

En vurdering av virkning på bunndyr og fisk ved
økt senkning av Vinstern i Oppland.

Åge Brabrand, Trond Bremnes, John E. Brittain,
Svein Jakob Saltveit, Lars Gjemlestad og Ståle Haaland



Denne rapportserien utgis av:

Naturhistorisk museum
Postboks 1172 Blindern
0318 Oslo

www.nhm.uio.no

Publiseringsform

Trykket og elektronisk (pdf)

Forfattere:

Åge Brabrand, Trond Bremnes, John E. Brittain, Svein Jakob Saltveit,
Lars Gjemlestad og Ståle Haaland

Sitering:

Brabrand, Å., Bremnes, T., Brittain, J. E., Saltveit, S.J., Gjemlestad, L. & Haaland, S. 2015. En vurdering av virkning på bunndyr og fisk ved økt senkning av Vinstern i Oppland. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Rapport nr. 42, 31s.

ISSN: 1891-8050

ISBN: 978-82-7970-058-6

Fra 2011 inngår forskningsrapportene fra LFI i ny rapportserie ved Naturhistorisk museum.

Gammelt rapportarkiv for LFI for perioden 1972-2010:
<http://www.nhm.uio.no/forskning/publikasjoner/lfi-rapporter/>

Forsidebilde: Vinstern i september.

Foto: Åge Brabrand



En vurdering av virkning på bunndyr og fisk ved økt
senkning av Vinstern i Oppland.

Åge Brabrand, Trond Bremnes, John E. Brittain,
Svein Jakob Saltveit, Lars Gjemlestad og Ståle Haaland



Antall sider og bilag:		Tittel	
31 sider		En vurdering av virkning på bunndyr og fisk ved økt senkning av Vinstern i Oppland.	
		Forfatter(e)/ enhet: Åge Brabrand (NHM) Trond Bremnes (NHM) John E. Brittain (NHM) Svein Jakob Saltveit (NHM) Lars Gjemlestad (BIOFORSK) Ståle Haaland (BIOFORSK)	
Rapportnummer: 42	Gradering: Åpen	Prosjektleder: Åge Brabrand	Prosjektnummer: 480052
ISSN 1891-8050	Dato: 20.1.2015	Oppdragsgiver(e): Glommens og Laagens brukseierforening (GLB)	
ISBN 978-82-7970-058-6		Oppdragsgiversref. Trond Taugbøl	

Sammendrag

Vinstern er et gammelt magasin i Vinstra-vassdraget og ble første gang regulert i 1942 og med ytterligere regulering i 1950. Dagens reguleringshøyde er 4,0 m, der det er 1 m heving og 3 m senkning i forhold til naturlig vannstand. Glommens og Laagens Brukseierforening (GLB) har planer om å øke senkningen av Vinstern, og det foreligger fire alternativer under dagens LRV: 0,6 m, 1,0 m, 1,5 m og 2,1 m. Dette innebærer tørrlegging av nye arealer under dagens LRV. I de nye planene inngår også ny tunnelgrein med tapping av vann fra Nedre Heimdalsvatn og direkte til Vinstern. I tillegg planlegges installasjon av et nytt kraftverk i Vinsterdammen i utløpet av Vinstern. GLB angir det som sannsynlig at det ikke skjer endringer i fyllingstidspunktet av Vinstern, og at Vinstern fylles opp på samme tid som under dagens situasjon. Samtidig angis det at Kaldfjorden kan få noe senere fylling.

Det er en viktig forutsetning for de fiskerifaglige vurderingene av Vinstern at dagens tidspunkt for fylling opprettholdes og at tilførsel fra innløpselver/bekker fra nord og nordvest (Valdresflya, Nordre Rjupen m. fl.) ikke endres. Under disse forutsetningene angis følgende virkninger av utvidet senkning i Vinstern.

- **Oksygenforhold**

Selv om det er målt en viss oksygenreduksjon under isen på etterm vinteren 2014 på enkelte av de 10 undersøkte stasjonene, er det lite sannsynlig at utvidet senkning vil føre til oksygenproblemer for fisk. Elver og bekker fra nord og nordvest bidrar sannsynligvis til å sikre tilførsel av oksygenrikt vann til flere dammer og grunne områder i reguleringssonen i den nordlige og vestre delen av magasinet ved lav vannstand. Det kan imidlertid ikke utelukkes at enkelte helt eller delvis avsnørte bassenger med liten vanntilførsel, spesielt i sør, kan få reduserte oksygenforhold av betydning for fisk. Sannsynligheten for dette øker med økt senkning.

- Næringsdyr

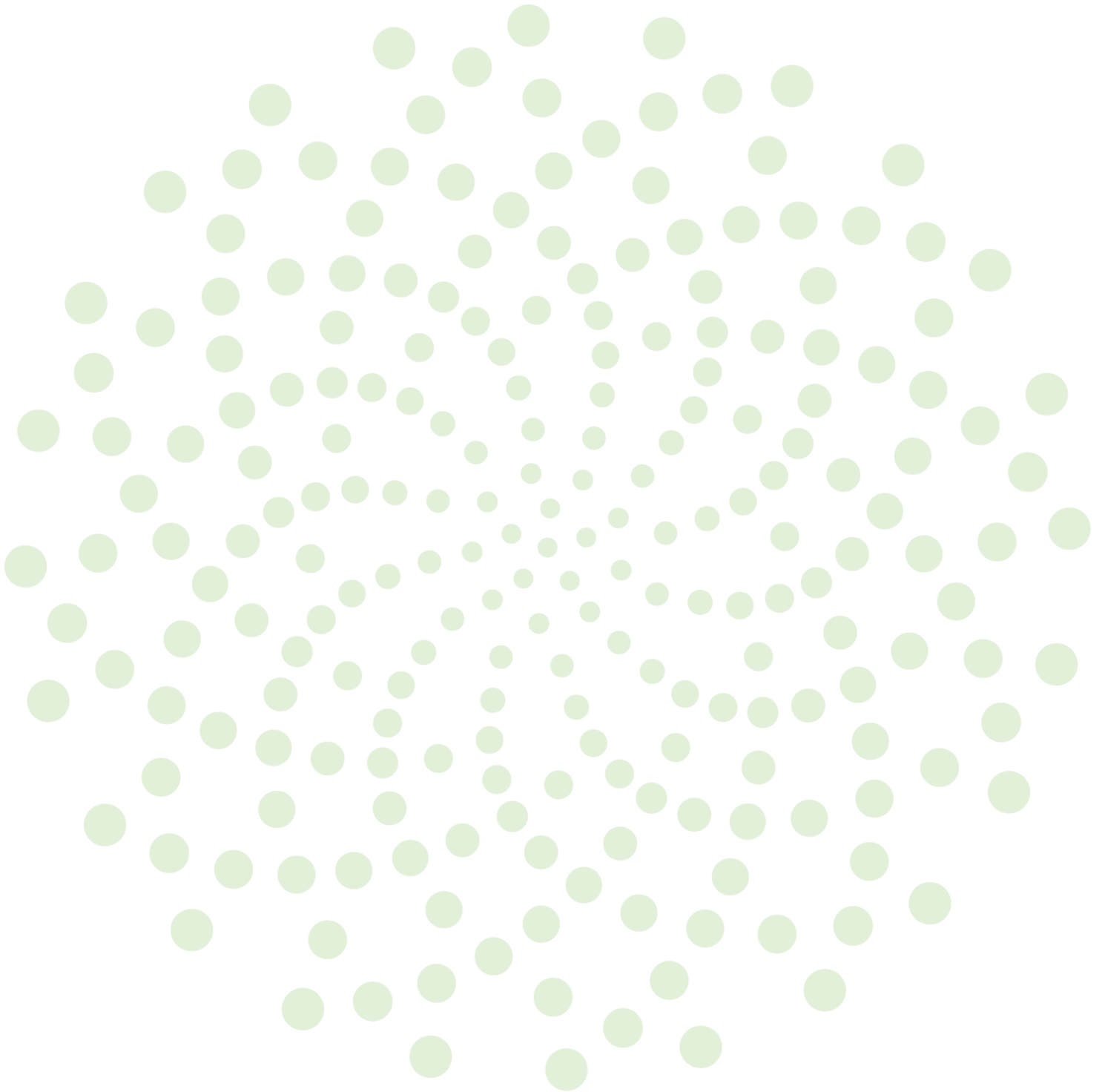
Med uforandret fyllingstidspunkt er det ikke sannsynlig med endringer i produksjonen av de fleste av dagens viktigste næringsdyr for ørret; planktoniske krepsdyr (*Bythotrephes longimanus*, *Holopedium gibberum*, *Daphnia sp.*), halvplanktoniske krepsdyr (linsekreps, skjoldkreps), eller tilgang på overflateinsekter. Unntaket er marflo, større insektlarver og snegl. Disse vil sannsynligvis få ytterligere redusert betydning for fisk fra dagens allerede lave bidrag. Det er sannsynlig at marflo bare vil ha ytterst marginal betydning for ørret med senkningsalternativet 2,1 m som innebærer økt reguleringshøyde fra 4,0 m til 6,1 m.

- Ørretbestand.

Det er sannsynlig at produksjonen av ørret vil bli noe under dagens nivå, med størst reduksjon ved det største senkningsalternativet. Endringene må likevel betraktes som små. Dette er basert på at næringstilbudet i dag er næringsdyr som i all hovedsak også opprettholder produksjonen ved en reguleringshøyde på 6,1 m. Unntaket er som nevnt marflo, større insektlarver og snegl i strandsonen som allerede må betraktes som betydelig reguleringsskadet pga. dagens regulering, og som i dag utgjør en relativt liten andel av ørretens diett.

Det avgjørende for produksjon av ørret vil være tidlig magasinifylling, sikre dagens siktedyp fra og med isgang og opprettholde fraværet av sik. Innvandring av sik fra det nedenforliggende Kaldfjorden/Sandvatnet må under enhver omstendighet forhindres.

Det anbefales at den overvåkingen av fiskebestanden som er gjort regelmessig i Vinstern siden 1979 fortsetter.



Forord

Denne rapporten er utarbeidet av Naturhistorisk museum ved Universitetet i Oslo etter oppdrag fra Glommens og Laagens brukseierforening (GLB) i forbindelse med planer om å endre reguleringen av Vinstern i Oppland fylke.

Vinstern ble første gang regulert i 1942, med en ytterligere regulering i 1950. Reguleringshøyden er i dag 4,0 m, der det er 1 m heving og 3 m senkning i forhold til naturlig vannstand. GLB har planer om å øke senkningen, og det foreligger fire alternativer for senkning under dagens LRV: 0,6 m, 1,0 m, 1,5 m og 2,1 m.

Utover planer om økt senkning inngår det også plan om ny tunnelgrein med overføring av vann fra Nedre Heimdalsvatn og direkte til Vinstern, og med installasjon av nytt kraftverk i Vinsterdammen i utløpet av Vinstern. GLB angir at det sannsynligvis ikke skjer endringer i manøvreringen av Vinstern, og at Vinstern fylles opp på samme tid som under dagens forhold.

Vinstern er grunn og med god bestand av ørret som er gjenstand for beskatning med garn og sportsfiskeredskap. Bestanden er undersøkt over en årrekke av Fylkesmannens miljøvernavdeling og av Norsk institutt for naturforskning (NINA). Det har de siste 20-30 årene vært en positiv bestandsutvikling der fangst pr. innsats og ørretens vekst har økt betydelig.

Den foreliggende rapport angir mulige virkninger på ørretbestanden som følge av økt senkning, på bunndyr og fisk. Det er ikke foretatt eget prøvefiske ifb med foreliggende undersøkelse, og her baseres vurderingene på tidligere rapporter.

