

Rapport nr. 179

Effekter på bunndyr i Kvina etter regulering – en sammenligning med den uregulerte Lygna

Godtfred Anker Halvorsen

Arne Fjellheim

Arne Johannessen

Torunn Landås



uni Miljø

Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)

LABORATORIUM FOR FERSKVANNSØKOLOGI OG INNLANDSFISKE, LFI UNI MILJØ THORMØHLENSGATE 49b 5006 BERGEN		TELEFON: 55 58 22 28 E-POST: lfi@uni.no	
ISSN NR: ISSN-0801-9576		LFI-RAPPORT NR: 179	
TITTEL: Effekter på bunndyr i Kvina etter regulering		DATO: 2.12.2010	
FORFATTERE: Godtfred Anker Halvorsen Arne Fjellheim Arne Johannessen Torunn Landås		GEOGRAFISK OMRÅDE: Vest-Agder	
Oppdragsgiver: Sira-Kvina kraftselskap		ANTALL SIDER: 33	
<p>UTDRAG: Formålet med prosjektet var å undersøke effekter på bunndyrfaunaen i Kvina etter regulering. Siden det ikke fantes data fra før utbyggingen, ble det bestemt å sammenligne Kvina med den uregulerte Lygna. Det ble også bestemt å utelukkende undersøke faunaen på strykestrekninger.</p> <p>Det ble valgt ut fem kvalitative lokaliteter i hver elv (sparkeprøver). På to av disse ble det også tatt fem kvantitative prøver (Surber-prøver). Prøvene ble samlet inn i mai og tidlig desember i 2009.</p> <p>Forsuringsindeks 1 og 2 indikerte lik forsuringsbelastning i de to elvene, og ASPT – indeksen ga ingen indikasjoner på forskjeller i organisk belastning på de utvalgte lokalitetene.</p> <p>Det var ingen større forskjeller i individtetthet på de kvantitative lokalitetene i de to elvene, men variasjonen i tetthet var større mellom prøvene på begge lokalitetene i Lygna enn den var i Kvina. Dette kan ha sammenheng med et mer heterogent habitat på de kvantitative lokalitetene i Lygna, med blant annet større variasjon i mengden av mose i de enkelte prøvene.</p> <p>Ordinasjonsanalyser av både kvantitative og kvalitative prøver viste at artssammensetningen er svært lik i de to elvene. Vi fant heller ingen signifikante forskjeller i artsrikhet mellom de to elvene.</p> <p>Redusert vannføring og bygging av terskler har uten tvil ført til store forandringer i bunndyrsamfunnet der det før var stryk, og der det nå er sakteflytende eller stillestående vann. Dette aspektet har ikke blitt tatt opp i denne undersøkelsen. På de resterende strykestrekningene finner vi imidlertid ikke store forskjeller i bunndyrfaunaen mellom den regulerte Kvina og den uregulerte Lygna.</p>			
EMNEORD: Regulering, bunndyr, artsrikhet, artssammensetning		SUBJECT ITEMS: Regulated river, macrozoobenthos, species richness, species composition	
FORSIDEFOTO: St. 1 i Kvina (Arne Fjellheim, LFI, Uni Miljø)			

Forord

LFI, Uni Miljø fikk i 2008 i oppdrag av Sira-Kvina kraftselskap å undersøke effekter på bunndyrene i Kvina som følge av reguleringen av Kvina fra 1963. Siden det manglet data om bunndyr fra før utbyggingen, ble det besluttet å sammenligne Kvina med den uregulerte elva Lygna.

Feltarbeidet ble utført i 2009 av Arne Fjellheim og Godtfred A. Halvorsen, mens sortering og artsidentifikasjon ble gjort av Arne Johannessen og Torunn Landås.

LFI, Uni Miljø takker medarbeidere og oppdragsgiver ved Per Øyvind Grimsby for et godt samarbeid.

Bergen, desember 2010

Godtfred Anker Halvorsen
Forsker

Sammendrag

Formålet med prosjektet var å undersøke effekter på bunndyrfaunaen i Kvina etter regulering. Siden det ikke fantes data fra før utbyggingen, ble det bestemt å sammenligne Kvina med den uregulerte Lygna. Det ble også bestemt å utelukkende undersøke faunaen på strykstrekninger.

Det ble valgt ut fem kvalitative lokaliteter i hver elv (sparkeprøver). På to av disse ble det også tatt fem kvantitative prøver (Surber-prøver). Prøvene ble samlet inn i mai og tidlig desember i 2009.

Forsuringsindeks 1 og 2 indikerte lik forsuringsbelastning i de to elvene, og ASPT – indeksen ga ingen indikasjoner på forskjeller i organisk belastning på de utvalgte lokalitetene.

Det var ingen større forskjeller i individtetthet på de kvantitative lokalitetene i de to elvene, men variasjonen i tetthet var større mellom prøvene på begge lokalitetene i Lygna enn den var i Kvina. Dette kan ha sammenheng med et mer heterogent habitat på de kvantitative lokalitetene i Lygna, med blant annet større variasjon i mengden av mose i de enkelte prøvene.

Ordinasjonsanalyser av både kvantitative og kvalitative prøver viste at artssammensetningen er svært lik i de to elvene. Vi fant heller ingen signifikante forskjeller i artsrikhet mellom de to elvene.

Redusert vannføring og bygging av terskler har uten tvil ført til store forandringer forandringer i bunndyrfaunaen der det før var stryk, og der det nå er sakteflytende eller stillestående vann. Dette aspektet har ikke blitt tatt opp i denne undersøkelsen. På de resterende strykstrekningene finner vi imidlertid ikke store forskjeller i bunndyrfaunaen mellom den regulerte Kvina og den uregulerte Lygna.

Innhold

Forord.....	5
Sammendrag.....	6
Innhold.....	7
Innledning.....	8
Material og metode.....	8
Resultat.....	16
Diskusjon.....	21
Konklusjon.....	22
Referanser.....	23
Vedlegg 1.....	24
Vedlegg 2.....	26
Vedlegg 3.....	28
Vedlegg 4.....	29
Vedlegg 5.....	31
Vedlegg 6.....	33

Innledning

LFI, Uni Miljø fikk i 2008 i oppdrag av Sira-Kvina kraftselskap å undersøke effekter på bunndyrene i Kvina som følge av reguleringen av Kvina fra 1963. Historien til utbyggingen i Sira og Kvina er tilgjengelig på internett (<http://www.sirakvina.no/index.cfm?id=174161>). For Kvina sin del førte utbyggingen til at ca. 60 % av vannføringen i vassdraget ble tatt bort og overført til Siravassdraget. Formålet med denne undersøkelsen har vært å se om denne overføringen av vann har hatt innvirkning på artsrikhet og artssammensetning i bunndyr-samfunnet i Kvina.

