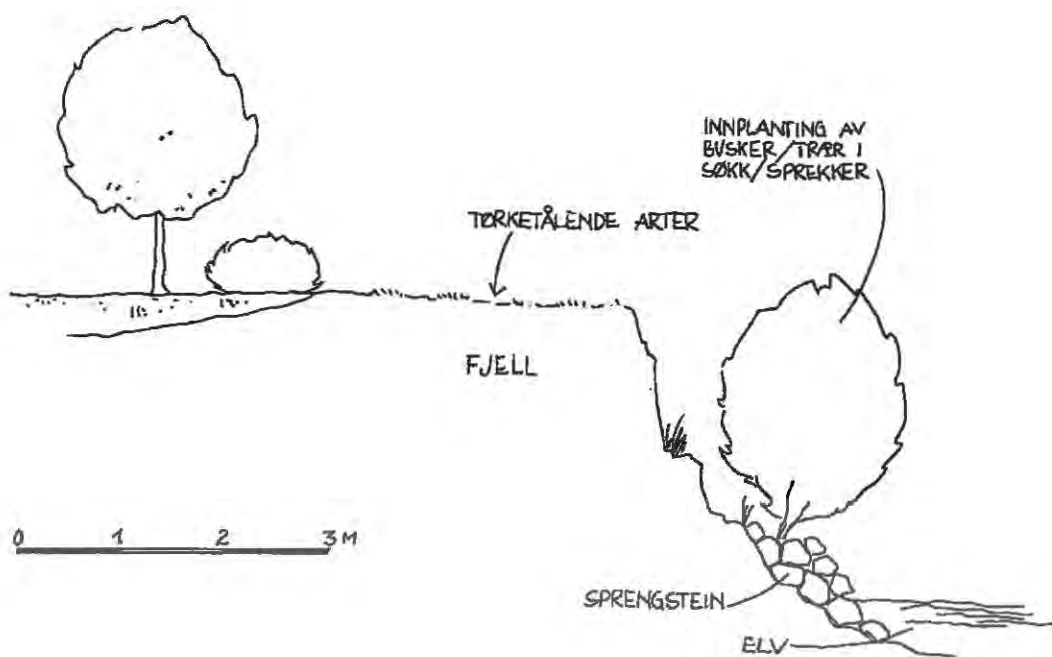
- * Områder uten trær og busker i leirjord



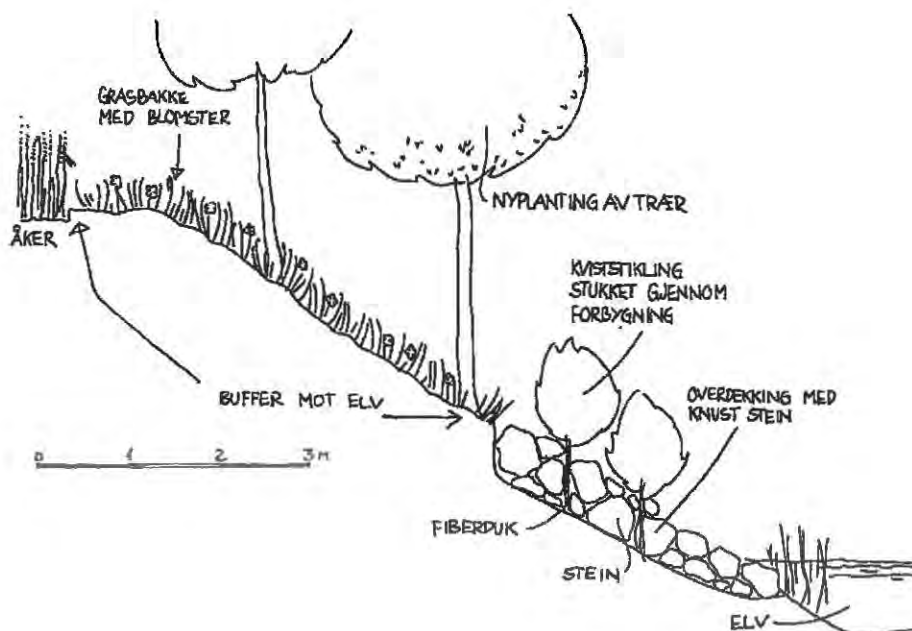
- * Områder med trær og busker i leirjord



• Fjell



• Forbygninger



Plantemetode for trær og busker

Planting av trær

Svartor, selje og rogn er arter som kan plantes om høsten. Bjørk og kviststiklinger må settes om våren. Generelt er tidlig vårplanting å foretrekke. (April).

Det benyttes små trær som er fra ett til noen år gamle. Det er viktig at disse trærne blir tatt godt vare på før de blir satt i bakken. Det kan være aktuelt både med barrotplanter (kan plantes tidlig om våren og etter løvfall om høsten (oktober). Pluggplanter kan plantes i en lengre periode, men tidlig vår og sein høst er de beste tidspunkter.

1

Ved hvert tre settes det opp en tonkinstokk (eller tynn stokk) på min. 1 meter. Denne stokken kan benyttes for enkel oppbinding med el.tape og markerer samtidig hvor treet står.