Miljørådgiver Trond Taugbøl (GLB) har bidratt med tekniske opplysninger og ikke minst kartverk for å belyse tørrlagte arealer ved de ulike senkningsalternativene. Forsker Trygve Hesthagen (NINA) og prosjektleder Gaute Thomassen ved Fylkesmannen miljøvernavdeling har gitt informasjon om ørretens utvikling og næringsopptak. Alle tre takkes for å ha gitt verdifull informasjon.

Oslo 20.1.2015


Åge Brabrand



INNHOOLD

1. INNLEDNING	10
2. PROBLEMSTILLING	10
3. MANDAT	12
4. METODER.....	13
4.1. VANNKJEMI.....	13
4.2. BUNNDYR	14
5. RESULTATER OG DISKUSJON	15
5.1. VANNKJEMI.....	15
5.2. BUNNDYR	17
6. KOMMENTARER.....	20
6.1. PLANENE	20
6.2. BUNNDYR	22
6.3. FISK OG FISKEPRODUKSJON.....	23
7. LITTERATUR	25
8. VEDLEGG	28

1. Innledning

Vinstern ligger i østlige og sentrale deler av Oppland, med størstedelen i Øystre Slidre statsallmenning. Et lite område lengst vest tilhører Vang kommune, Melby sameige eier de nordøstlige deler, mens Øvre Bjønnehølen (150 hektar) ved utløpet er privat. Vinstern ble første gang regulert i 1942, med en ytterligere regulering i 1950. Reguleringshøyden er nå 4,0 m, der det er 1 m heving og 3 m senkning i forhold til naturlig vannstand.

Arealet ved naturlig vannstand var 2670 hektar, mens arealet ved laveste (kote LRV=1027,73) og høyeste regulerte vannstand (kote HRV=1031,73) er henholdsvis 2276,4 og 2769,9 hektar. Vinstern er en relativt grunn innsjø med store områder på 10-20 m's dyp. Magasinet er dypest i vestre deler hvor det er målt 37 m (Hålmoen 1980).

Opprinnelig var ørret eneste fiskeart, men tidlig på 1980-tallet ble det påvist ørekyt i Vinstern. I de nedenforliggende Vinstervatna, inklusive Kaldfjorden, finnes ørret, ørekyt og sik. Det foreligger fiskeribiologiske undersøkelser fra Vinstern som dokumenterer fangstutbytte og total beskatning fra 1979 til 2012 (Fylkesmannens miljøvernnavdeling 2012). Hesthagen & Johnsen (2006) undersøkte ørretens næringsopptak fra 1989 til 2003, og ulike vekstparametre fra 1986 til 2003. Det har i denne perioden vært en positiv bestandsutvikling der ørretens vekst har økt betydelig. Fangst pr. innsats har også økt. Skjoldkreps er et viktig næringsdyr i Vinstern, og årlig fangstutbytte for perioden 1979-2004 er 1,29 kg/ha. I tillegg observeres marflo i små mengder i mageinnholdet, og også linsekreps. Hesthagen & Johnsen (2006) angir en fordobling i antall og en tredobling av fangstutbyttet av ørret i form av vekt i 2003 sammenliknet med tidlig på 1980-tallet. Dette settes i forbindelse med endring i beskatning (økt maskevidde fra 35 mm til 39 mm) og endret utsetting. Vinstern ble sist prøvefisket i august 2013 av Fylkesmannen i Oppland (Thomassen m. medarb. 2014).

Det foregår naturlig rekruttering i flere av de mange innløpsbekkene. Den naturlige rekrutteringen angis som rimelig god, men er trolig variabel fordi mange av bekkene er små. Det er lagt til rette for å øke rekrutteringen i enkelte av bekkene. Utover den naturlige rekrutteringen har det vært omfattende utsettinger (primært 0+) i Vinstern i perioden 1962 til 1997 (Hesthagen et al. 2010).

Etter 1997 ble det foretatt midlertidig stans i utsettingene fordi utsettingene som var basert på ensomrig ørret ga lite bidrag til den fangbare delen av bestanden (Hesthagen og Gran 1997). Fra og med 2009 ble pålegget endret til utsetting av 10.000 ettåringer (10-13 cm) og 5.000 toåringer (20-24 cm). Evaluering viste betydelig større tilslag/ gjenfangst for de største, og pålegget ble deretter endret til 10.000 toåringer (20-24 cm) gjeldende f.o.m. 2015 (Fylkesmannen 2015, pers. medd.).

2. Problemstilling

Glommens og Laagens Brukseierforening (GLB) har planer om å øke senkningen av Vinstern, og det foreligger fire alternativer for senkning under dagens LRV: 0,6 m, 1,0 m, 1,5 m og opprinnelig 2,0 m, det siste alternativet senere endret til 2,1 m.

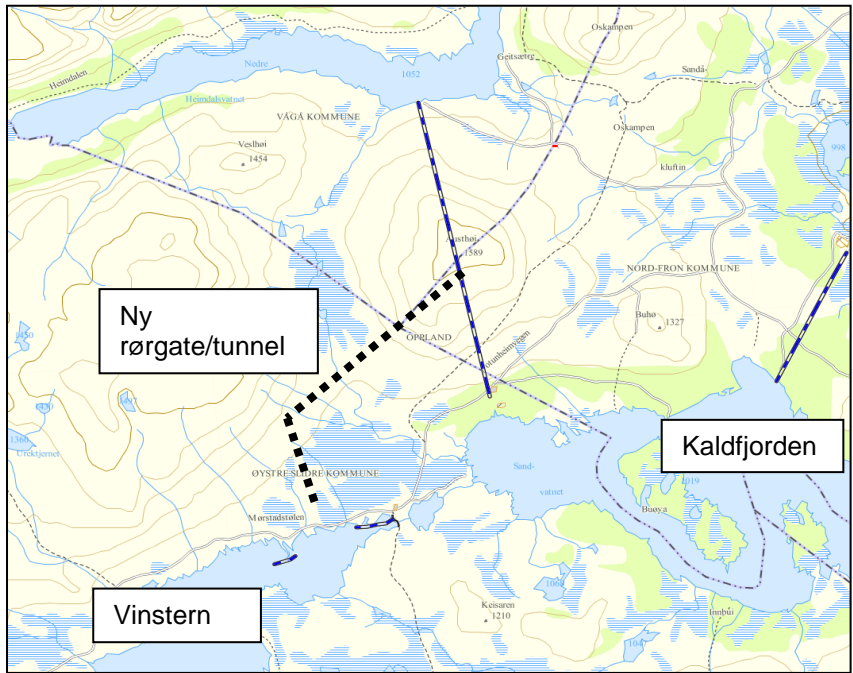


Fig. 1. Ny planlagt rørgate/tunnelgrein fra tunnel mellom Nedre Heimdalsvatn til Kaldfjorden gir mulig for tapping av vann fra Heimdalsvatn til Vinstern (Kart fra Notat GLB, datert 2011).

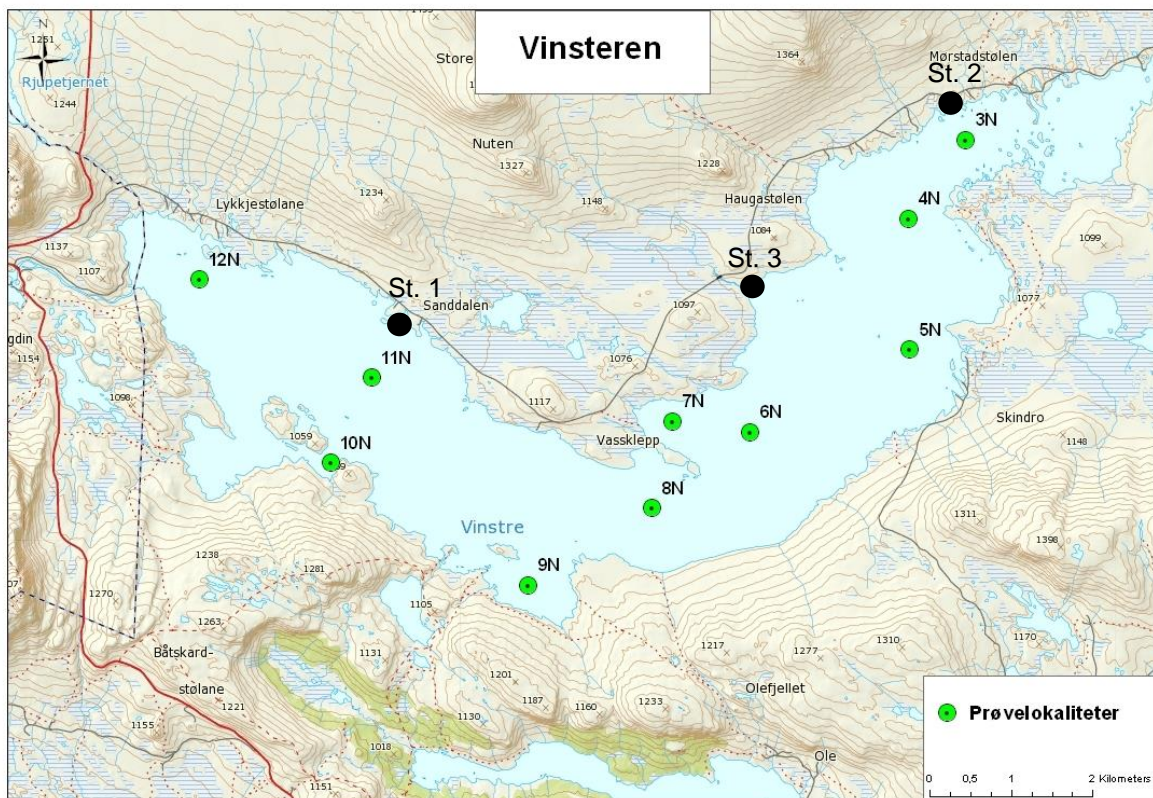


Fig. 2. Vinstern med kart over stasjoner for innsamling av bunndyr (st.1-st.3) og måling av vannkjemiske parametre (st.3N-st.12N).

I de nye planene inngår også ny tunnelgrein til Vinstern fra dagens tunnel fra Nedre Heimdalsvatn til Kaldfjorden (Fig. 1). Dette innebærer at det tappes vann fra Nedre Heimdalsvatn direkte til Vinstern i stedet for til Kaldfjorden. Det gamle tunnel-løpet fra forgreiningspunktet og ut til Kaldfjorden støpes igjen. I tillegg planlegges installasjon av et nytt kraftverk i Vinsterdammen i utløpet av Vinstern. GLB angir det som sannsynlig at det ikke skjer endringer i fyllingstidspunktet av Vinstern, og at Vinstern fylles opp på samme tid som under dagens situasjon. Samtidig angis at Kaldfjorden kan få noe senere fylling.

Det er en viktig forutsetning for de fiskerifaglige vurderingene at dagens tidspunkt for fylling opprettholdes og at tilførsel fra innløpselver/bekker fra nord og nordvest (Valdresflya, nordre Rjupen m. fl.) ikke endres. De mange bekkene fra nord og nordvest vil være vanntilførsel til grunne områder i reguleringssonen gjennom vinteren når det foregår nedtapping av magasinet. Samtidig er det betydelig vanntilførsel fra Byggin om vinteren når dette magasinet tappes ned.

Senkning utover LRV vil føre til tørrlegging av «nye» arealer på ettervinteren. Vinstern er stedvis relativt grunn og tørrlegging vil derfor berøre relativt store arealer (Tabell 1), der fisk kan tenkes å bli stengt inne i avsnørte vannansamlinger, og/eller stedvis også i små vannvolumer med dårlige oksygenforhold mellom bunnen og underkant av isen på ettervinteren.