En nylig publisert bok med flere forfattere gir en bred oversikt over konsekvenser av vannføringsendringer i regulerte vassdrag (Saltveit, 2006). Raddum m. fl. (2006) i denne boka gir en oppsummering av de effektene som i særlig grad berører bunndyrsamfunnet. Kvina er først og fremst berørt ved at vannføringen har blitt kraftig redusert. Denne reduksjonen har sannsynligvis ført til at hyppigheten av, og styrken på spyleflommer har blitt redusert. Med dette følger det at silting og / eller gjengroing kan ha hatt en effekt på bunndyrsamfunnet. Temperaturen har også økt i elva, siden de øverste delene med det kaldeste vannet er regulert bort. Kvina elveeierlag sin nettside (<http://www.kvina-laksefiske.com/>) rapporterer også om økt tørrlegging av tidligere gyteområder, og om neddemming av gyteområder etter at det har blitt bygget terskler for å opprettholde vannspeilet i elva.

Antallet terskler i elva er stort. Ut fra kart i Gjemlestad & Forseth (2009) er det bygget 17 stykker på strekningen fra sjøen og opp til Kvitingen. Bygging av terskler får en kraftig innvirkning på bunndyrfaunaen (Fjellheim m. fl. 1989, 1993), der vi vil få en overgang fra arter som lever i rennende vann til arter som finnes i sakteflytende eller stillestående vann. Denne problemstillingen er imidlertid utenfor rammene til denne undersøkelsen.

Siden det ikke eksisterer undersøkelser av bunndyrfaunaen i Kvina fra før utbyggingen, ble det besluttet å sammenligne bunndyrsamfunnet i Kvina med bunndyrsamfunnet i den uregulerte Lygna. Vi valgte å undersøke faunaen på strykstrekninger som fortrinnsvis ikke er utsatt for lange perioder med tørrlegging. Dette ble gjort på erfaringer ut fra tidligere feltarbeid i forbindelse med kalkingsovervåkingen.

Kvina og Lygna er nabovassdrag med det samme biogeografiske potensialet for at de samme artene skal kunne finnes i begge vassdragene. Nedbørsarealet i Kvina er etter regulering og eksklusive Litlåna på 416 km², mens nedbørsfeltet i Lygna, eksklusive Møska, er på 539 km². Middelvannføringen i Kvina var 81,3 m³/s før reguleringen, og 32 m³/s etter reguleringen (inkludert sideelva Litlåna). Middelvannføringen i Lygna er 30 m³/s (inkludert sideelva Møska). Begge vassdragene har vært forsuret og er kalket. Kvina har vært kalket siden 1994, mens Lygna har vært kalket siden 1991 (Direktoratet for naturforvaltning, 2009).

Material og metode

Det ble valgt ut fem lokaliteter på strykstrekninger i Kvina og i Lygna. I Kvina var alle lokalitetene utenom den øverste i den kalkede sonen. I Lygna var det ingen brukbar strykstrekning ovenfor dosereren, slik at den øverste lokaliteten i dette vassdraget lå også i den kalkede delen av elva, ca. 500 m nedenfor kalkdosereren. Det ble ikke observert kalkavsetninger i bunnen på lokaliteten. Lokalitetene med UTM-referanser er listet opp i **Tabell 1** og vist i **Figur 1 – Figur 10**.

Tabell 1. Liste over lokalitetene i Kvina og Lygna. Høyde over havet er estimert ut fra kart og er omtrentlig. Mosedekning er den estimerte dekningen i prosent inne i hver Surber-prøve (30x30 cm), gitt som maksimum og minimum på hver lokalitet med medianverdien i parantes. For utregning av medianverdien brukte vi 5% som minste mål selv om dekningen ble estimert til mindre enn 5 %.

Kvina	UTM-referanse 32V	Høyde over havet	Kvantitative prøver	Kvalitative prøver	Mosedekning vår 09 (%)	Mosedekning høst 09 (%)
St. 1	380322 6466102	10	X	X	< 5 – 10 (5)	0 – 20 (5)
St. 2	380323 6472921	135	X	X	5 – 20 (10)	< 5 – 30 (10)
St. 3	380219 6474597	140		X		
St. 4	378606 6488189	205		X		
St. 5	379370 6500493	340		X		
Lygna						
St. 1	389034 6451363	30	X	X	5 – 30 (20)	5 – 50 (10)
St. 2	394163 6461961	100	X	X	5 – 50 (10)	5 – 30 (10)
St. 3	396410 6472893	180		X		
St. 4	390357 6487723	260		X		
St. 5	389462 6490757	340		X		



Figur 1. Stasjon 1 i Kvina rett ovenfor samløp med Litlåna (Foto fra Norge i Bilder)



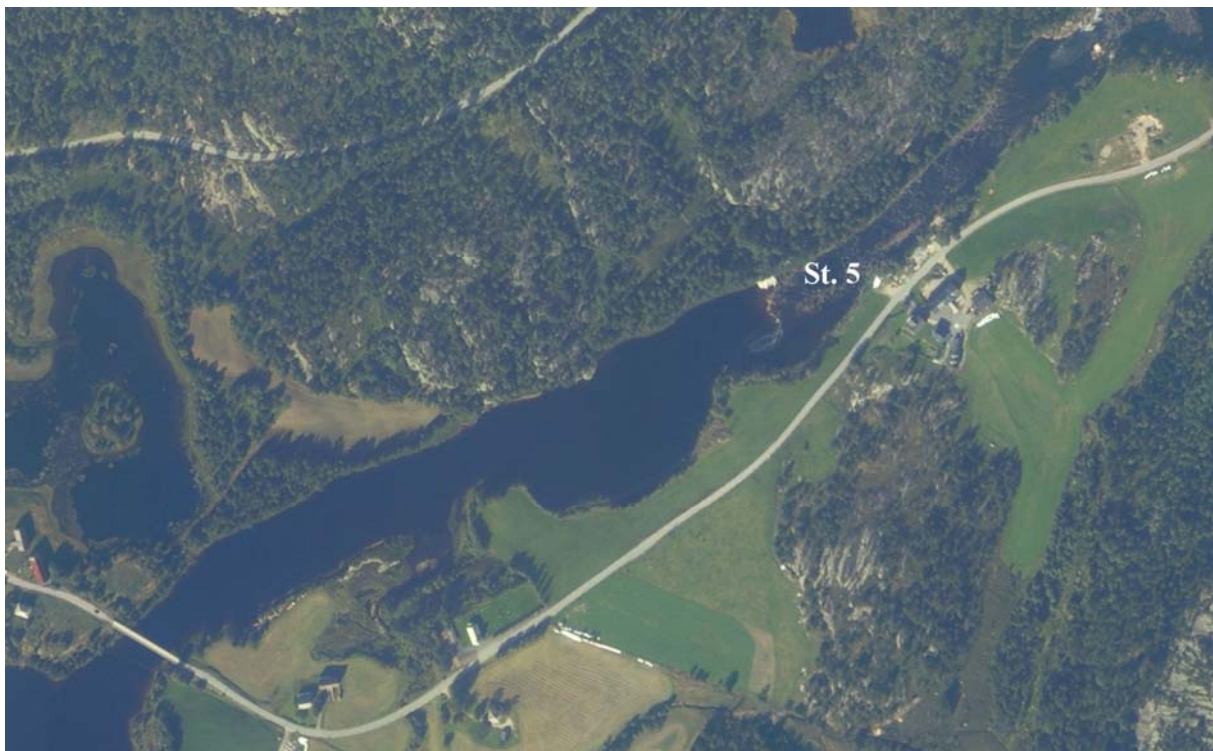
Figur 2. Stasjon 2 i Kvina ved Storekvina (Foto fra Norge i Bilder)