2

Det legges en solid papp-plate rundt treet. Diameter 100 cm. Det skjæres et kutt inn mot midten av platen slik at denne kan tres rundt treet. Det legges noen spadesikk med jord på platen.

3

Rundt den nederste delen av treet (fra 10-60 cm) settes på beskyttelse som hindrer mus og haregnag. Beskyttelsen gjøres så høy som mulig, men det må tas hensyn til at treet trenger mange greiner. LOG fører 60 cm stammebeskyttelse som kan tres på.

4

Det gis noe gjødsel ved planting. 1 neve fullgjødsel blandes inn i massene rundt hvert tre. Ikke direkte på røttene. Om høsten er det ikke aktuelt med gjødsel.

5

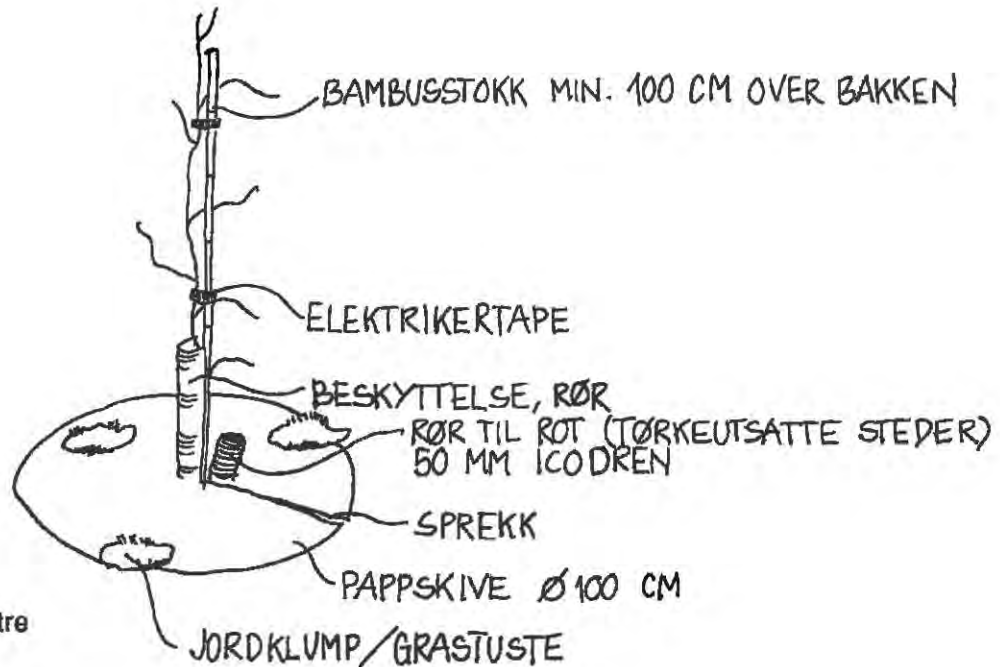
Uansett værforhold vannes treet godt ved planting. Ved meget gode fuktighetsforhold kan dette sløyfes.

6

Det graves et romslig hull for hver plante. Eventuelle grastuster kan legges på pappskiven eller snus på hodet. Planten settes noe dypere enn den har stått tidligere. Pluggplanter settes med rotklumpen under jordoverflaten.

7

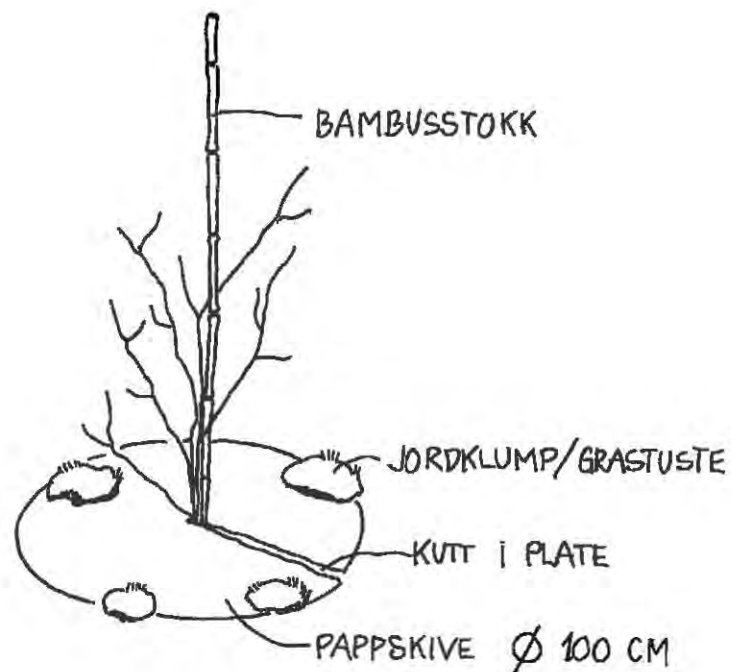
I områder hvor det kan bli behov for vanning anbefales å legge en slange som tres gjennom papp-platen ned til roten. Det vil ellers være vanskelig å komme til med vann uten å fjerne papp-platen.