3. Mandat

I mail datert 16.10.2013 angir GLB ønske om en konsekvensvurdering av overføringen av vann fra Nedre Heimdalsvatn til Vinstern og med ytterligere senkning av Vinstern under dagens LRV med inntil 2,0 m (senere 2,1 m) mht. bunndyr og fisk. Følgende ønskes vurdert:

- Bunndyr som eget kvalitetselement
- Bunndyr som næring for fisk, og derigjennom også virkning på fisk
- Oksygenforholdene, og derigjennom også virkning på bunndyr og fisk

GLB hadde da foretatt foreløpige beregninger av tørrlagt areal ved ulike senkningsalternativer under LRV, men har i løpet av høsten 2014 utarbeidet mer nøyaktig kartlegging av dette.

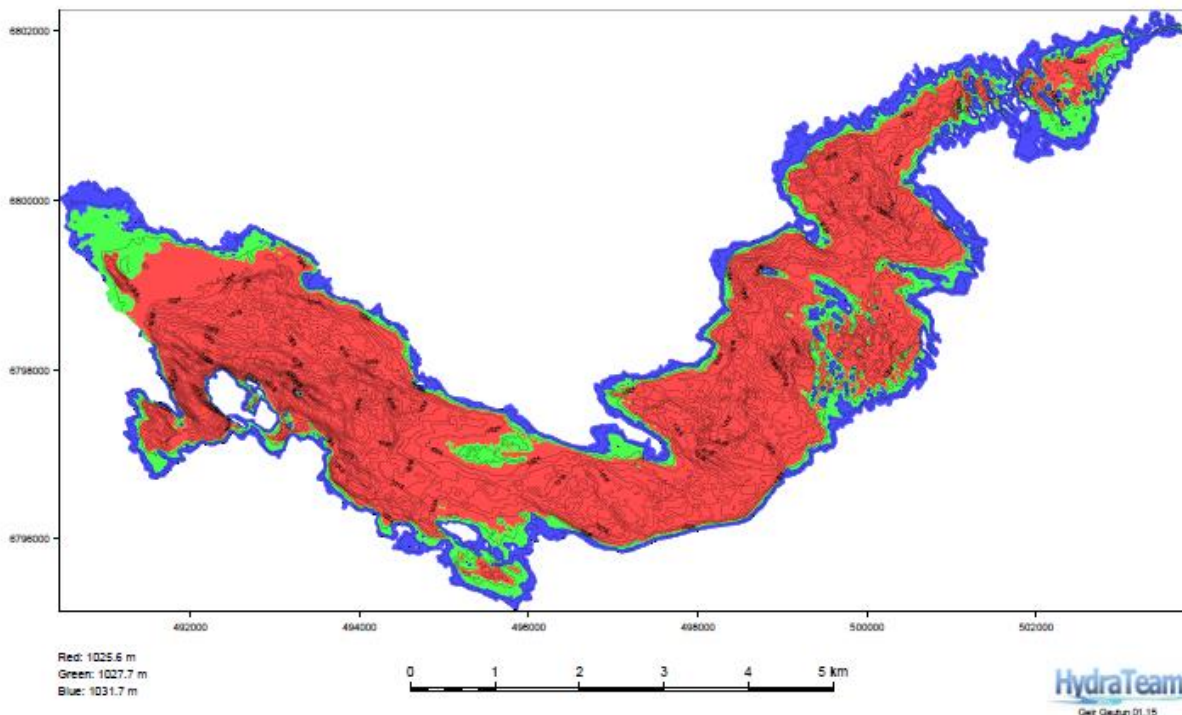


Fig. 3. Dybdekart over Vinstern. **Rødt:** Vanndekket areal ved kote 1025,6 som er 2,1 m under dagens LRV. **Grønt og rødt:** Vanndekket ved dagens LRV, kote 1027,7. **Blått, grønt og rødt:** Vanndekket ved HRV kote 1031,7. Kilde: GLB/Hydrateam.

Bunndyr som næring for fisk er vurdert på grunnlag av tidligere fiske- og diettdata, inkludert de som er gjennomført sommeren 2013 av «Bedre bruk av regulerte vassdrag i Oppland». Det må angis at bunndyr som eget kvalitetselement knyttet til vassdragsreguleringer som inngrep er lite konkret utformet i Vanddirektivet (Veileder 2009), men antatt virkning på bunndyr vil inngå i vurderingene.

Tabell 1. Innsjøareal ved dagens HRV og LRV, og arealer ved tre alternative nedtappinger lavere enn LRV. Kilde: GLB/Hydrateam 2014

	Kote (m)	Vanndekket areal (m ²)	Tørrlagt areal (m ²)
HRV	1031,73	27 699 775	
LRV	1027,73	22 764 150	4 935 625
1,0 m under LRV	1026,73	20 937 475	6 762 300
1,5 m under LRV	1026,23	20 038 875	7 660 900
2,1 m under LRV	1025,63	18 852 125	8 847 650

4. Metoder

4.1. Vannkjemi

Vannkjemiske parametre ble målt på 9 stasjoner i Vinstern (St.3N-St.12N), se Fig. 2. Det ble brukt en multisonde (SEBA) for å måle pH, oksygen, konduktivitet, turbiditet, redox, og temperatur *in situ* (Tabell 2). På hver stasjon ble de angitte parametre målt fra rett under isen og for hver meter ned til bunnen eller svært nær bunnen, og det ble lagt vekt på å dekke både

grunne og relativt sett dype områder av Vinstern. I tillegg til målinger med sonde *in situ*, ble det tatt vannprøver fra utløpet av Vinstern, samt av overflatevannet ved stasjon 4N, 9N, 11N og 12N. Disse vannprøvene ble analysert optisk for å beregne organisk materialet (mg C/l).

Tabell 2. Koordinater (GCS_WGS_1984, Dato: D_WGS_1984, Prime Meridian: Greenwich, Angular Unit: Degree) for 10 stasjoner og målte vannkjemiske parametre i Vinstern i april 2014.

St.	UTM_N	UTM_O	Temp	kond mS/cm	Dyp	pH	O ₂ mg/L	O ₂ metn. %	Redox mV	Turbiditet NTU
3N	61,34433100	9,01571900	x	x	x	x	x	x	x	x
4N	61,33569000	9,00270900	x	x	x	x	x	x	x	x
5N	61,32126600	9,00290700	x	x	x	x	x	x	x	x
6N	61,31216100	8,96631500	x	x	x	x	x	x	x	x
7N	61,31333400	8,94859300	x	x	x	x	x	x	x	x
8N	61,30380600	8,94385600	x	x	x	x	x	x	x	x
9N	61,29526700	8,91549500	x	x	x	x	x	x	x	x
10N	61,30873600	8,87035800	x	x	x	x	x	x	x	x
11N	61,31809300	8,87957500	x	x	x	x	x	x	x	x
12N	61,32889200	8,84001000	x	x	x	x	x	x	x	x

4.1. Bunndyr

Bunnprøvene ble tatt fra 3 områder (se Fig. 2, Tabell 3), og fra hvert område ble det tatt 3 prøver, dvs. til sammen 9 prøver. Fra hvert av de tre områdene ble det forsøkt å ta prøver med substrat dominert av stein, sand og mudder med og uten vegetasjon der det var mulig. Prøvene ble tatt 27. september 2013 ved fullt magasin, dvs. øverst i reguleringssonen.

Til innsamling ble den såkalte sparkemetoden benyttet (modifisert etter Hynes 1961, Frost et al. 1971). Det ble anvendt en håv, maskevidde 0,45 mm, med åpning 30 x 30 cm montert på et skaft. Ved innsamling i strandsonen ble substratet rotet opp med foten, og dyr, planter og organisk materiale tatt med håven. Alle prøvene ble fiksert med etanol i felt. Bunndyrene ble plukket ut, sortert og de fleste hovedgruppene ble bestemt til slekt/familie/orden i laboratoriet.

Tabell 3. Koordinater (EUREF 89 UTM32) for 3 stasjoner for innsamling av strandlevende bunndyr i Vinstern i september 2013.

St.	UTM32N	UTM32Ø
1	6798973	493970
2	6801222	500277
3	6799358	498165

I tillegg til typiske bunndyr ble det tatt en del halvplanktoniske og planktoniske arter. Disse ble talt opp og artsbestemt.

I forbindelse med måling av vannkjemiske parametre på isen ble det forsøkt å ta opp sedimenter fra bunnen, områder som ville være permanent vanddekket, men dette lyktes ikke pga. svært løse sedimenter.

5. Resultater og diskusjon

5.1. Vannkjemi

Innhold av løst oksygen på de 10 undersøkte stasjonene på etterm vinteren 2014 viste i all hovedsak høyt innhold av oksygen (se Fig. 4-5). Ingen stasjoner viste oksygensvinn i de øvre og midtre vannlag, selv ikke der det var grunt. Her var det stort sett nær 10 mg/L O₂, og det var bare «lave» til «moderat lave» verdier på få stasjoner helt nær bunnen (st. 8N, 9N og 10N).

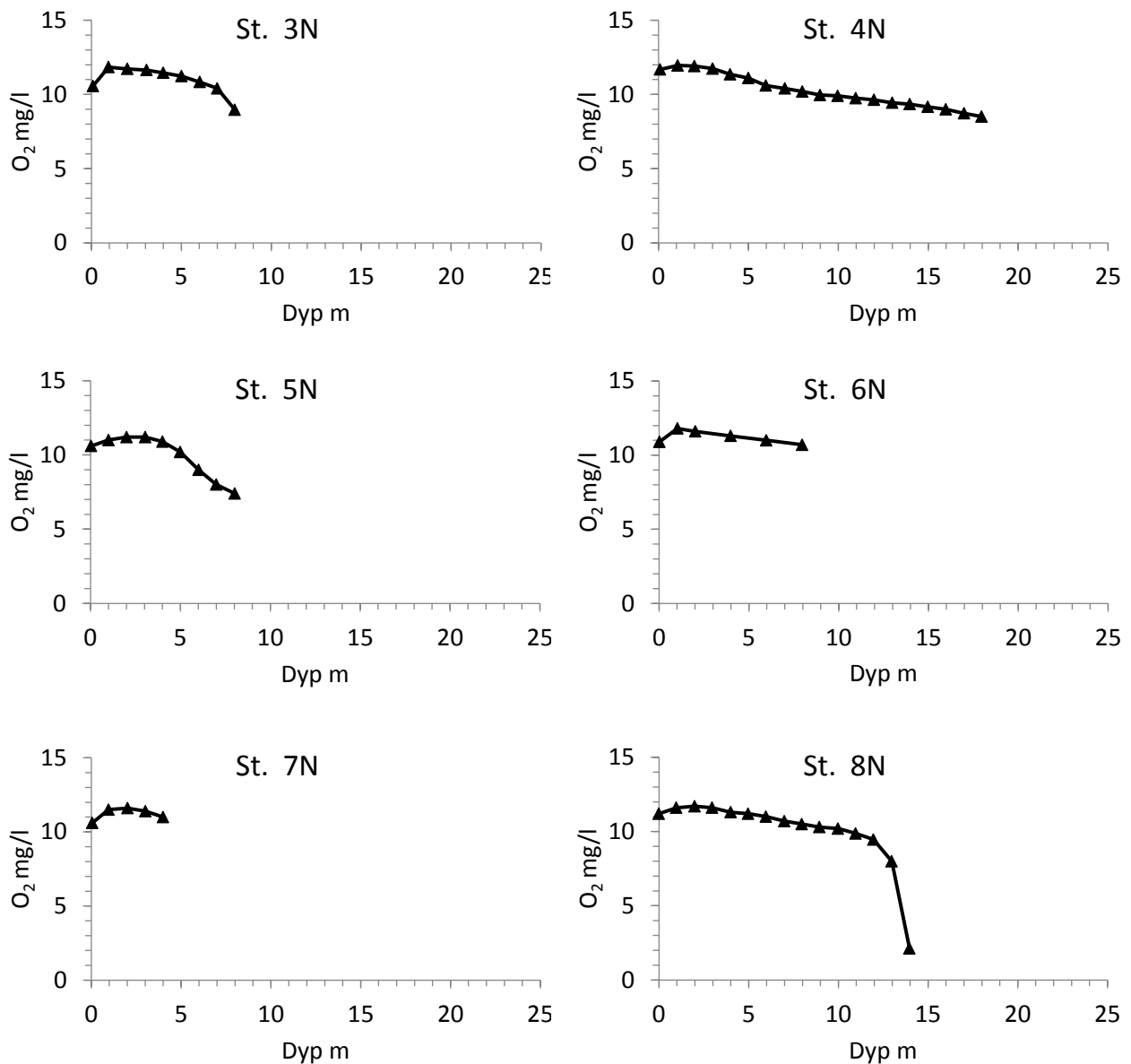


Fig. 4. Oppløst oksygen (mg/L) på 6 stasjoner målt in situ på etterm vinteren under isen i april 2014.