Figur 3. St. 3 i Kvina ved Hagan ca. 2 km oppstrøms Storekvina (Foto fra Norge i Bilder)



Figur 4. St. 4 i Kvina nedstrøms bro på riksvei 42 ved Kvinlog (Foto fra Norge i Bilder)



Figur 5. St. 5 i Kvina ved Straumland (Foto fra Norge i Bilder)



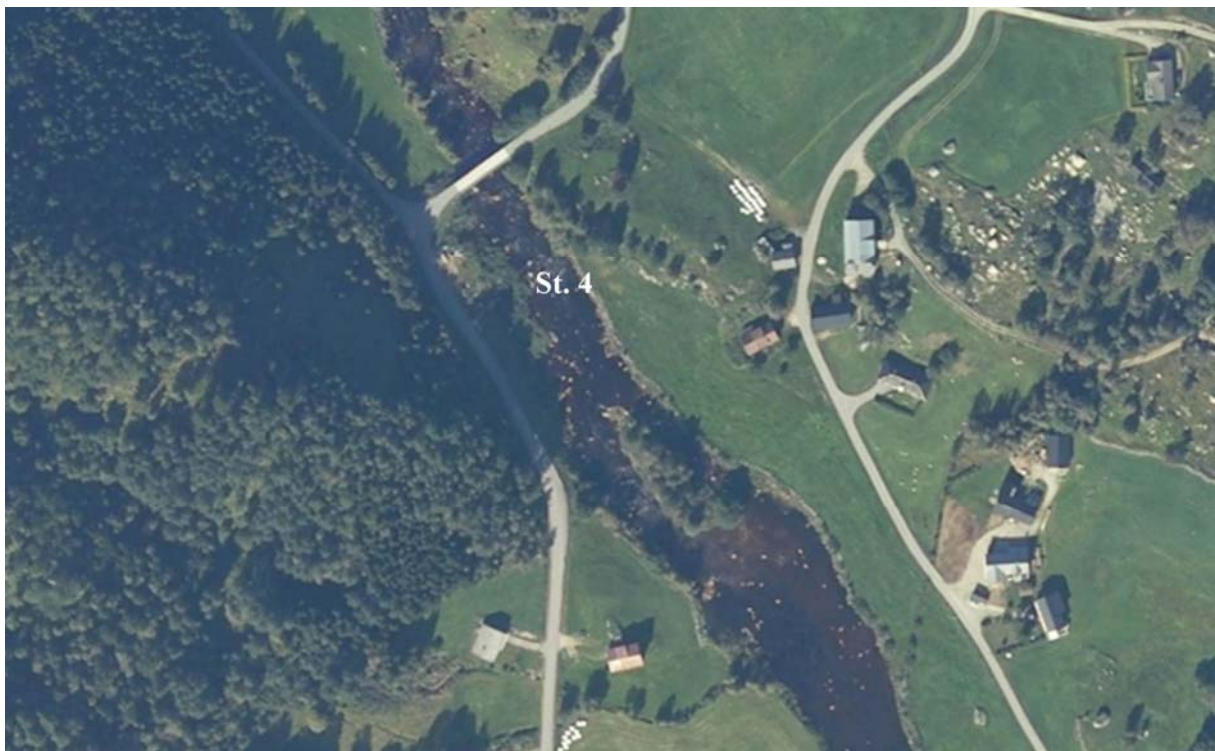
Figur 6. St. 1 i Lygna ved Ytre Foss (Foto fra Norge i Bilder)



Figur 7. St. 2 i Lygna ved Birkeland Bruk på Birkeland (Foto fra Norge i Bilder)



Figur 8. St. 3 i Lygna på Øvre Birkeland (Foto fra Norge i Bilder)



Figur 9. St. 4 i Lygna ovenfor Haddelandstjørna (Foto fra Norge i Bilder)



Figur 10. St. i Lygna i innløpet til Rossevatn (Foto fra Norge i Bilder)

Det ble tatt 5 kvantitative bunnprøver på 2 lokaliteter (St. 1 og 2) i hver elv. Prøvene ble tatt med en Surber-sampler som er en metall-ramme på 30 x 30 cm. Silposen bak rammen hadde en maskevidde på 250 μm . Totalt ble det tatt 20 kvantitative prøver i hver elv. Prøvene ble konserverert med alkohol, sortert ut under lupe i laboratoriet, og så artsbestemt. Prøvene ble sub-samlet når de var for store til å bli sortert fullt ut. Prøvene ble tatt den 7-8.05 og den 3-4.12 i 2009. Vannføringen i Kvina (Stegemoen) den 7.05 var 12,3 m^3/s og 11 m^3/s den 3.12. I Lygna (utløpet av Lygne) var vannføringen 15,61 m^3/s den 8.05 og 15,79 m^3/s den 4.12.

I tillegg ble det tatt en kvalitativ prøve (sparkeprøve) (Frost m. fl., 1971) på alle stasjonene i begge elvene (St. 1 – 5). Stasjon 1 og 2 er de samme som ble undersøkt med Surber-sampler. Metodikken er den samme som i forsørings- og kalkingsundersøkelsene (Direktoratet for naturforvaltning, 2009). Prøvene ble samlet inn med en håv med åpning på 30x30 cm og maskevidde på 250 μm . Et areal foran håven ble rotet opp slik at dyr, planter og organisk materiale blir ført med strømmen inn i håven. Det ble rotet på flere steder på lokaliteten for å få med de fleste mikrohabitatene, og for å få med flest mulig arter. Prøvene ble lagt på alkohol og sortert ut i laboratoriet under lupe. Hver prøve ble sortert i en time og deretter artsbestemt. Sorteringen ble gjort nøytralt, dvs. det ble ikke lagt vekt på enkelte grupper av bunndyr. Det som var i prøven ble plukket ut så representativt som mulig. Dette gjør at prøvene kan brukes som semi-kvantitative i analyser av bunndyrsamfunnet.

For å kontrollere forsuringssituasjonen på lokalitetene i de to elvene beregnet vi Forsøringsindeks 1 og 2 etter Fjellheim & Raddum (1990) og Raddum (1999). Grenseverdiene (**Tabell 2**) er tatt fra en veileder publisert i Vanndirektivet (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009).

Den organiske belastningen på elvene (påvirkning fra jordbruk og eventuelt kloakkutslipp) ble undersøkt med ASPT – indeksen ('Average Score Per Taxon') (Armitage et al. 1983), basert på bunndyrene i de kvalitative prøvene. Dette er en indeks som hovedsakelig gir størrelsen på den organiske belastningen på en lokalitet. Den baserer seg på 'scores' eller poeng, der enkelte familier av bunndyr får poeng avhengig av hvor tolerante artene i familien er for organisk anriking / forurensing. De mest tolerante får lav verdi, mens de minst tolerante får høy verdi. Summen av disse poengene for en bunnprøve utgjør BMWP indeksen ('Biological Monitoring Working Party System'). ASPT indeksen er en justering, der BMWP indeksen er delt på antall poenggivende arter/grupper i prøven. Denne indeksen er mer uavhengig av størrelsen på prøven enn BMWP indeksen, og blir derfor foretrukket.