Planting av tre

Planting av busker

For planting av busker brukes samme behandling som for trær. Det benyttes imidlertid ikke beskyttelsesrør.

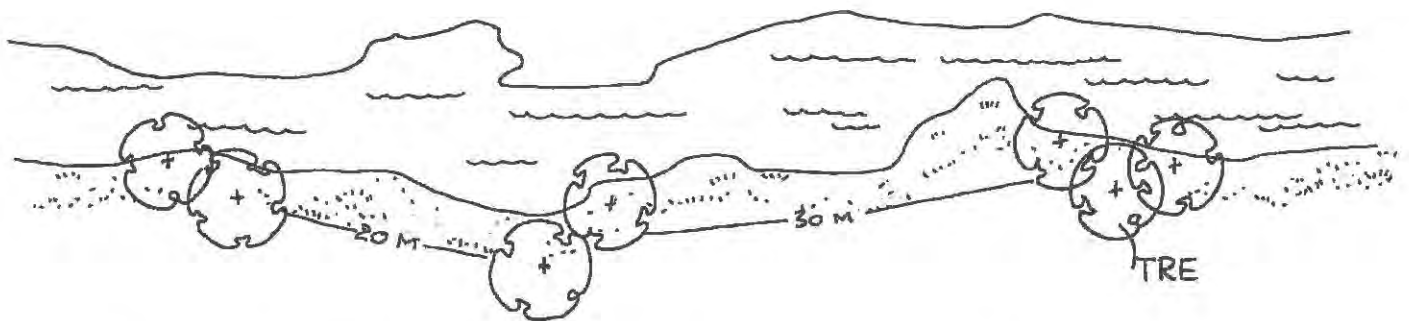


Planting av busk

Planteavstander for trær og busker

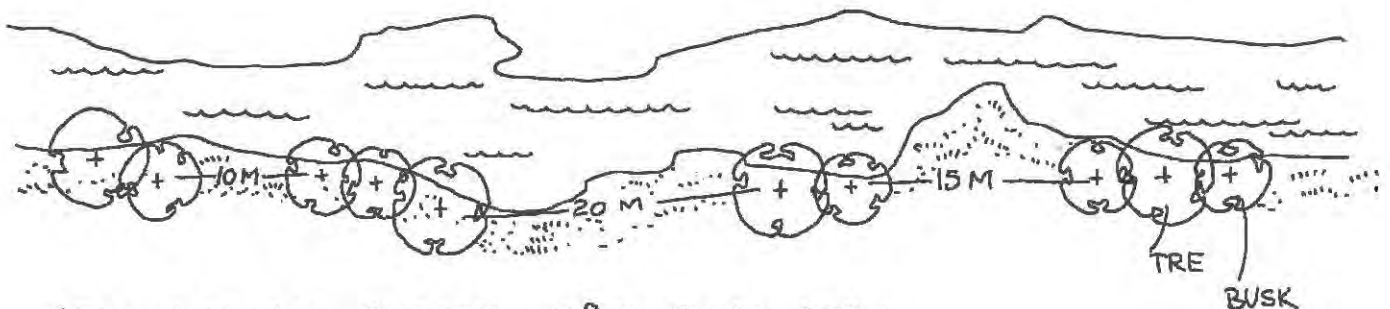
På plan (1:5000) som følger denne rapporten er det foreslått ulike tiltak som har betegnelsen A1 til A9. Nedenfor er vist prinsipper for planting til hvert av tiltakene.