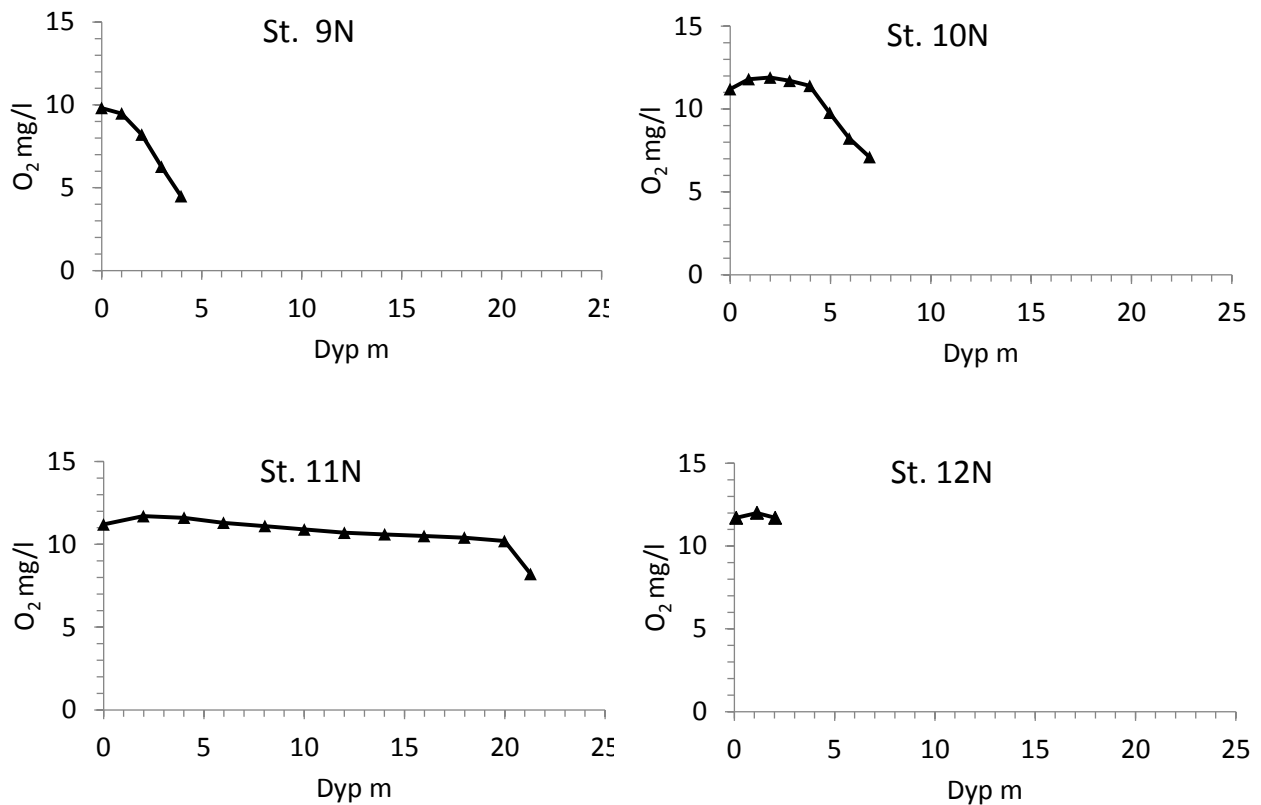


Fig. 5. Oppløst oksygen (mg/L) på 4 stasjoner målt in situ på ettervinteren under isen i april 2014.

Dersom vi setter en nedre tålegrense for ørret til ca 2,0 mg/L, ser vi av målingene i 2014 at overlevelsesforholdene for fisk i Vinstern er gode mht. oksygen i perioden på ettervinteren da det er antatt at oksygenverdiene er lavest. Det er også vanskelig å se for seg oksygen som en begrensende faktor for de fleste arter bunndyr.

Det er tidligere foretatt oksygenmålinger under isen i Våsjøen på ettervinteren (Brabrand m. medarb. 2012). Dette magasinet er også grunt, og med store arealer tørrlagt på ettervinteren. I motsetning til i Vinstern var det her betydelig oksygenvinn, med lavere innhold av oksygen enn tålegrensen for ørret fra bunnen og helt opp til isen, og kun små områder hadde levelige forhold for fisk. Bunnen besto her mye av delvis nedbrutt organisk materiale. Under slike forhold vil tilførselsbekker og tilsig fra nedbørfeltet være av stor betydning for oksygenforholdene, og i Våsjøen var det også lavest oksygeninnhold i de magasinbassengene som lå lengst fra, eller ikke hadde innløpsbekker.

Det kan spekuleres på årsaken til de høye oksygenverdiene i Vinstern og ikke minst kontrasten til Våsjøen utover at gjennomstrømningen er forskjellig. En faktor kan være mer høyfjellspreget og derfor trolig mindre innhold av organisk materiale i bunnmaterialet i Vinstern (ref. Øvre Heimdalsvatn: Kloster & Hongve 1978), eller at dette er mer nedbrutt når det sedimenterer under LRV. Mer vindeksponering og store grunne områder vil gi resuspensjon og

nedbryting før «endelig» sedimentering. Da vil forbruket av oksygen bli redusert gjennom vinteren.

I Melsjøen i Mesnavassdraget er det også betydelig senkning i forhold til innsjøens dybde. Reguleringshøyden er på 3,0 m, og på tross av store grunne områder er det ikke dekning for å hevde at senkningen her fører til dødelighet hos ørret og voksen sik. Det er jevne årsklasser til stede hos ørret (Thomassen & Ebne 2011), men en viss dødelighet på rogn hos sik kan ikke utelukkes.

Vinstern har et betydelig antall innløpsbekker med forskjellig opphav, spesielt fra nord og nordvest, bl.a. fra Rjupen (1210 m o.h.) og fra flere større innsjøliknende dammer på Valdresflya (Fisketjern: 1330 m o.h.), og små innsjøer som Sandalstjern (1038 m o.h.) på nær samme kotehøyde som Vinstern. Disse småbekkene vil gi tilførsel av vann inn i Vinstern gjennom hele vinterperioden på en annen måte enn tappingen fra Bygdin. De vil renne gjennom grunne områder, dvs. de som først tørrlegges ved senkning, og det er sannsynlig at dette reduserer arealet eller volumet av vann med redusert oksygeninnhold. Selv om dette ikke er godt undersøkt, vil det reduserte oksygeninnholdet i dypområdet på st. 8N (midt i bassenget) og på st. 9N og 10N (sydlig område av Vinstern) kunne indikere positiv påvirkning av tilførselsbekker i grunnere områder som får vann fra nordsiden, mens gode oksygenforhold som registreres på st. 12 og 11 kan være forårsaket av tapping fra Bygdin.

Det kan derfor spekuleres på om de grunne områdene mot nord, med innløpsbekker, og de dype områdene representert ved st. 8N, av den grunn ikke vil få dårligere O₂ forhold ved senkning under dagens LRV. Grunnere områder uten tilløpsbekker i sør, representert ved st. 9N og st. 10N vil imidlertid kunne få reduserte O₂ konsentrasjoner når vannvolumet blir mindre. Det er lite sannsynlig at dette gir dødelighet for fisk med mindre det er snakk om helt innestengte vannvolumer.

5.2. Bunndyr

Forekomst av hovedgrupper av bunndyr i strandsonen ved HRV innsamlet 27. sept. 2013 er vist i Fig. 6. De dominerende hovedgruppene er typiske for reguleringsmagasiner, der tovinger (primært fjærmygg), fåbørstemark og krepsdyr er de tre viktigste gruppene. Blant tovinger og fåbørstemark er det flere arter som kan leve i fuktige områder, mens flere arter bunnlevende krepsdyr (linsekreps og andre) kan overleve som egg i tørrlagt reguleringssoner og ha flere generasjoner gjennom vår, sommer og høst når vannstanden er høy.

Dette er hovedbildet på de tre stasjonene og innen hver stasjon der det er forsøkt å dekke ulikt substrat. Tettheten varierer betydelig (Fig. 7), der antall dyr pr. prøve er et uttrykk for tetthet.

Krepsdyr er en viktig næringsdyrgruppe for fisk, og sammensetningen av krepsdyr er vist i Fig. 8. Her er alle kategorier krepsdyr tatt med. Små arter fra familien Chydoridae dominerer og her inngår også juvenile stadier av linsekreps (*Eurycercus lamellatus*). Det ble påvist tre grupper av hoppekreps (Copepoda) foruten de helt planktoniske artene gelékreps (*Holopedium gibberum*), *Daphnia* sp., og *Bosmina* sp.

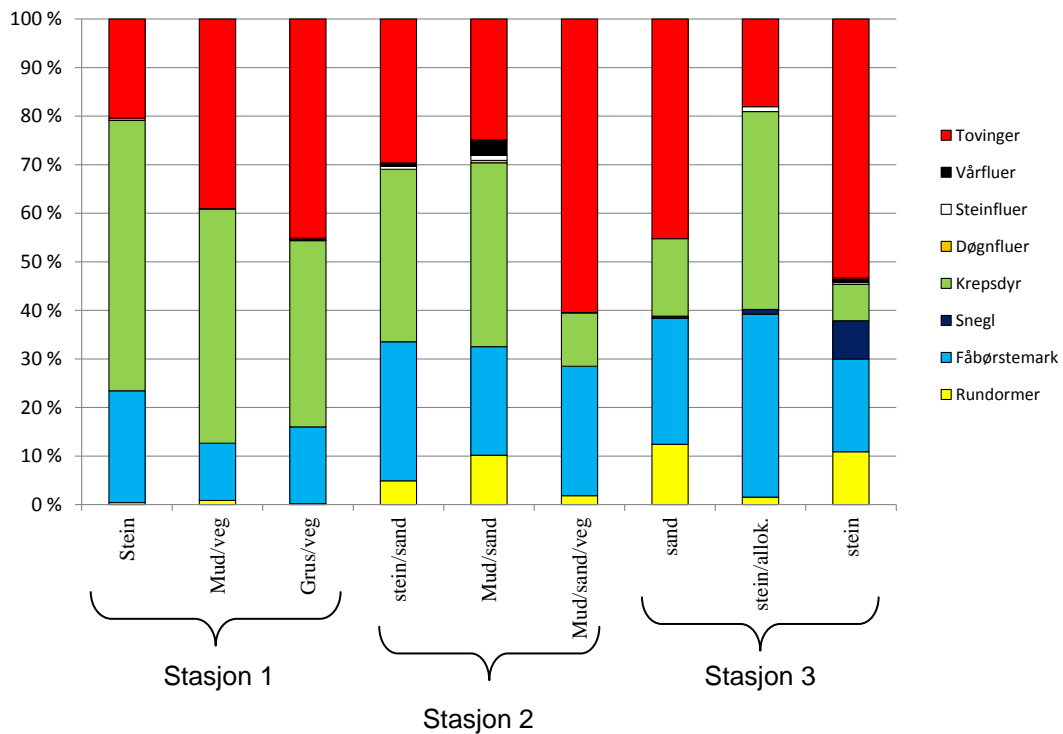


Fig. 6. Prosentvis sammensetning av hovedgrupper av bunndyr (basert på antall) på tre stasjoner i strandsonen i Vinstern samlet inn ved HRV i september 2013. Det er ikke tatt med help planktoniske krepsdyr.