Vurderingen av økologisk status med hensyn på organisk forurensing med ASPT indeksen er foreløpig, og må derfor brukes med en viss forsiktighet. En beskrivelse av indeksen på norsk kan finnes i Brittain (1988) og i en veileder publisert i Vanndirektivet (Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009). Grenseverdiene for ASPT indeksen er satt som i **Tabell 2**. Verdiene er tatt fra den ovenfor nevnte veilederen.

Tabell 2. Grenseverdier for forsurening basert på forsuringindeks 1 og 2, og for organisk påvirkning basert på ASPT indeksen.

Økologisk status	Forsuringsindeks 2	ASPT – verdi
Høy	$x = 1,0$	$x \geq 6,8$
God	$1,0 > x \geq 0,75$	$6,8 > x \geq 6,0$
Moderat	$0,75 > x \geq 0,5$	$6,0 > x \geq 5,2$
Dårlig	$x = 0,25$	$5,2 > x \geq 4,4$
Svært dårlig	$x = 0$	$x < 4,4$

Likhet i artssammensetning mellom lokalitetene i Kvina og Lygna ble undersøkt med en multivariat statistisk analyse (DCA = Detrended Correspondence Analysis) ved hjelp av programmet Canoco 4.5 (ter Braak & Smilauer 2002). Analysen ble gjort med både kvantitative og kvalitative artsdata. På St. 1 og 2 i hver elv ble hver enkelt kvantitativ prøve brukt i analysen. Abundansdataene ble uttrykt som antall individer per m², og de ble ln(x+1) transformert for å få normalfordeling i datasettet og for å redusere skjevhet. Informasjonen fra sjeldne arter ble ikke justert ned med opsjonen 'Downweighting'.

Den samme analysen ble også gjort med de kvalitative prøvene. Artsdataene fra hver lokalitet ble uttrykt som relativ abundans (dvs. % av totalt antall individer i prøven), og de ble kvadratrot-transformert i analysen for å få normalfordeling og for å redusere skjevhet i datasettet. Informasjonen fra sjeldne arter ble ikke justert ned med opsjonen 'Downweighting'.

Analysen av artsrikhet i de to elvene ble utført ved hjelp av 'rarefaction' analyse (Gotelli & Colwell, 2001; Colwell et. al. 2004; Colwell, 2009). Dette er en estimert akkumulert artskurve basert på abundansdataene fra de to elvene. En reell akkumulert artskurve får vi når vi f. eks. teller opp alle artene vi finner i en kvantitativ prøve. Så legger vi til de nye artene vi finner i den neste prøven, og fortsetter slik til alle prøvene er gjort opp. Plotter vi så antallet arter mot antallet prøver får vi en hakkete kurve. Slike kurver kan være vanskelige å tolke når lokaliteter eller elver skal sammenlignes. En 'rarefaction' kurve kan sies å være den statistiske forventningen av den korresponderende akkumulerte artskurven (Gotelli & Colwell, 2001). Den starter med det totale antallet arter som er funnet på en lokalitet, og velger så tilfeldig færre og færre prøver (rarefaction = fortynning). Dette gir oss en utjevnet kurve som kan sammenlignes med tilsvarende kurver fra andre lokaliteter. Særlig er det stigningen på kurven, hvor høyt den går, og når den eventuelt flater ut som er viktige for å sammenligne artsrikheten på forskjellige lokaliteter eller i forskjellige elver.

Det er to forskjellige typer 'rarefaction' kurver. En er basert på antall arter skalert på antall prøver som beskrevet ovenfor. Dette fordrer at arealet i hver prøve som undersøkes er likt (30 x 30 cm i Surberprøvene), og at tettheten av individer er noenlunde lik. Den andre typen er å skalere X-aksen etter antallet individer som blir artsbestemt. Denne typen kan brukes hvis individtettheten på forskjellige lokaliteter er svært ulik, eller hvis arealet som blir undersøkt er forskjellig mellom lokalitetene. Det finnes ingen rigide regler om hva som er den beste metoden, og i hvilken situasjon den ene er å foretrekke fremfor den andre.

De kvantitative prøvene i Kvina og Lygna er identiske i innsamlet areal. Vi slo derfor sammen de kvantitative prøvene for vår og høst på de to lokalitetene i hver elv for å lage en 'rarefaction' kurve for hver elv som var basert på antallet prøver, totalt 20 prøver i hver elv.

For de kvalitative prøvene valgte vi en kurve som var basert på antall individer. Sparkeprøvene vil nødvendigvis dekke forskjellig areal fra lokalitet til lokalitet. Selv om sortering i en time standardiserer prøvene, fant vi det best å skalere disse kurvene med individantall. Totalt ble det da 10 prøver fra hver elv i analysene.

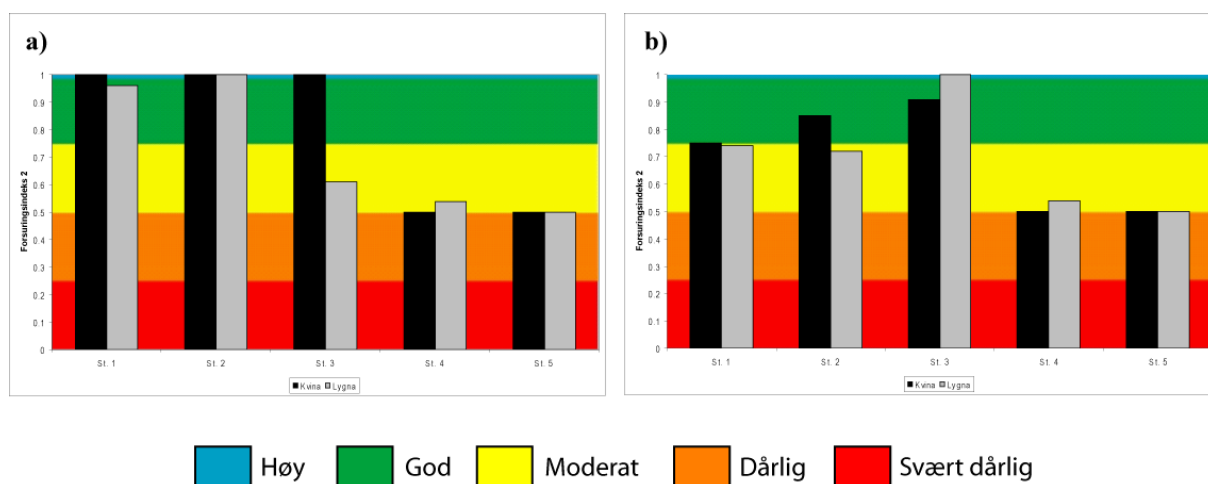
'Rarefaction'- kurvene med 95 % konfidensintervall ble laget med programmet EstimateS ver. 8.0 (Colwell, 2009).