Tiltak A1



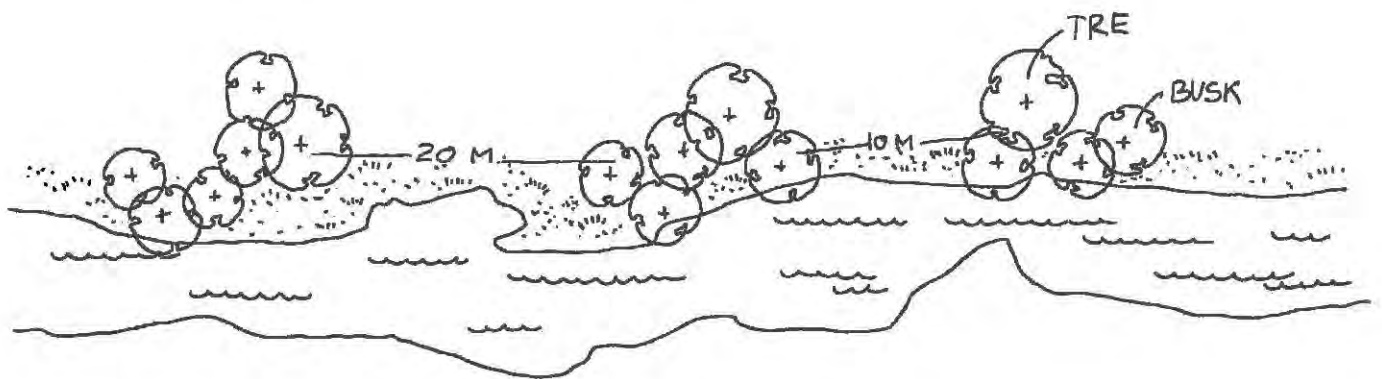
ARTER AV TRÆR: SVARTOR, SPISSLØNN, ASK, ROGN, BJØRK

Tiltak A2



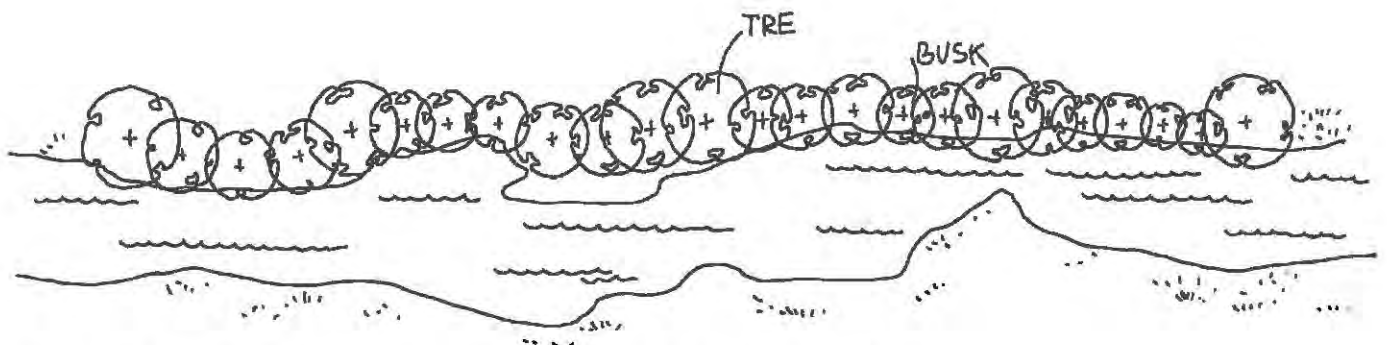
ARTER AV TRÆR: SVARTOR, GRÅOR, BJØRK, ROGN
ARTER AV BUSKER: SELJE, HEGG, KURVPIL, ISTERVIER

Tiltak A3



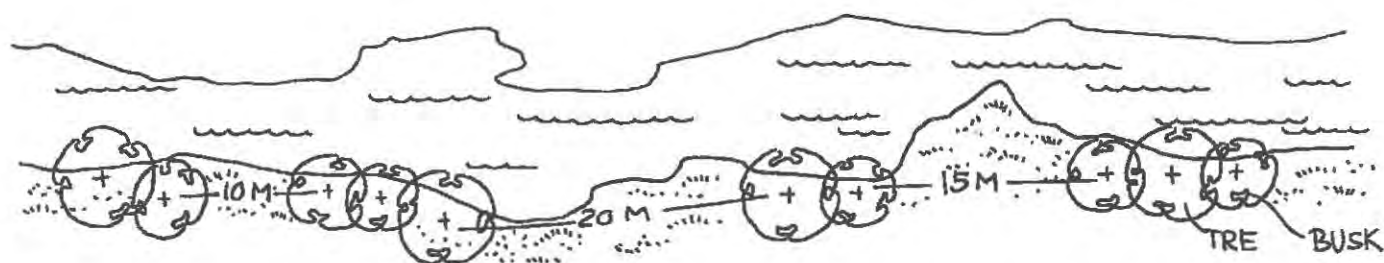
ARTER AV TRÆR: SVARTOR, ROGN, BJØRK, ASK
 ARTER AV BUSKER: SELJE, KURVPIL, HEGG

Tiltak A4



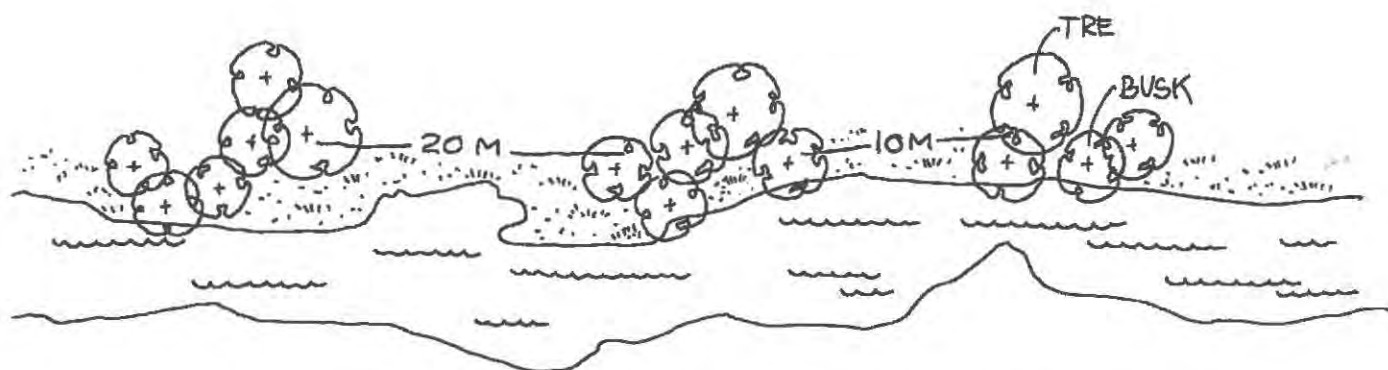
ARTER AV TRÆR: SVARTOR, GRÅOR, ROGN, BJØRK
 ARTER AV BUSKER: HEGG, KURVPIL, ISTERVIER, SELJE