Den svært viktige bunnlevende marfloen (*Gammarus lacustris*) ble funnet med ett individ på st. 3 (steinet substrat). Marflo er både reguleringsfølsom og det er vanligvis lav forekomst av marflo i magasiner der regulerings høyden er større enn 6-7 m. Den blir også lett nedbeitet der det er høy fisketetthet. Den kan sannsynligvis overleve i reguleringssonen der det er dammer som ikke bunnfryser, og grunne områder i reguleringssonen med tilførselsbekker vil øke muligheten for overlevelse for marflo. Marflo er også funnet i dypere områder, dvs. under reguleringssonen der det er skjul og næring i mudder eller undervannsvegetasjon (Brabrand m. medarb. 2008).

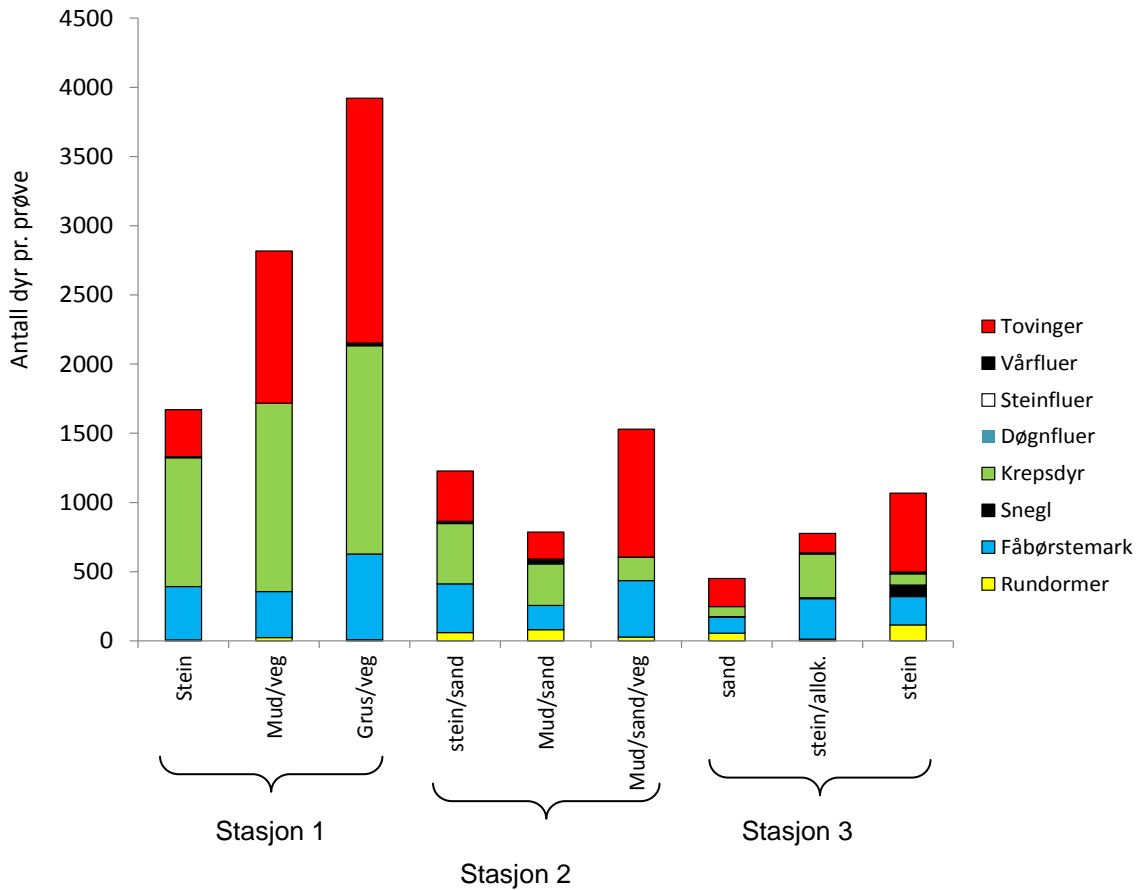


Fig. 7. Antall dyr pr. prøve fordelt på hovedgrupper av bunndyr på tre stasjoner i strandsonen i Vinstern samlet inn ved HRV i september 2013. Det er ikke tatt med planktoniske arter krepserdyr.

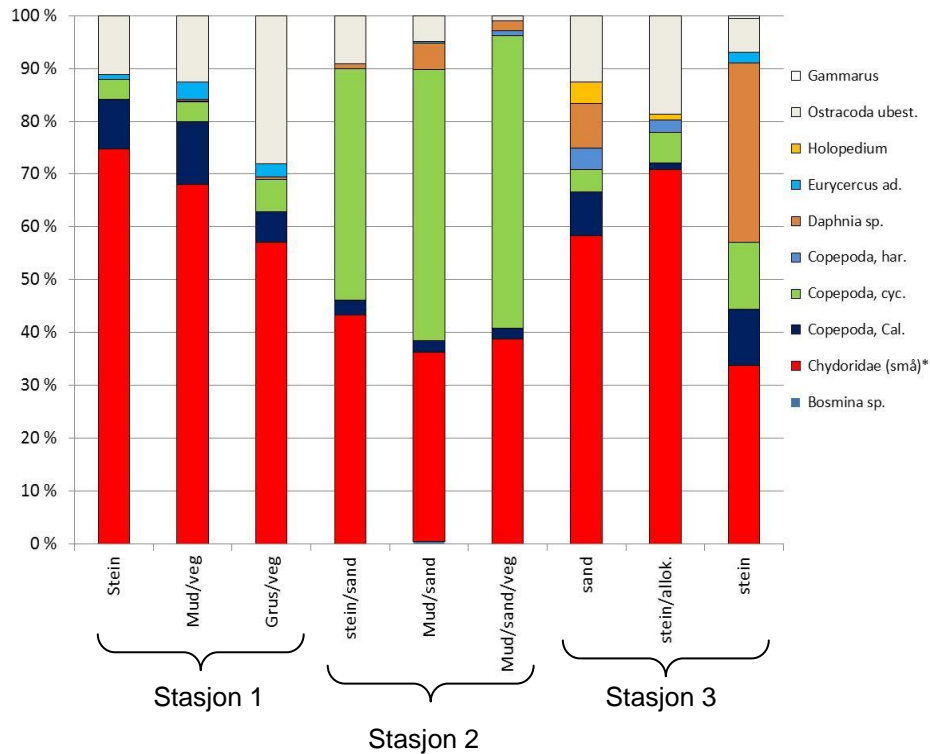


Fig. 8. Prosentvis sammensetning av krepsdyr (basert på antall) funnet på tre stasjoner i strandsonen i Vinsteren samlet inn ved HRV i september 2013. Både typiske planktoniske og bunnlevende arter/grupper er tatt med. * juvenile Eurycercus inngår.

6. Kommentarer

6.1. Planene

Planene innebærer senkning av Vinsteren utover dagens senkning. Det foreligger 4 senkningsalternativer, med henholdsvis: 0,6 m, 1,0 m, 1,5 m og 2,1 m i tillegg til dagens regulering. Reguleringshøyden blir da henholdsvis 4,6 m, 5 m, 5,5 m og 6,1 m, mens reguleringshøyden i dag er 4,0 m.

Utover økt senkning ønsker GLB å etablere ny sidetunnel til Vinsteren fra tunnel som i dag går fra nedre Heimdalsvatn til Kaldfjorden, og med nytt kraftverk i dammen mellom Vinsteren og Kaldfjorden. Den delen av den gamle tunnelen som munner ut i Kaldfjorden støpes igjen slik at det ikke lenger kan tappes vann fra Nedre Heimdalsvatn til Kaldfjorden.

Vannstanden i Vinstern for perioden 2000-2013 viser at magasinet de fleste år fylles opp til kote 1029,5 ca 1. juni og til nær HRV innen 1. juli (se Fig. 9). GLB har registrert dato for islegging og isgang hvert år siden 1967, og Vinstern er vanligvis isfri i første halvdel av juni, med tidligste isgang 30. mai og den seneste 22. juni. Fyllingen de fleste år skjer derfor mens det fortsatt ligger is på magasinet og også til dels snø og is i reguleringssonen. Fyllingen skjer derfor delvis innunder isen i reguleringssonen.

Tidlig fylling (og med fylling under isen) vil oppfylle tre viktige forhold:

- Tidlig vanddekkning gjør at dyr som ligger som egg i reguleringssonen «rekker» å gjennomføre en eller flere generasjoner i løpet av sommersesongen. Skjoldkreps er et krepsdyr som må ha «lang nok» sesong for å gjennomføre livssyklus. Eggene legges på grunt vann, dvs. i reguleringssonen og tåler frost. Med en generasjon i året er det angitt at eggene må vanddekkkes innen ca 10. juli for å rekke å bli kjønnsmoden skjoldkreps og legge egg i løpet av sesongen (Rognerud og Brabrand 2010).
- Fylling under isen som ligger på magasinet vil forhindre bølgeerosjon ved LRV med påfølgende lavt siktedyp, noe som i så fall kan gi forkortet biologisk produksjonssesong. Fravær av bølgeerosjon ved lav vannstand har stor betydning for siktedypet på en tid da planktonsamfunnene skal starte produksjonssesongen. Plankton og halvplanktoniske krepsdyr er viktig for fisk i reguleringsmagasiner der andre viktige og mer reguleringsfølsomme næringsdyr er fåtallige og ikke lenger har stor betydning for fisk. Nær LRV er det vanligvis fint substrat som lett kan øke turbiditeten over store områder, og som derved utsetter produksjonssesongen i de pelagiske vannmassene. I magasiner der pelagiske næringsdyr er viktig næring, vil dette kunne ha katastrofale konsekvenser for produksjonen av fisk. Møsvatn, Pålbufjorden, Mår og Ringedalsmagasinet er eksempler på gamle magasiner som har hatt lavt siktedyp ved vind når vannstanden er lav (Brabrand 2011, Brabrand m. medarb. 2008, Rognerud og Brabrand 2010, Borgstrøm m. medarb. 1991), og med til dels betydelig negative konsekvenser for fisk.

Når det skjer *utvidet senkning* vil nye arealer bli en del av reguleringssonen. Dette vil være arealer som ligger under dagens LRV. Spesielt i gamle magasiner består substratet her vanligvis av svært fine løsmasser og mudder som er sedimentert like under LRV, og som lett virvles opp i vannmassene ved vindeksponering. Det er sannsynlig at dette også gjelder i Vinstern.

- Før magasinfylling vil is som ligger på «land» i selve reguleringssonen gjøre at sonen ikke tørker helt ut og at den beskyttes mot hard frost sent på våren.

GLB angir at manøvreringen av Vinsternmagasinet sannsynligvis blir uforandret, og at selve fyllingsmønsteret blir som under dagens forhold. Dette punktet har stor biologisk betydning, og det anbefales at dagens tidlige fylling av Vinstern ikke endres. Konsekvensen er angitt at det kan skje noe senere fylling av det nedenforliggende Kaldfjorden. Dette ligger utenfor mandatet for rapporten, men bør utredes nærmere.