Resultat

Totalt ble det registrert 54 arter / taxa i Kvina og 58 i Lygna i denne undersøkelsen. Disse var fordelt på 49 arter / taxa i de kvantitative prøvene i Kvina, og 46 arter / taxa i de kvantitative prøvene i Lygna. I de kvalitative prøvene ble det registrert 47 arter / taxa i Kvina, og 50 arter / taxa i Lygna. Totalt ble seks arter /taxa bare funnet i Kvina og 11 arter / taxa bare funnet i Lygna. De unike artene / taxaene fra Kvina var sneglen *Radix balthica*, iglen *Helobdella stagnalis*, døgnfluen *Leptophlebia vespertina*, øyestikkeren *Cordulegaster boltoni*, og vårfluene *Hydroptila* sp., og *Polycentropus irroratus*. De artene / taxaene som bare ble funnet i Lygna var iglene *Erpobdella octoculata* og *Glossiphonia complanata*, døgnfluen *Heptagenia sulphurea*, billene *Elodes* sp., Dytiscidae indet. og Gyrinidae indet., vårfluene *Adicella reducta*, *Apatania* sp., *Molannodes tinctus* og *Neureclipsis bimaculata*, og stankelbeinet *Tipula* sp.

Artene / taxaene som ble funnet i de kvalitative og i de kvantitative prøvene er vist i **Vedlegg 1 – 6**.

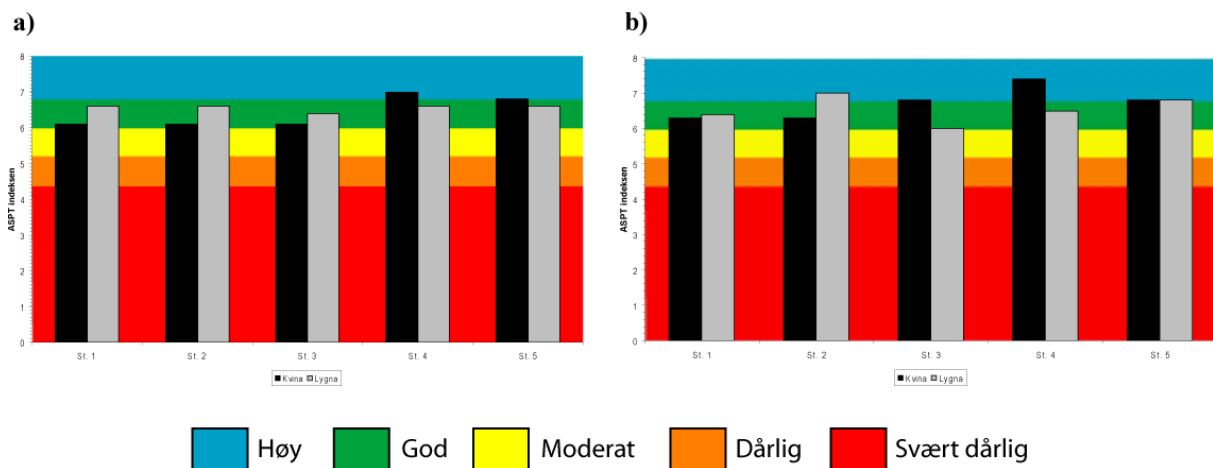
Forsuringsindeksene viser at det fremdeles er forsuringskader på bunndyrsamfunnet i begge elvene selv om de er kalket (**Figur 11**).



Figur 11. Forsuringssituasjonen i Kvina og Lygna basert på sparkeprøvene. Fargekodene angir økologisk status med hensyn på forsurening etter Vanddirektivet. a) Forsuringsindeks 2 i vårsprøvene. b) Forsuringsindeks 2 i høstprøvene.

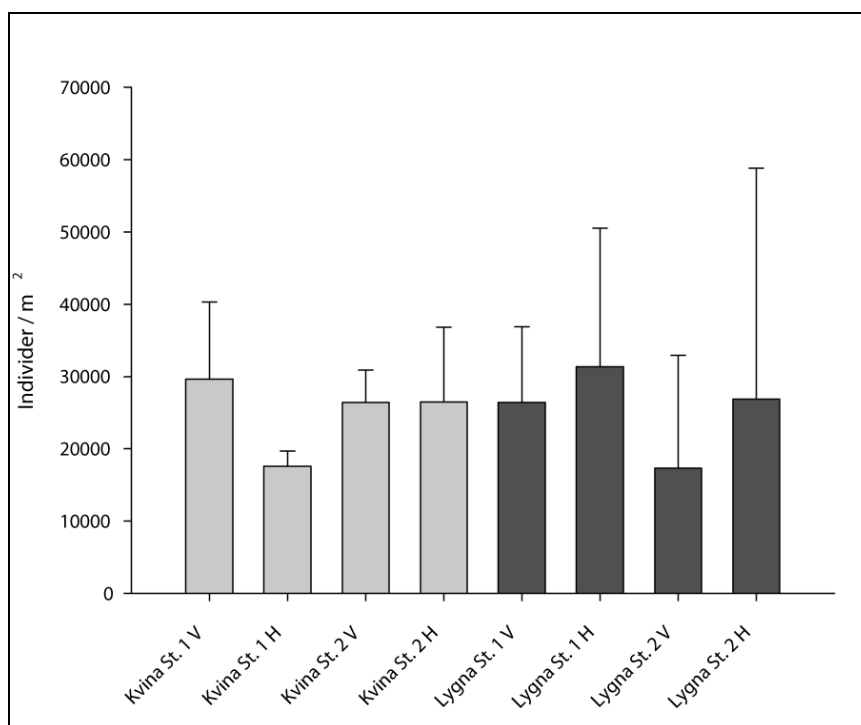
Forholdene er imidlertid ganske like i begge elvene. Det er verdt å merke seg at forsurings-situasjonen basert på bunndyrsamfunnet er lik på de to øverste lokalitetene i begge elvene (St. 5) både vår og høst, selv om lokaliteten i Lygna er kalket, mens lokaliteten i Kvina er ukalket.

ASPT-indeksen (**Figur 12**) basert på roteprøvene indikerer at det ikke er noen stor forskjell i organisk belastning på de to elvene. Alle lokalitetene blir klassifisert i Høy eller God økologisk status. Det må imidlertid tas et forbehold om at utregningen bare er basert på en prøve. Veilederen i Vanddirektivet krever fire prøver på hver lokalitet (Direktoratsgruppa Vanddirektivet, 2009) for å slå fast den økologiske statusen.