Tiltak A5



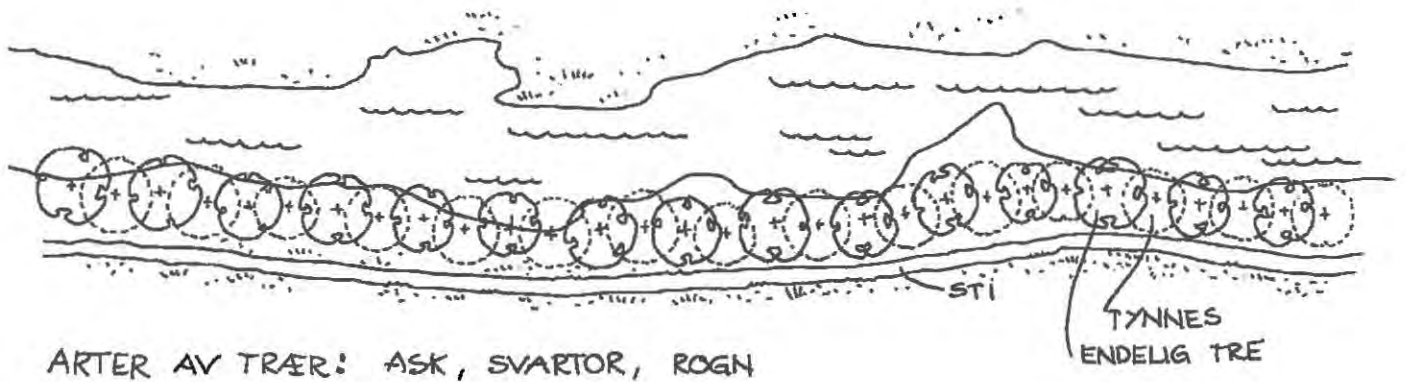
ARTER AV TRÆR: SVARTOR, GRÅOR, BJØRK, ROGN, ALM, EIK, SØTKIRSEBÆR
 ARTER AV BUSKER: SELJE, HEGG, KURVPIL, ISTERVIER