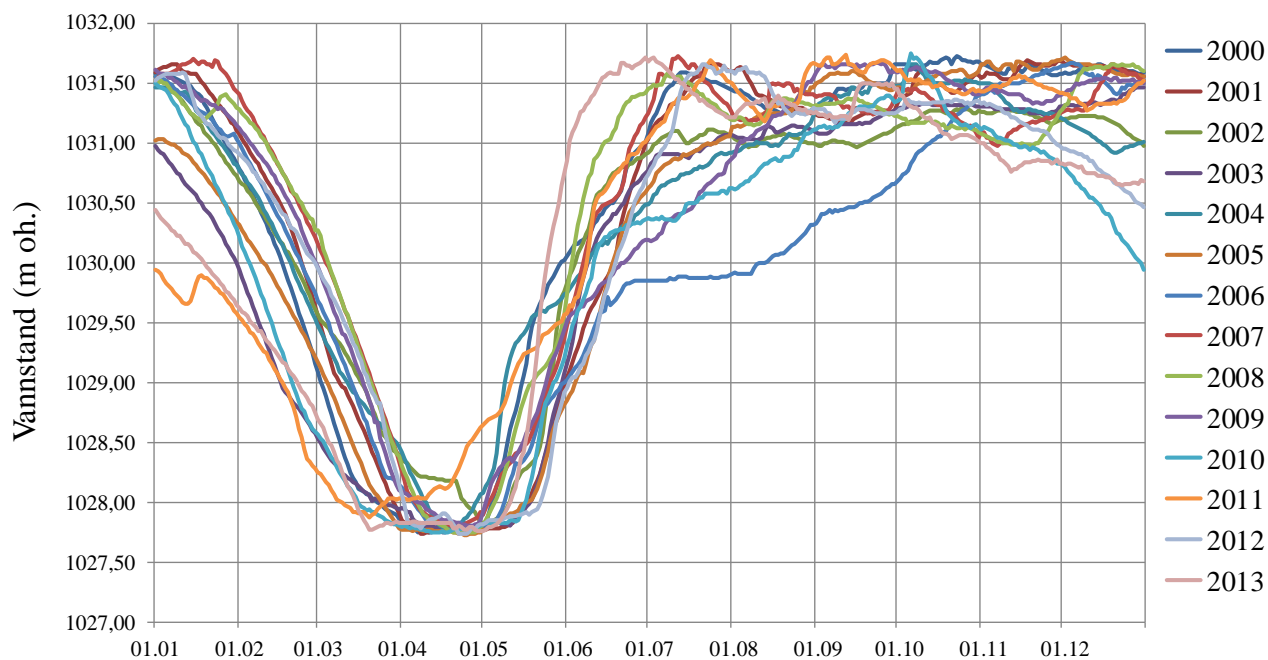


Fig. 9. Vannstand i Vinstern i årene 2000-2013.

6.2. Bunndyr

Bunndyr i reguleringssonen i Vinstern er typisk for gamle magasiner, med arter/grupper som enten overlever i **fuktig sand og mudder**, har egg som tåler **tørke og frost** eller som raskt kan **kolonisere** reguleringssonen når den vanndekkes hver vår/forsommer. Det ble funnet til dels svært lav forekomst av reguleringsfølsomme grupper som døgnfluer, vårfluer og snegl, mens tovinger, fåbørstemark og halvplanktoniske krepsdyr dominerte.

Det må bemerkes at marflo ble funnet med ett individ i en av prøvene, noe som viser at dette viktige krepsdyret er tilstede og kan finnes høyt opp i reguleringssonen. Det blir også regelmessig funnet i mageprøver fra ørret (Hesthagen & Johnsen 2006), noe som viser at dette viktige næringsdyret har en viss betydning for ørret ved dagens reguleringshøyde.

Utover forekomst i mageprøver i ørret fanget i Vinstern er det påvist drift av skjoldkrepsslarver fra Nordre Rjupen og inn i Vinstern 3.7.2007 (Brabrand m. medarb. 2007). Dette tyder på at drift av enkelte bunndyr, inkludert skjoldkrepsslarver, fra det store antall bekker og elver kan ha betydning for bunndyrsamfunnet i Vinstern når det gjelder nykolonisering, dersom disse organismene enkelte år av en eller annen grunn har ugunstige forhold i Vinstern.

Det bunndyrsamfunnet som er observert i september 2013 ved HRV antas å være karakteristisk for hele reguleringssonen, dvs. mellom dagens HRV og LRV, men avhengig av det dominerende substratet. Det foreligger ikke prøver av bunndyr fra Vinstern under dagens LRV, men fra andre gamle magasiner som Pålbufjorden er det dokumentert forekomst av typisk gravende grupper som fåbørstemark, muslinger, fjærmygglarver, foruten lav forekomst

av marflo som kan finnes skjult i substrat av mudder, forutsatt tilstrekkelig oksygen (Brabrand m. medarb. 2008).

Utvidet senkning vil øke arealet på reguleringssonen, og økningen i tørrlagt areal må betegnes som betydelig. Legges beregnet areal til grunn vil reguleringssonen øke fra dagens 4,936 km² (17,8 % av arealet ved HRV og regulerings høyde 4,0 m) til 8,848 km² ved senkningsalternativet 2,1 m under dagens LRV (31,9 % av innsjøarealet ved HRV og 6,1 m regulerings høyde). Det er ikke tatt bunnprøver fra dybdeintervallet mellom dagens LRV og ned til 6,1 m's dyp, men det er sannsynlig at bunnen her består av finere substrat med en del grov stein, og at bunndyrsamfunnet består av en del typiske bløtbunnsgrupper som er relativt lite tilgjengelige som næring for fisk.

Diettanalysene viser at bunndyr i strandsonen bare utgjør en svært liten del av mageinnholdet hos ørret (Hesthagen og Johnsen 2006, Thomassen m. medarb. 2014), noe som er forventet i et gammelt reguleringsmagasin som Vinstern.

6.3. Fisk og fiskeproduksjon

Det bærende elementet for produksjon av ørret i Vinstern vil være produksjon av følgende næringsdyr:

- Planktoniske krepsdyr:
Bythotrephes longimanus, *Holopedium gibberum*, *Daphnia* sp.
- Halvplanktoniske krepsdyr:
Linsekreps (*Eurycercus lamellatus*), skjoldkreps (*Lepidurus arcticus*)
- Bunndyr:
Marflo (*Gammarus lacustris*)
- Overflateinsekter

Dette er de viktigste næringsdyrene for ørret i Vinstern (Aass 1969, Hesthagen og Johnsen 2006, Thomassen m. medarb. 2014), og med unntak av marflo er dette typiske næringsdyr for ørret i gamle reguleringsmagasiner.

Selv om dietten hos ørret i Vinstern varierer fra år til år, vil det være avgjørende for produksjon av ørret med rimelig god kvalitet at produksjonen av disse næringsdyrene opprettholdes på dagens nivå under de eventuelt nye senkningsalternativene.

Det må presiseres at fravær av sik er helt avgjørende for å kunne opprettholde en rimelig god produksjon av ørret i Vinstern. Sik er en mer effektiv planktonspiser enn ørret, og vil i grunne reguleringsmagasiner utgjøre en sterk næringskonkurrent til ørret. Det er sannsynlig at dette også vil gjelde i Vinstern. Den viktigste enkeltfaktoren for å opprettholde produksjonen av ørret er derfor å forhindre innvandring av sik til Vinstern (dagens regulering: 1032-1028 m oh.) fra det nedenforliggende Sandvatn/Kaldfjorden (1019-1013 m oh.), både gjennom anleggsperioden ifb. med nytt kraftverk i Vinsterdammen og gjennom framtidig drift av magasinene.

De nye planene innebærer økt reguleringshøyde gjennom økt senkning, og nye arealer under dagens LRV vil inngå i reguleringssonen. Under forutsetning av at siktedypet opprettholdes som under dagens senkning/manøvrering, dvs. tidlig fylling og det er stabilt høy sommer-vannstand, så er det sannsynlig at de planlagte senkningene ikke vil føre til vesentlige endringer i næringstilbudet fra ¹⁾ planktoniske krepsdyr, ²⁾ halvplanktoniske krepsdyr (linsekreps, skjoldkreps) for ørret, mens det ³⁾ vil være negativt for marflo. Utover marflo vil den sparsomme forekomsten av andre større bunndyr som vårfluer og snegl bli ytterligere redusert ved økt senkning. Marflo og større bunndyr er med dagens reguleringshøyde allerede bare sparsomt til stede i ørretens diett, og den økte senkningen vil ytterligere svekke forekomsten, mest ved det største senkningsalternativet.

Marflo er reguleringsfølsom (Grimås 1962, Aass 1969). Når reguleringshøyden overstiger 5 m blir ifølge Aass (1969) bestanden av marflo for liten til å ha noen betydning som fiskeføde. I Rognerud og Brabrand (2010) er det på grunnlag av et større antall magasiner angitt at marflo er uten betydning som næringsdyr for ørret når reguleringshøyden er mer enn 6 m. I Savalen er det en reguleringshøyde på 4,7 m og marflo utgjør en viktig del av fiskens næringsdyr (Johnsen et al. 2011). I Blåsjøn (Grimås 1962) forsvant marflo ved en ytterligere regulering fra 6 m til 13 m. I Nedre Heimdalsvatn med 2,2 m reguleringshøyde var det høy forekomst (12-60 volumprosent) av marflo i dietten til ørret i 1977 (Saltveit 1978), mens det i Tyin (reg. høyde 10,35 m) (Aass 1969) og i Bygdin (Johnsen 2005, Aass 1969) som tappes ned i Vinstern og med reguleringshøyde 9,15 m ikke er funnet marflo i mageinnholdet hos ørret.

Men det er også funnet marflo i magasiner med relativt stor reguleringshøyde, herunder Pålsbufjorden (reg. høyde 24,5 m, Brabrand m. medarb. 2008) og Fundin (reg. høyde 11,0 m, Johnsen et al. 2013). I disse magasinene er det interessant at marflo ser ut til å innta områder under LRV, og at ørret tatt profundalt og pelagisk her har spist marflo.

I tillegg til reguleringseffekten påvirkes imidlertid forekomsten av en rekke større næringsdyr også av fiskens beiting. Ved tettfiskebestand eller etablering av nye fiskearter, f.eks. ørekyte, kan nedbeiting redusere forekomsten av flere næringsdyr. Det gjelder ikke minst for marflo og skjoldkreps. I det uregulerte Øvre Heimdalsvatn, mens ørekyten ennå var i etableringsfasen i perioden 1969-72, var skjoldkreps og marflo svært viktig næring for ørret (Lien 1978). En liknende undersøkelse utført i tidsrommet 1975-77 viste en nedgang i mengden marflo og skjoldkreps, mens ørekyt da hadde kommet inn i dietten (Lien 1981). Marflo i Øvre Heimdalsvatn er trolig begrenset av ørekyt (Brittain et al. 1988, Borgstrøm et al. 2010, Museth et al. 2010, Borgstrøm et al. 1996). Selv om en rekke undersøkelser fra Øvre Heimdalsvatn (Borgstrøm et al. 2010) viser stor variasjon i marfloa's betydning som næring for ørret, så tyder alt på at nedbeiting fra ørekyt (og ørret) har stor betydning for forekomsten (Bruun 1988, Hasle & Skjølås 1995, Markus & Meland 1997, Hagen & Hagen 2001, Hagen 2003, Bilstad & Bilstad 2006, Hagen 2003).