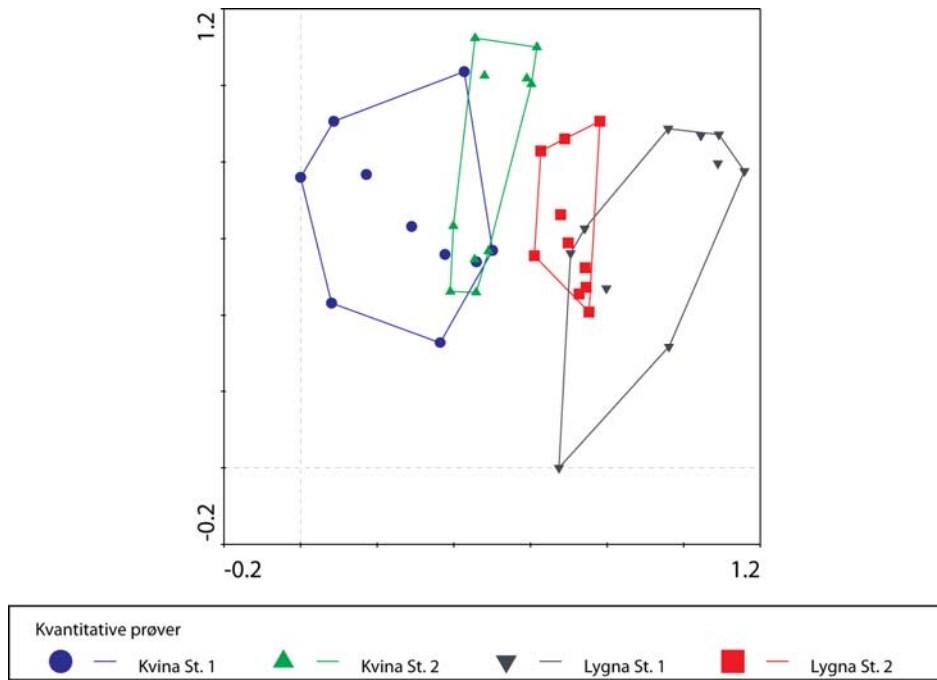
Figur 12. Organisk belastning i Kvina og Lygna basert på ASPT-indeksen fra spsrkeprøvene. Fargekodene angir økologisk status med hensyn på organisk belastning etter Vanddirektivet. a) ASPT-indeksen i vårprøvene. b) ASPT-indeksen i høstprøvene.

Tettheten av individer på de to kvantitative lokalitetene (St. 1 og St. 2 i hver elv) er vist i **Figur 13**. Det er liten forskjell mellom lokalitetene i hver elv og mellom elvene. Lokalitetene i Lygna har noe større standardavvik, noe som viser større at det er forskjeller mellom de enkelte Surber-prøvene i Lygna enn i Kvina.



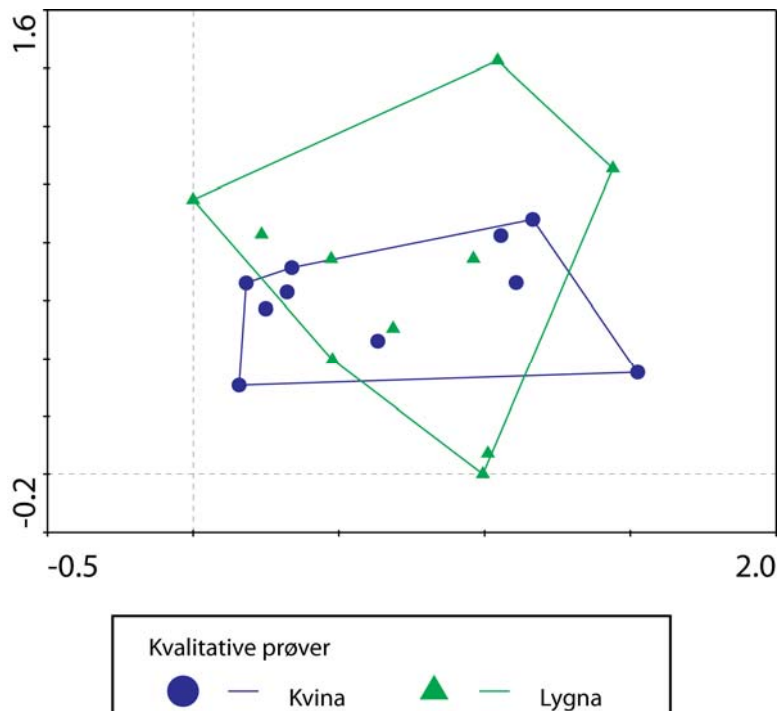
Figur 13. Gjennomsnittlig tetthet av totalt antall individer per m² med standardavvik på de to lokalitetene i Kvina og i Lygna vår og høst 2009.

Figur 14 viser resultatene fra DCA ordinasjonen basert på abundansdataene fra de kvantitative prøvene. Analysen viser at det er overlapp mellom de to lokalitetene i hver elv, mens det er abundansforskjeller mellom de to elvene.



Figur 14. Resultat fra ordinasjonsanalysen (DCA) basert på de kvantitative prøvene i Kvina og Lygna. Symbolene angir de separate prøvene fra hver lokalitet tatt vår og høst, linjene rundt dem viser de to lokalitetene i hver elv.

Resultatene fra en tilsvarende analyse for de kvalitative prøvene med artsdataene oppgitt som relativ abundans er vist i **Figur 15**. Her har vi overlapp mellom Kvina og Lygna, men variasjonen i relativ abundans er større i Lygna enn i Kvina.



Figur 15. Resultat fra ordinasjonsanalysen (DCA) basert på de kvalitative prøvene i Kvina og Lygna. Symbolene angir de separate prøvene fra hver lokalitet tatt vår og høst, linjene rundt dem viser elvene.

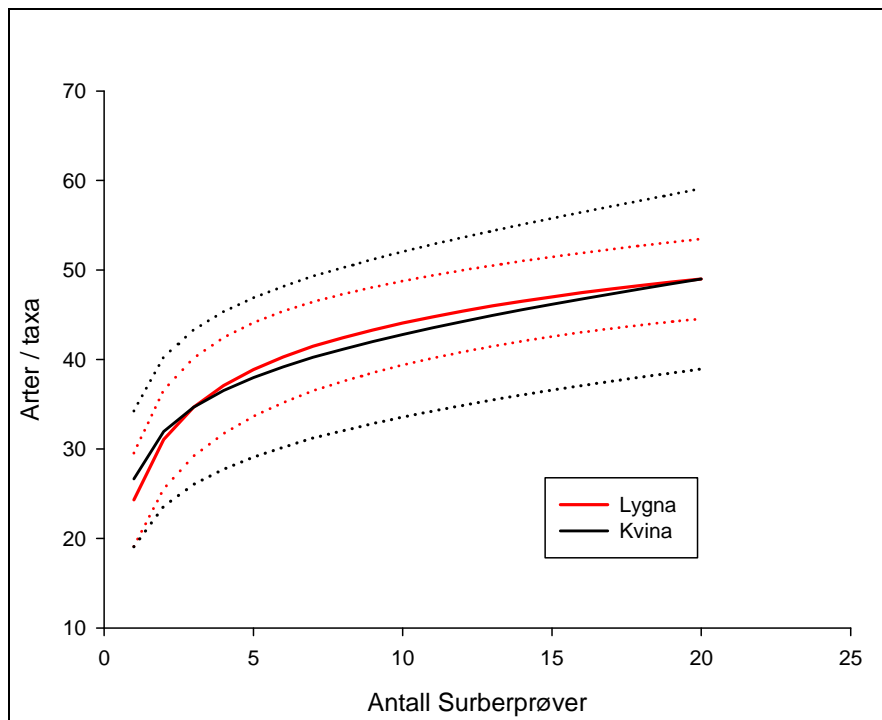
Tabell 3 viser de artene som har sterkest påvirkning på ordinasjonsanalysen av de kvantitative dataene. Vi har valgt ut de artene som har tallverdi større en 1. De resterende artene med tallverdi mellom +1 og -1 har mindre effekt på analysen.