Tiltak A6

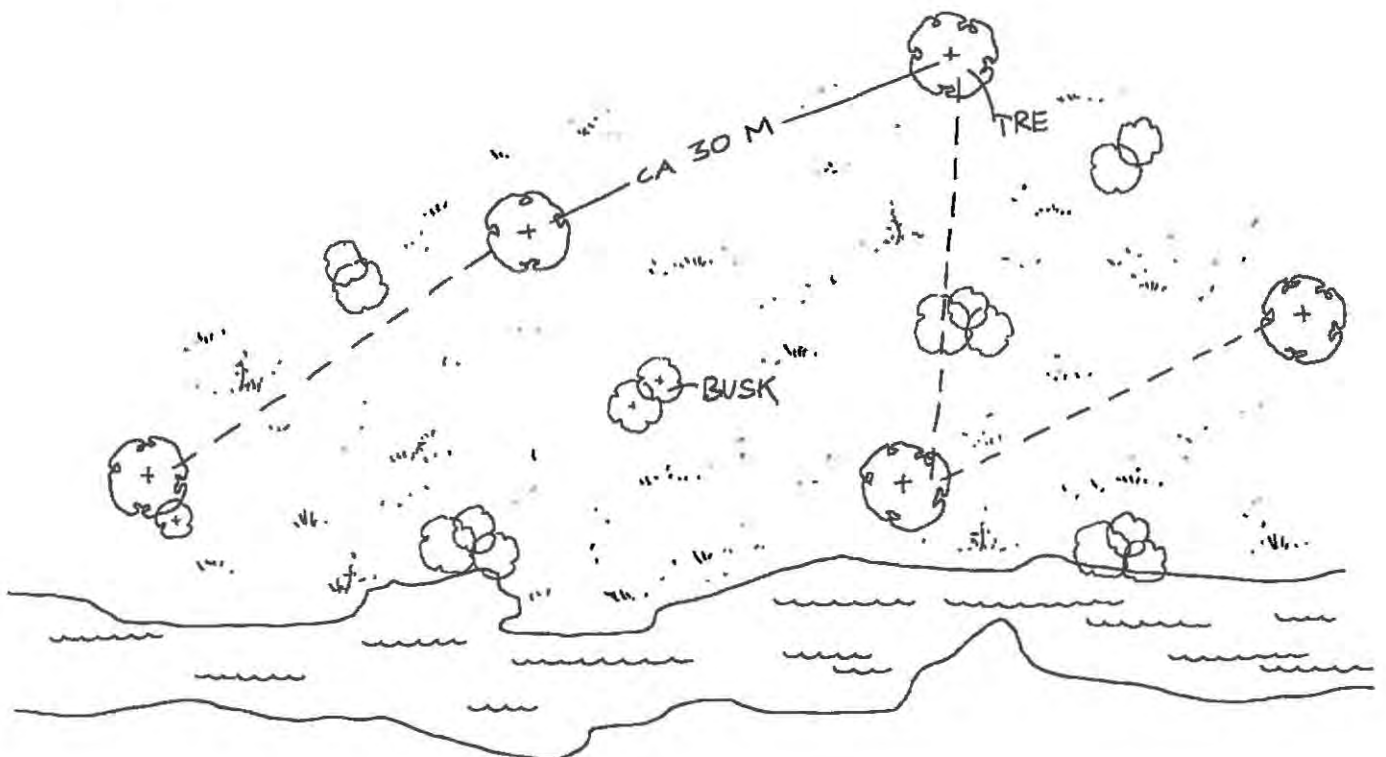


ARTER AV TRÆR: SVARTOR, ROGN, BJØRK, ASK, ALM, EIK, SØTKIRSEBÆR
 ARTER AV BUSKER: SELJE, KURVPIL, HEGG

Tiltak A7

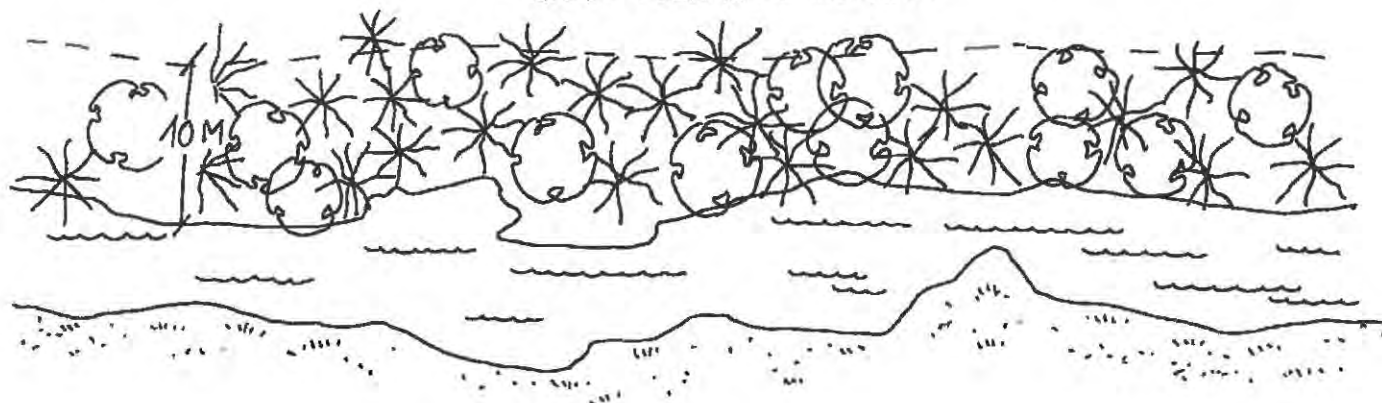


Tiltak A8



Tiltak A9

GRAN FUERNES . BEITING

Kviststiklinger

Kvister tas inn i feb/mars før de har begynt å røre på seg. 20-30 cm lange. Kvistene legges i en plastpose med noen dråper vann i kjøleskap. Stiklingene settes rett i bakken 10-20 mai. Bruk papp-plate for hver stikling, og sett 2 stiklinger i hver papp-plate. Stikking etter løvfall om høsten er også mulig, men ikke like sikkert. Aktuelle arter: istervier, korgpil og hvitpil.

Tiltak i områder med trær og busker

I hovedsak er det to typer av plantebestand som trenger tynning og stell langs elva:

- * tette sammenhengende busk-/trebestand (male eller brede)
- * naturlig skog ned mot elva

Hovedprinsipper for tynningsarbeidet vil være:

1

Sørge for at et allsidig bestand av trær og busker får utvikle seg. Særlig viktig er det at trær og busker det forekommer få av blir tatt vare på, som alm, hegg, spisslønn, ask og dels rogn, kurvpil og istervier.

Når det gjelder bjørk er den verdifull langs elveløpet.

Gråor er et verdifullt tre, særlig der det er erosjonsutsatt. Tynning av slike bestand er aktuelt. Nyplanting av gråor er særlig aktuelt i områder med fare for erosjon.

I noen områder er det mye osp. Dette er et typisk igjengroingstre. Det er ingen grunn til å fjerne osp, men tynning er nødvendig. Innplanting av dette treslaget er mindre aktuelt.

Arter i slekta Salix (selje, vier) er naturlige å ha langs elva. Det er noen av disse artene som har større verdi enn andre, og de bør en være spesielt oppmerksom på. Istervier (blomstrer seint og har glinsende blad) er verdifull. Det samme gjelder han-selje som har

fine, store gåsunger og fin gul blomstring med god lukt. Det finnes en del eksemplarer av kurvopil langs elveløpet. Dette er en verdifull art som gjerne kan plantes inn. Lavere arter som ørervier m.fl. bør også få utvikle seg. Men i områder hvor vier dominerer helt kan det være grunn til tynning.