Det er sannsynlig at etablert bestand av ørekyt i tillegg til reguleringen har påvirket marfloa også i Vinstern. I 1978/79, dvs. før ørekyta etablerte noen særlig tett bestand i Vinstern, men med dagens reguleringshøyde på 4,0 m, var skjoldkreps og marflo ørretens viktigste byttedyr (Aass 1969, Hålimoen 1980). Forekomsten av marflo i dietten hos ørret har i årene 1989-2004 vært relativt begrenset, mens forekomsten av skjoldkreps har dominert og ser ut til å være stabilt høy (Hesthagen og Johnsen 2006). Det kan spekuleres på om forholdene i Vinstern kan

være en fordel for skjoldkreps og linsekreps fordi reproduksjons- og produksjonsarealet for disse er knyttet til grunne arealer, men ikke nødvendigvis til strandsonen. Marflo og ørekyt vil ha et strengere strandnært opphold, noe som kan føre til at marflo i større grad enn skjoldkreps blir nedbeitet av ørekyt. I det sterkt regulerte Stolsmagasinet derimot oppholdt skjoldkrepslarver seg mer strandnært og ble nedbeitet av ørekyte (Borgstrøm et al. 1985).

Det er ikke data som kan belyse forholdet mellom ørekyte, marflo og ørret i Vinstern, utover at *fangstutbytte* av ørret ikke ser ut til å ha endret seg etter at ørekytbestanden er etablert (Taugbøl m.fl. 2002). Mye tyder imidlertid på at forekomsten av marflo i Vinstern er påvirket av etablert bestand av ørekyte, siden Aass (1969) har angitt marflo som et viktig næringsdyr i materiale fra 1965, og likeledes Hålmoen (1980).

Dagens beskjedne forekomst av marflo har sannsynligvis sin hovedutbredelse under LRV, der det er skjul i mudder der det er gode oksygenforhold (som påvist i Fundin og Pålsbufjorden), eller i dammer som blir liggende i reguleringssonen ved nedtapping (Mår: Aass 1969). Det er sannsynlig at en økning i regulerings høyden fra dagens 4,0 m vil redusere bestanden av marflo ytterligere fordi arealene som tørrlegges er betydelige (se Tabell 1). Innstengte dammer med vannspeil vil kunne utgjøre overlevelselsesområder. Arealer av slike dammer er ikke beregnet, men må anses som marginale for marflo i denne sammenheng.

Det er også uklart hvordan ørekytbestanden påvirkes (direkte og indirekte) av en utvidet senkning. Økt senkning gir mindre areal/vannvolum og dette vil føre til at tettheten av ørret og ørekyt i forhold til HRV vil øke 31,9 % (arealbasert) dersom Vinstern senkes 2,1 m under dagens LRV, mens bare 17,8 % ved dagens LRV. Selv om næringsopptaket hos ørret er betydelig redusert om vinteren, kan dette likevel øke predasjonstrykket fra ørret på ørekyt, noe som må anses som positivt både fordi det kan redusere ørekyta og redusere nedbeiting av viktige næringsdyr (Nytrø 2010). På den annen side kan det også øke predasjonen på småørret. Slutteffekten av dette er derfor vanskelig å avgjøre.

7. Litteratur

- Aass, P. 1969. Crustacea, especially *Lepidurus arcticus* Pallas, as brown trout food in Norwegian mountain reservoirs. Inst. Fresh. Res. Rep. *Drottningholm* 49: 183-201
- Aass, P. 1986. Utvidet senkning i regulerte innsjøer – effekt på fisket. *Fauna* 39, 85-91
- Bilstad, A. og Bilstad, B. 2006. Bestandsdynamikk hos ørret (*Salmo trutta*) i Øvre Heimdalsvatn 36 år etter etablering av ørekyt (*Phoxinus phoxinus*). Masteroppgave i skogfag, Institutt for naturforvaltning, Universitetet for Miljø- og Biovitenskap Ås. 51 s.
- Borgstrøm, R. 1973. The effect of increased water level fluctuation upon the brown trout population of Mårvann, a Norwegian reservoir. *Norw. J. Zool.* 21: 101-112.
- Borgstrøm, R. 1997. Skjoldkreps – et arktisk dyr i norske innsjøer. Institutt for biologi og naturforvaltning, Norges Landbrukshøgskole, Fagnytt 4 (9):1-4.
- Borgstrøm, R., Brabrand, A. og Solheim, J.T. 1986. Tilslamming og redusert siktedyp i Ringsdalsmagasinet: virkning på habitatbruk, næringsopptak og kondisjon hos pelagisk aure. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske Oslo 90, 36 s.

- Borgstrøm, R., Garnås, E. and Saltveit, S.J. 1985. Interactions between brown trout, *Salmo trutta* L. and minnow, *Phoxinus phoxinus* (L.) for their common prey, *Lepidurus arcticus* (Pallas). Verh. Internat. Verein. Limnol. 22, 2548-2552
- Borgstrøm, R., Museth, J. & Brittain, J.E. 2010. The brown trout (*Salmo trutta*) in the lake, Øvre Heimdalsvatn: long-term changes in population dynamics due to exploitation and the invasive species, European minnow (*Phoxinus phoxinus*). *Hydrobiol.* 642: 81-91
- Brabrand, Å. 2011. Rekrutteringssvikt hos røye i Møsvatn, Telemark. Mulige årsaker. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo. Rapport nr. 14, 1-28.
- Brabrand, Å., Bremnes, T., Gjemlestad, L.J., Håland, S., Saltveit, S.J. og Pavels, H. 2012. Fiskeribiologisk undersøkelse i Våsjøen i Moksavassdraget, Øyer kommune. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Rapport nr. 19: 35 s.
- Brabrand, Å., Bremnes, T., Saltveit, S.J. og Aass P. 2003. Fiskeribiologiske undersøkelser i Pålsbufjorden. Årsrapport 2002. Rapp. Lab. Ferskvøkol. Innlandsfiske, Universitetets naturhistoriske museer, Oslo, 222, 16s
- Brabrand, Å., Bremnes, T., Saltveit, S.J., Aass, P., Wollebæk, J., Heggenes, J. og Røed, K. 2008. Fiskeribiologiske undersøkelser i Pålsbufjorden. Hovedrapport. Rapp. Lab. Ferskvøkol. Innlandsfiske, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, 260, 75 s.
- Brabrand, Å., Hesthagen, T., Saksgård, R., Borgstrøm, R. og Aass, P. 2007. Bunnlevende krepsdyr i magasiner. Årsrapport Hydrofish, Naturhistorisk museum, 7 s
- Brabrand, Å. og Saltveit, S.J. 1980. Skjoldkreps, *Lepidurus arcticus*, i Volbufjorden 434 m o.h. i Øystre Slidre, Oppland. *Fauna* 33: 105-108
- Brittain, J. 1973. Døgnfluenes funksjon i Økosystemet. *Fauna* 26: 198-206.
- Bruun, P. D. 1988. Populasjonskarakterer og ernæring hos ørret i Øvre Heimdalsvatn i 1985: Effekter av økt populasjonstetthet og introduksjon av ørekyt. Hovedoppgave i zoologi, Universitetet i Oslo: 1–51.
- Frost, S., Huni, A. and Kershaw, W. E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.* 49: 167-173.
- Grimås, U. 1961. The bottom fauna of natural and impounded lakes in northern Sweden. (Ankarvattnet and Blåsjön). *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm* 42: 183-237.
- Grimås, U. 1962. The effect of increased water level fluctuations upon the bottom fauna in Lake Blåsjön, Northern Sweden. *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm* 44: 14-41.
- Hagen, E. 2003. Fiskeetende ørret (*Salmo trutta*) i høyfjellsvannet Øvre Heimdalsvatn; Kannibalisme og predasjon på ørekyt (*Phoxinus phoxinus*). Hovedoppgave i akvatisk Økologi for graden *Candidatum scientiarum*, Institutt for biologi og naturforvaltning, Ås. 57 s.
- Hame, T. og Holen, L. Å. 2001. Aure (*Salmo trutta*) i Øvre Heimdalsvatn; bestandstilhøve og predasjon på ørekyt (*Phoxinus phoxinus*). Hovedoppgave i fiskeforvaltning, Institutt for biologi og naturforvaltning, Norges Landbrukshøgskole, Ås. 1–48 + appendix.
- Hasle, K. og Skjølås, S. 1995. Ørret (*Salmo trutta*) i Øvre Heimdalsvatn – dynamikk og endringer i bestanden etter etablering av ørekyt (*Phoxinus phoxinus*). Hovedoppgave i fiskeforvaltning, Norges Landbrukshøgskole, Ås: 78 s.
- Hesthagen, T. og R. Gran 1997. Effekten av aureutsettinger i Vinsteren-magasinet, Oppland fylke. – NINA Oppdragsmelding 477.
- Hesthagen, T. & Johnsen, S. 2006. Avkastnings- og bestandsforhold hos aure i Vinsteren. Fylkesmannen i Oppland, Miljøvern avdelingen, rapport nr 1/06.
- Hesthagen, T., Johnsen, S. I. & Gran, G. 2010. Effect of supplementary stocking of juvenile brown trout, *Salmo trutta*, on yield in a Norwegian mountain reservoir. *Fisheries Management and Ecology*, 17, 186–191

- Hynes, H. B. N. 1961. The invertebrate fauna of a Welsh mountain stream. *Arch. Hydrobiol.* 57: 344-388.
- Hålmoen, O. 1980b. Rapport fra prøvafiske i Heggefjorden høsten 1980. 14 s. Fylkesmannens miljøvernavdeling 2012.
- Johnsen, S. 2005. Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland - Fagrapport 2004. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapp. nr. 7/05, 62 s.
- Johnsen, S.I., Kraabøl, M., Sandlund, O.T., Rognerud, S., Linløkken, A., Wærvågen, S.B. & Dokk, J.G. 2011. Fiskesamfunnet i Savalen, Alvdal og Tynset kommuner - Betydningen av reguleringsinngrep, beskatning og avbøtende tiltak - NINA Rapport 720. 47 s. + vedlegg.
- Johnsen, S.I., Museth, J., Sandlund, O.T., Rognerud, S. & Dokk, J.G. 2013. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Fundin, Oppdal og Følldal kommuner - NINA Rapport 966. 26 s.
- Kloster, A.E. and Hongve, D. 1978. The post-glacial sediments of lake Øvre Heimdalsvatn. *Holarct. Ecol.* 1: 124-127.
- Lien, L. 1978. The energy budget of the brown trout population of Øvre Heimdalsvatn. *Holarct. Ecol.* 1: 279-300.
- Lien, L. 1981. Biology of the minnow *Phoxinus phoxinus* and its interactions with brown trout *Salmo trutta* in Øvre Heimdalsvatn, Norway. *Holarct. Ecol.* 4: 191-200.
- Markhus, J. og Meland, V. 1997. Dynamikk og avkastningspotensiale hos ørret *Salmo trutta* L. i et høyfjellsvann – effekter av interaksjoner med ørekyt *Phoxinus phoxinus* (L.) Hovedoppgave i fiskeforvaltning, Institutt for biologi og naturforvaltning, Norges Landbrukshøgskole: 1-60 + vedlegg.
- Museth, J., Borgstrøm, R. & Brittain, J.E. 2010. Diet overlap between introduced European minnow, *Phoxinus phoxinus*, and young brown trout (*Salmo trutta*) in the lake Øvre Heimdalsvatn: a result of abundant resources or forced niche overlap? *Hydrobiol.* 642: 93-100.
- Nytrø, T.E. 2010. Ørret *Salmo trutta* i Øvre Heimdalsvatn- en viktig predator på ørekyt *Phoxinus phoxinus* Masteroppgave, institutt for naturforvaltning, Universitetet for Miljø- og Biovitenskap Ås, 34 s.
- Rognerud, S. og Brabrand, Å. 2010. HydroFish-prosjektet: Sluttrapport for undersøkelsene 2007 – 2010. NIVA RAPPORT L.NR. 6082-2010, 74 s
- Saltveit, S.J. 1978. Reguleringsundersøkelser i Nedre Heimdalsvatn. I. Dyreplankton, bunndyr og ernæring hos ørret. Rapp. Lab.Ferskv.Økol.Innlandsfiske, Oslo 34: 9-36.
- Taugbøl, T., Hesthagen, T., Museth, J., Dervo, B. og Andersen, O. 2002. Effekter av ørekytintroduksjoner og utfiskingstiltak – en vurdering av kunnskapsgrunnlaget. NINA Oppdragsmelding 753, 31 s.
- Thomassen, G. og Ebne, I. 2012. Bedre bruk av fiskeressursene i Oppland. Fagrapportnr. 6/12, 93 s.
- Thomassen, G., Norum I. & Linløkken A. 2014. Bedre bruk av fiskeressursene i regulerte vassdrag i Oppland - Fagrapport 2013. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapp. nr. 4/14, 93s

8. Vedlegg

Vedlegg 1

Antall bunndyr pr. sparkeprøve på tre stasjoner i Vinstern (St.1 - St.3).