Tabell 3. 'Species-scores' fra DCA analysen med de kvantitative dataene fra Kvina og Lygna. Tabellen viser antall individer pr. m² av de artene som har sterkest vekt i ordinasjonen i vår og høstprøvene (vår/høst) fra St. 1 og St. 2 i hver elv.

Art	Species score	Kvina		Lygna	
		St. 1	St. 2	St. 1	St. 2
<i>Adicella reducta</i>	5,3466	-	-	-/2	-
<i>Elodes</i> sp.	5,3466	-	-	-/2	-
<i>Heptagenia sulphurea</i>	4,4558	-	-	24/86	-/2
<i>Erpobdella octoculata</i>	4,3365	-	-	11/31	-
<i>Tipula</i> sp.	4,0624	-	-	2/2	-
Gyrinidae indet.	4,0144	-	-	18/31	-
Limnephilidae indet.	3,9015	-	-	2/-	-
<i>Leuctra hippopus</i>	3,3266	-/4	-/22	-/62	-/4
<i>Goera pilosa</i>	3,2963	-/5	-	2/7	-
Tabanidae indet.	2,7017	2/-	-	4/2	-
<i>Diura nanseni</i>	2,6032	-	-/9	4/4	-/9
Ostracoda indet.	2,3257	11/2	106/70	13/552	-
<i>Hydropsyche pellicidula</i>	2,2465	11/15	11/24	35/128	2/7
<i>Brachyptera risi</i>	2,0913	2/11	-/114	24/73	2/79
Crustacea indet.	1,7611	81/2	18/40	11/59	-/18
<i>Elmis aenea</i>	1,7485	44/22	383/112	231/660	1236/1395
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1,5627	29/68	2/46	48/134	128/18
<i>Isoperla grammatica</i>	1,551	4/26	37/44	24/99	110/90
Ceratopogonidae indet.	1,5289	24/2	44/40	29/24	24/-
<i>Oxyethira</i> sp.	1,5052	70/57	310/759	1214/1687	13/31
<i>Leuctra fusca/digitata</i>	1,3096	334/134	1531/440	2376/983	950/255
Limonidae indet.	1,2247	4/-	-/-	-/2	-/-
<i>Rhyacophila nubila</i>	1,1696	35/22	35/66	26/46	35/66

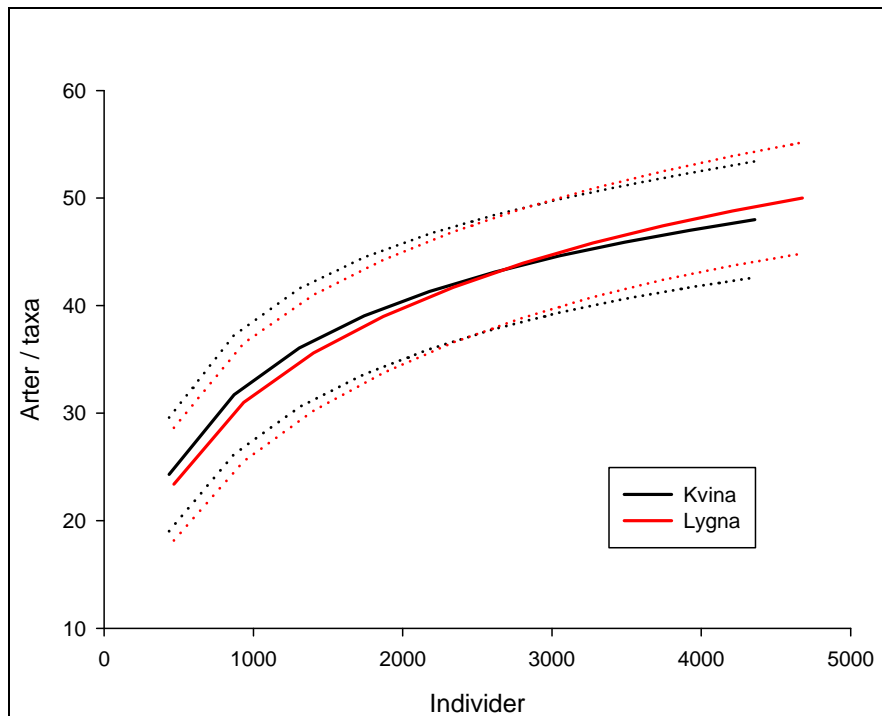
Nematoda indet.	-1,0349	1074/455	9/-	121/11	497/447
<i>Hydroptila</i> sp.	-1,1017	-/-	-/2	-/-	-/-
<i>Kageronia fuscogrisea</i>	-1,1017	-/-	-/7	-/-	-/-
<i>Dicranota</i> sp.	-1,1025	-/7	-/57	-/-	-/-
<i>Ithytrichia lamellaris</i>	-1,4217	46/90	220/220	-/-	-/2
<i>Ceraclea nigronervosa</i>	-1,8562	-/4	-/-	2/-	-/-
<i>Tinodes waeneri</i>	-2,7484	-/11	-/-	-/-	-/-
<i>Radix balthica</i>	-4,0485	-/196	-/-	-/-	-/-

Resultatene fra 'rarefaction' analysen basert på de kvantitative prøvene er vist i **Figur 16**. Kurvene over estimert artsrikhet er skalert basert på prøve. Kurvene fra Kvina og Lygna viser at det er ingen signifikant forskjell i artsrikhet mellom de to elvene når vi sammenligner de kvantitative prøvene (St. 1 og St 2). Det ble funnet like mange arter i de to elvene, kurvene har nesten identisk form, og konfidensintervallet for de to elvene overlapper fullstendig.



Figur 16. Estimert akkumulert artsrikhet ('Rarefaction' analyse) basert på de kvantitative prøvene i Kvina og Lygna. Heltrukket linje er artskurven, stiplet linje er 95% konfidensintervall.

En tilsvarende analyse ble utført for de kvalitative prøvene, men her er kurvene skalert basert på individ. Resultatet er vist i **Figur 17**. Det er ingen signifikant forskjell i artsrikhet mellom de to elvene basert på de kvalitative prøvene.



Figur 17 Estimert akkumulert artsrikhet ('Rarefaction' analyse) basert på de kvalitative prøvene i Kvina og Lygna. Heltrukket linje er artskurven, stiplet linje er 95% konfidensintervall.

Diskusjon

Forsuringsindeks 2 viser at forsuringssituasjonen i de to elvene er tilnærmet lik. Den eneste forskjellen er mellom St. 3 i Kvina og St. 3 i Lygna på våren. At Indeks 2 er over 0,5 betyr at vannkvaliteten er så god at den vanligste sterkt sensitive arten (døgnfluen *Baetis rhodani*) er tilstede. Den er imidlertid ikke så tallrik sett i forhold til forsuringstolerante steinfluer som når indeksen har verdien 1. Indeksverdiene på de to øverste lokalitetene i begge elvene er like både vår og høst, selv om St. 5 i Kvina er ukalket. Dette betyr at forsuringssituasjonen ikke er en faktor når bunnfaunaen i elvene skal sammenlignes.