Bartrær er av mindre interesse langs elva. De skygger ut bunnvegetasjonen og gir dårligere forhold med tanke på stabile elvekanter.

2

Tynningen har to viktige hensikter:

- sørge for at det blir fremkommelighet langs elva
- sørge for at det blir noe lysåpent og hyggelig med gode forhold også for markvegetasjonen

Tynningen skal ikke overdrives. En gunstig løsning er å tynne litt relativt ofte (hvert 2 år). Dette er bedre enn å tynne mye og sjelden. Hvis bestandene er så tette at tynning av enkelttrær er vanskelig, går det an å felle alt i kortere strekninger (10-15 meter), la en bit stå urørt og felle alt i et nytt parti.

En annen velkjent tynningsmetode er tynning fra toppen - det betyr at de største trærne tas og mellom-buskskiktet beholdes. NB dette gjelder i mer ensartede bestander. Når det gjelder trær som har vellet, kan disse gjerne ligge. Det gjør heller ikke noe om gamle trær dør på rot. Dette gir variasjon og muligheter for flere arter.

Etablering av bunndekke-planter

For å unngå unødvendig oppslag av flerårig ugras kan det være fornuftig å så inn flerårige stabile arter i soner som i dag er dyrket mark, men som omdisponeres til en ny randsone. Følgende varianter kan være aktuelle:

- innsåing av grasarter som engkvein, engsvingel, rødsvingel etc.
- innsåing av blomstereng (grasarter innblandet 10-20% viltvoksende blomstrende arter)

Etablering av grasbakke

Samme oppskrift benyttes som for såing av eng. Kan gjerne såes som gjenlegg i åker. Det benyttes viltvoksende arter av gras som engkvein, engsvingel og rødsvingel. 30 vektprosent av hver art er aktuelt, med ca 4 kg frø pr da.

Etablering av blomstereng

Etablering foretas med blomsterfrø om høsten (aug-okt). Mange arter av blomsterfrø er aktuelle. På tørre områder benyttes arter som tåler dette, på fuktige områder bør fuktighetselskende arter benyttes.

Ca 4 kg grasfrø (engkvein, engsvingel og rødsvingel) og inntil 0.8 kg blomsterfrø pr dekar. For å øke konkurransen med ugras kan det også såes inn høstrug i tillegg, ca 5 kg pr dekar. I Rakkestad har vi landets eneste leverandør av blomsterfrø av lokal proveniens. Dette frøet er hentet fra Rakkestadlandskapet eller i nære omgivelser.

Karin Vatvedt, 1892 Degernes. Telefon 69 22 76 37.

For å hindre for kraftig vekst kan det være en fordel å kalke området på forhånd. 6-800 kg pr da, eller 60 - 80 kg pr 100 kvadratmeter er aktuelt. Dette vil binde fosforet i jorda og gi noe mindre frodighet.

Det er en selvfølge at det ikke tilføres gjødsel til disse arealene.

Etter såing av blomsterengfrø bør områdene rakes lett slik at noe frø kommer ned. Lett dekking med høy eller halm er også aktuelt, men ikke tykkere lang enn at jorda under kan sees hele tiden.

Det vil ta 2-3 år før en blomstereng har fått etablert skikkelige planter. I mellomtiden kan det bli mye ettårig /toårig ugras. Ugras kan slås eller lukes bort, men etter hvert vil blomsterengartene konkurrere bort ugras.

En bør imidlertid være særlig oppmerksom på flerårig ugras som åkertistel, åkerdylle, kveke, brennesle ol. Dette er arter som ikke lar seg konkurrere ut og må fjernes før blomstereng blir sådd.

To-årige arter som balderbrå kan også være leie ugras, da de dekker svært godt.

Vedlikehold de første årene (2-3 år)

Trær

Det første året bør alle plantene sees etter flere ganger i løpet av sommeren. Vann hvis det oppstår ekstrem forsommertørke i planteåret. Noe beskjæring av uønskede kvister/skudd kan være aktuelt ved planting og første sommer.

Sjekk at ugras ikke kveler plantene.

Om vinteren eller tidlig om våren er det aktuelt å beskjære og binde opp trærne slik at stammen blir rett. Bjørk og spisslønn må beskjæres før jul.

Sjekk beskyttelse.

Kontroll av trærne tidlig vår og sommer (juni/juli) vil være tilstrekkelig etter første vekstsæson.

Etter en del år kan beskyttelse rundt stamme samt ev. tonkinstokk fjernes. Papp-platen kan bare ligge, den vil etter hvert løses opp. Men forhåpentligvis ikke for fort!

Tre-rekkene som er plantet på ca 3 meter vil det bli behov for å tynne. Endelig planteavstand kan være 6 meter.

Busker

Tilbakeskjæring ved planting kan være aktuelt.

Ellers vil det bare være ettersyn for å hindre ugras. Sjekk eventuelle skader av beiting.