Vinstern 27. september 2013	St.1			St.2			St.3		
	stein	mudder /veg.	Grus /veg	Stein /sand	Mud /sand	Mud/sand /veg	sand	Stein /allokt.	stein
HYDRA	24	8	48	-	-	4	-	-	-
Rundormer (samlet)	7	24	8	60	80	28	56	12	116
OLIGOCHAETA									
Lumbriculidae	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Ubestemte	385	332	620	352	176	408	116	292	204
Fåbørstemark (samlet)	385	332	620	352	176	408	117	292	204
GASTROPODA									
<i>Gyraulus acronicus</i>	-	-	-	-	-	-	2	8	84
Snegl (samlet)	0	0	0	0	0	0	2	8	84
TARDIGRADA	-	-	-	-	4	-	-	-	-
CRUSTACEA									
<i>Bosmina</i> sp.	-	-	-	-	4	-	-	-	-
Chydoridae ubestemte (små)*	800	1100	980	360	260	160	56	244	64
Copepoda, Calanoida	100	192	100	24	16	8	8	4	20
Copepoda, Cyclopoida	40	60	104	364	372	228	4	20	24
Copepoda, Harpacticoida	-	4	-	-	-	4	4	8	-
<i>Daphnia</i> sp.	-	4	8	8	36	8	8	-	64
<i>Eurycercus lamellatus</i> (store)	10	52	44	-	2	-	-	-	4
<i>Holopedium gibberum</i>	-	-	-	-	-	-	4	4	-
Ostracoda ubestemte	120	204	480	76	36	4	12	64	12
<i>Gammarus lacustris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Krepsdyr (samlet)	930	1360	1504	436	298	168	72	316	80
HYDRACARINA	-	-	-	8	-	-	-	16	20
COLLEMBOLA	-	-	-	8	12	-	-	-	-
EPHEMEROPTERA									
<i>Ameletus inopinatus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Baëtis rhodani</i>	-	-	-	-	4	-	-	-	-
Døgnfluer (samlet)	1	0	0	0	4	0	0	0	0
PLECOPTERA									
<i>Capnia</i> sp.	2	-	4	-	-	-	-	-	-
<i>Nemoura cinerea</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nemoura</i> sp. (små)	3	-	-	8	8	-	-	8	4
Steinfluer (samlet)	6	0	4	8	8	0	0	8	4
TRICHOPTERA									
<i>Agraylea</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Agrypnia</i> sp.	1	-	-	-	1	-	-	-	-
Hydroptilidae ubestemte (små)	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Leptoceridae ubestemte (små)	-	-	16	-	-	-	-	-	-
Limnephilidae ubestemte	-	1	-	8	24	1	-	-	4
Vårfluer (samlet)	1	1	16	8	25	1	0	0	10
DIPTERA									
CERATOPOGONIDAE	-	-	-	12	-	-	-	-	1
CHIRONOMIDAE	335	1100	1770	352	196	924	204	132	568
EMPIDIDAE	-	-	-	-	-	1	-	-	-
EPHYDRIDAE	-	-	-	-	-	-	-	4	-
TIPULIDAE									
<i>Tipula</i> sp.	6	-	-	-	-	-	-	-	-
Ubestemte larver	-	-	-	-	-	-	-	4	-
Tovinger (samlet)	341	1100	1770	364	196	925	204	140	569
OSTEICHTHYES									
<i>Phoxinus phoxinus</i> (0+)	-	-	-	1	2	-	-	-	-

* = trolig mange små

E. lamellatus

Vedlegg 2. Vannkjemiske målinger i Vinstern i april 2014.

St. nr.	Temp.	Led. mS/cm	Dyp (m)	pH	O ₂ mg/L	O ₂ metn. %	Redox mV	Turb. NTU
3N	1,9	0,255	0,08	8,15	10,56	81	361	5,415
	0,04	0,018	0,95	7,84	11,84	88,34	229	2,68
	0,22	0,01	2	7,85	11,72	88,32	246	2,712
	0,55	0,01	3,07	7,79	11,64	88,27	260	0,103
	0,73	0,01	3,99	7,17	11,46	87,35	255	1,567
	0,94	0,01	5,01	7,05	11,23	86,08	255	1,662
	1,01	0,011	6,02	6,92	10,84	83,28	255	2,044
	1,15	0,011	7	6,72	10,41	80,33	288	1,535
	1,66	0,015	7,97	6,53	8,97	70,2	288	1,535
4N	0,45	0,017	0,08	8,03	11,68	88,8	331	8,214
	0,06	0,011	1,07	7,98	11,95	89,3	295	4,366
	0,05	0,01	1,99	7,82	11,91	89	289	1,058
	0,48	0,01	3,01	7,45	11,74	88,5	285	1,757
	0,76	0,01	3,98	7,19	11,36	86,6	283	1,535
	0,94	0,01	5	7,09	11,1	84,7	293	1,471
	1,07	0,01	5,97	6,84	10,6	81,7	293	1,503
	1,15	0,01	7,03	6,63	10,4	79,5	289	1,503
	1,18	0,011	8	6,48	10,2	78,3	294	1,535
	1,19	0,011	8,98	6,6	9,96	76,9	294	1,471
	1,22	0,011	9,96	6,48	9,91	76,1	289	0,135
	1,26	0,011	10,97	6,66	9,75	75,4	294	1,408
	1,29	0,011	11,98	6,39	9,64	74,1	291	1,408
	1,34	0,011	13	6,65	9,44	73,2	290	1,503
	1,39	0,011	13,97	6,8	9,35	72,5	297	1,598
	1,42	0,011	14,98	6,76	9,16	71,2	296	0
	1,48	0,011	15,98	6,44	9	69,4	289	1,535
	1,53	0,011	16,99	6,25	8,73	68,1	291	1,376
	1,66	0,011	17,97	6,07	8,51	66,5	290	1,408
5N	1,11	0,016	0,03	7,23	10,6	81,5	383	4,493
	0,14	0,011	1	7,9	11	82,3	334	2,489
	0,24	0,01	2,01	7,72	11,2	84,4	329	1,885
	0,37	0,01	3,04	7,39	11,2	83,8	320	1,63
	0,76	0,01	4	7,01	10,9	83,1	325	1,439
	1,17	0,012	4,99	6,76	10,2	78,8	325	1,916
	1,57	0,013	6,01	6,25	9	70,3	325	1,503
	1,83	0,013	7	6,5	8	62,9	317	1,916
	2,04	0,014	8,02	6,36	7,4	55,8	320	1045,662

6N	0,73	0,017	0,02	7,79	10,9	84,2	348	4,779
	0,01	0,01	1,02	7,78	11,8	87,6	330	2,139
	0,04	0,01	2,02	7,53	11,6	86,7	320	1,63
	0,55	0,01	3,98	6,89	11,3	85,9	318	1,63
	0,94	0,01	5,97	7	11	84,2	309	1,471
	1,16	0,01	7,97	6,62	10,7	82,4	297	1,503
7N	1,16	0,021	0,05	8,19	10,6	81,4	354	7,61
	0,11	0,012	0,96	8,05	11,5	85,8	324	3,38
	0,17	0,01	2,02	7,85	11,6	86,6	312	1,694
	0,34	0,011	3,01	7,62	11,4	86,1	317	1,821
	0,61	0,011	3,99	7,18	11	83,2	320	1,662
8N	0,59	0,017	0	7,72	11,2	85,1	345	3,793
	0,05	0,011	0,97	7,56	11,6	86,5	305	7,833
	0,01	0,01	2	7,48	11,7	87	313	2,394
	0,21	0,01	2,97	7,23	11,6	86,9	306	3,984
	0,53	0,011	4	7,03	11,3	85,8	306	1,726
	0,76	0,01	4,98	6,91	11,2	85	303	1,535
	0,9	0,01	5,97	6,83	11	84,2	302	1,63
	1,13	0,01	6,99	6,72	10,7	82,4	309	2,33
	1,26	0,01	7,97	6,87	10,5	81	300	1,662
	1,37	0,01	8,95	6,7	10,3	80,2	308	1,429
	1,53	0,01	9,99	6,81	10,2	79,1	305	1,503
	1,67	0,01	10,97	6,54	9,87	77,2	306	0,485
	1,81	0,011	11,96	6,26	9,46	74,3	310	1,503
	2,16	0,017	12,98	6,27	7,99	63,6	308	1,821
	2,91	0,081	13,97	6,99	2,13	17,2	-29	324,662
9N	1,64	0,017	0	6,59	9,81	76,7	347	3,761
	0,12	0,012	1	6,85	9,48	70,9	324	1,789
	1,24	0,012	2,01	6,18	8,2	63,3	312	1,471
	2,36	0,013	2,99	5,95	6,26	49,9	313	1,567
	2,78	0,016	3,97	5,99	4,49	36,2	291	337,662
10N	0,88	0,023	0	6,74	11,2	85,2	305	4,97
	0	0,016	0,92	6,29	11,8	87,7	292	2,139
	0,01	0,012	1,99	6,45	11,9	88,6	299	1,885
	0,09	0,011	2,97	6,43	11,7	87,5	296	1,503
	0,54	0,012	3,97	6,45	11,4	86,7	299	1,662
	1,09	0,013	4,96	5,98	9,77	75,2	298	1,662
	1,42	0,014	5,94	5,8	8,22	63,8	297	2,521
	1,81	0,014	6,95	5,82	7,1	55,8	300	1,98
11N	1,12	0,029	0	4,96	11,2	86,5	403	0,549
	0,26	0,01	1,98	6,16	11,7	87,7	338	1,726
	0,35	0,01	4,01	6,36	11,6	87	327	10,154
	0,69	0,01	5,98	6,45	11,3	85,8	322	14,192

	0,86	0,01	8,04	6,47	11,1	84,6	326	18,362
	0,97	0,01	10,01	6,47	10,9	83,4	325	18,362
	1,04	0,01	12,01	6,45	10,7	82,2	322	12,982
	1,08	0,01	14,01	6,56	10,6	81,6	317	7,26
	1,16	0,01	15,98	6,58	10,5	81,1	310	7,292
	1,24	0,01	17,99	6,48	10,4	80	316	4,429
	1,31	0,01	19,99	6,33	10,2	78,6	312	3,03
	1,48	0,053	21,29	6,86	8,21	63,9	100	
12N	1,11	0,016	0,09	7,37	11,7	90,2	304	13,872
	0,31	0,01	1,13	7,39	12	90,5	287	4,461
	0,76	0,01	2,04	7,2	11,7	89,5	212	692,662

Vedlegg 3. Optiske egenskaper og beregnet DOC konsentrasjon rett under isen i Vinstern ved 5 ulike stasjoner (jf kart i teksten), april 2014.

Stasjon	Optisk transmisjon UV (254 nm)	Optisk transmisjon VIS (410 nm)	Løst organisk karbon (DOC)
0 (Utløp)	0,009	0,002	< 1 mg C/l
4	0,007	0,002	< 1 mg C/l
9	0,023	0,002	< 1 mg C/l
11	0,006	0,001	< 1 mg C/l
12	0,008	0,002	< 1 mg C/l