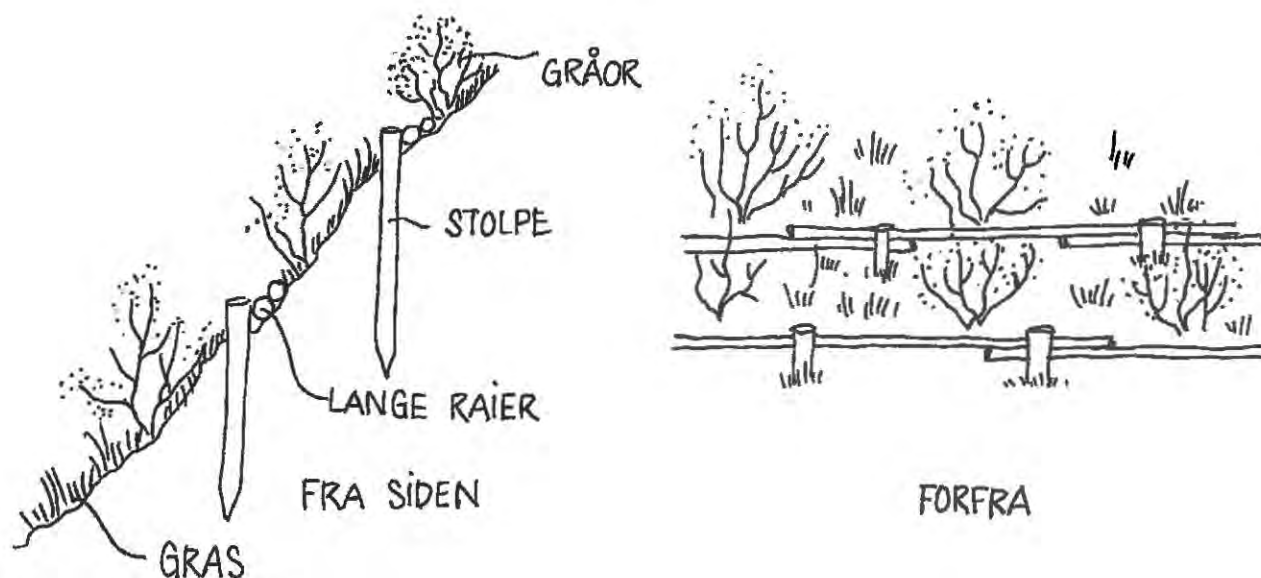
Kontroll av buskene foretas samtidig som for trærne.

Vedlikehold seinere

Seinere vil det være behov for skjøtsel av mer vanlig type som for skogsbestand.

Erosjons- og rassikring

Man må generelt være påpasselig slik at det ikke gjøres inngrep som forårsaker økt rasfare. I spesielle tilfeller kan det være aktuelt å gå inn med tiltak for å hindre utglidning og ras. Et aktuelt tiltak er å benytte raier kombinert med planting av gråor. Skisse nedenfor.



Tiltak mot utglidning og ras

Utgraving av tjern

Ved Dehli er det aktuelt å grave ut masser for å få tilbake et tjern. Det er særlig aktuelt å gjøre dette på østsiden av elva. Her er det ennå rester etter vegetasjon som har stått i kanten av tjernet.

Det vil være aktuelt med store maskiner for å få dette til og elva må ha liten vannføring. Det bør utarbeides egen detaljplan for et slikt prosjekt.

PLANTELIV LANGS ELVA

Næringskrevende arter er rikholdig representert langs elva. Vi finner store mengder av mjøddurt, brennesle, rørkvein, kattehale, fredløs, ulike arter av starr osv.

Langs elva finner vi en del arter som er sjeldne i Rakkestad. Det kan nevnes:

krusfrø (bl.a. Grindstad- Gjølstad-området)

engnellik Grindstad

krattsoleie Buerområdet

skavgras nedenfor Gapestad (andre lokalitet for Rakkestad)

krattsilrekne nedenfor Gapestad (en av de få kjente funnsteder i Rakkestad)

nesleklokke fra Øvre Buer ned mot Glomma

Den svært giftige arten selsnepe er rikholdig helt fra Skjølja til Glomma. I følge vår gamle botaniker K. Andreassen var denne arten uvanlig i Rakkestad. At selsnepe nå er blitt tallrik skyldes økt næringstilgang til elva. Slyngsøtvier, som også er giftig og en fin plante, finnes i hele elveløpet.

Av trær og busker finner vi følgende noe mer uvanlige arter:

Eik (nedenfor Skarpsno mot Glomma)

Spisslønn (fra Brodal mot Glomma)

Alm (fra demning ved Buer og til Glomma)

Svartor (langs hele løpet)

Kurvpil (fra Bjørnstad og til Glomma)

Søtmorell (er ikke funnet langs Rakkestadelva - men vokser ved Glomma)

Skogleddved (nederste del av elva mot Glomma)

FORKLARING TIL KARTMATERIALE

Totalt er det 6 kart som er utarbeidet for strekningen Skjølja - Glomma i målestokk 1:5000.

På kartene er tatt med en signatur som viser hvilke symboler som er benyttet.

Det er også tatt med en oversikt over de ulike tiltak som er aktuelle å gjennomføre. Disse tiltakene har fått betegnelse A1 til A9.

Tiltakene er nærmere beskrevet i denne rapporten.