Det samme gjelder for den organiske belastningen på elvene. Den økologiske statusen til begge elvene er 'god' eller 'høy', og forskjeller i forurensing fra jordbruk eller bebyggelse er heller ikke en kompliserende faktor selv om ASPT indeksen ikke er identisk i elvene. Her må det imidlertid tas et forbehold om at utregningen av indeksen er basert på bare en prøve. Vanddirektivet anbefaler tre prøver av samme omtrent samme størrelse som de vi har tatt, for skikkelig utregning av indeksen. Vi har i det minste ingen indikasjoner på at organisk belastning utgjør noen forskjell mellom elvene.

Tettheten av bunndyr på de to kvantitative lokalitetene er tilnærmet lik i de to elvene. Standardavviket er imidlertid gjennomgående større i Lygna enn i Kvina. Dette betyr at det var større forskjeller i individtetthet mellom de enkelte prøvene på hver innsamlingsdato i Lygna. Variasjon i mosedekning kan være en del av forklaringen på dette. Det var større variasjon i mosedekningen mellom de forskjellige Surber-prøvene på begge lokalitetene i Lygna enn den var i Kvina, selv om medianverdiene var relativt like.

Ordinasjonsanalysen av de kvantitative prøvene viser at de to elvene grupperer seg hver for seg selv. Hvor stor forskjellen er, kan vi imidlertid ikke si noe om ut fra figuren (**Figur 14**). Det er naturlig at to forskjellige elver vil være forskjellige når vi analyserer kvantitative prøver. Ingen elver eller lokaliteter i elver er identiske. Hvor stor forskjellen er mellom Kvina og Lygna er det imidlertid vanskelig å si noe om basert på DCA analyse. Ser vi på hvilke arter det er som har mest påvirkning på ordinasjonsanalysen (**Tabell 3**) ser vi at mange arter som bare er funnet på St. 1 i Lygna har stor innvirkning på analysen. Denne lokaliteten skiller seg ut fra St. 2 i Lygna og fra de kvantitative lokalitetene i Kvina. Den ligger rett nedenfor en lengre strekning med mer sakteflytende vann, har ett større innslag av sand og fin grus i bunnen, og har også litt mer mose – i det minste i noen av prøvene. Flere av disse artene er tilstede i lave tettheter, så tilfeldigheter kan ha ført til at de ikke er blitt registrert på andre lokaliteter. Det samme gjelder arter som bare ble funnet i lavt antall i Kvina, og som også får stor vekt i ordinasjonen.

Ordinasjonsanalysen av de kvalitative prøvene viser en full overlapp mellom Kvina og Lygna. Abundansdataene er her uttrykt som prosent abundans. Mens de kvantitative dataene er detaljerte, er dette en grovere skala. Her er det også flere lokaliteter involvert. Analysen av de kvalitative prøvene viser at elvene er svært like både med hensyn på hvilke arter som er til stede, og dominansforholdene mellom artene.

Analysen av artsrikhet på de fire lokalitetene med kvantitative data viser at disse er svært like i begge elvene. 'Rarefaction' analyse er avhengig av en noenlunde lik individtetthet mellom de lokalitetene som undersøkes (Gotelli & Colwell, 2001), og det har vi i Kvina og Lygna. 'Rarefaction'-kurvene har samme form, og de ender opp med samme antall arter. I tillegg er det full overlapp mellom konfidensintervallene. Dette betyr at det ikke er noen signifikant forskjell i artsrikhet mellom Kvina og Lygna basert på de kvantitative prøvene. Begge kurvene for Kvina og Lygna har flatet en del ut, men de stiger fortsatt. Dette betyr at flere prøver og / eller flere lokaliteter burde vært undersøkt for å kunne få et sikrere svar på om det er forskjeller i artsrikhet mellom elvene.

Analysen av de kvalitative dataene viser heller ingen signifikant forskjell mellom elvene. Her har imidlertid kurvene ikke flatet ut, og de stiger kraftigere enn kurvene for de kvantitative prøvene. Det er ikke mulig å ekstrapolere den videre utviklingen i artsrikhet ut fra 'rarefaction'-kurvene (Colwell m. fl., 2004), men det er sannsynlig at flere lokaliteter ville ført til at kurvene flatet ut. Det er imidlertid

ikke mulig å si om de ville ha flatet ut på samme eller forskjellig forskjellig nivå. Analysen indikerer at kurven for Kvina ser ut til å flate ut tidligere enn kurven for Lygna, men denne forskjellen er svært liten.

Begge analysene av artsrikhet viser ingen signifikant forskjell i artsantall mellom Kvina og Lygna. Det burde vært tatt flere prøver for å finne det punktet hvor kurvene definitivt flater ut. Dette gjelder spesielt de kvalitative prøvene. Dermed kunne vi ha dokumentert med større sikkerhet at det ikke er signifikante forskjeller i artsrikhet mellom elvene.

Denne undersøkelsen indikerer at det er svært liten forskjell på bunndyrsamfunnet mellom Kvina og Lygna, både når det gjelder diversitet målt som artsrikhet eller abundans. Vi kan imidlertid ikke si noe om hvordan forholdene var i Kvina før store deler av vannføringen ble overført til Sira-vassdraget. Etter reguleringen er Kvina og Lygna to elver med omtrent lik vannføring. De har begge blitt påvirket av sur nedbør, og har blitt kalket omtrent like lenge og med samme metode. Bunndyrsamfunnet har respondert på dette, og denne undersøkelsen indikerer at faunaen i elvene er svært lik. Undersøkelsen av artsrikhet viser imidlertid at en kan forvente å finne flere arter i begge elvene. Den kan imidlertid ikke si om artsrikheten ville vært lik eller ulik i de to elvene om det hadde blitt tatt flere prøver.

En av de viktigste effektene av å redusere vannføringen i en elv er at naturlige flomepisoder blir redusert i styrke. Bunnforholdene i en elv kan endres kraftig under en flom, og dette gir habitat for arter som er tidlige koloniserere. Disse er ofte sjeldne, dvs. naturlig tilstede i svært lavt antall. Reduserer en vannføringen, reduseres også hyppigheten og spesielt styrken av slike habitatendringer. Dermed kan også levetilstandene for en gruppe svært sjeldne arter forringes. I hvilken grad dette har skjedd i Kvina er det vanskelig å si noe om, siden det mangler før-data fra elva. Antagelig ble styrken av flommer dempet noe i Kvina, også før utbyggingen, på grunn av de mange stilleflytende partiene eller innsjøene i elva.

Konklusjon

- Forsuringsindeksene og ASPT indeksen viser at forsureningssituasjonen og den organiske belastningen i de to elvene er tilnærmet lik. Artssamfunnet på strykstrekninger i Kvina og Lygna kan dermed sammenlignes uten at forskjeller i forsurening og organisk belastning kompliserer bildet.
- Tettheten av bunndyr var tilnærmet lik i de to elvene. Variasjonen mellom prøvene i Lygna var imidlertid større enn i Kvina. Dette kan ha sammenheng med et mer heterogent habitat på de kvantitative lokalitetene i Lygna, med blant annet større variasjon i mengden av mose i de enkelte prøvene.
- Det var ingen signifikant forskjell i artsrikhet på strykstrekningene i Kvina og Lygna. Vi fant heller ingen store forskjeller i artssammensetningen som kan tyde på effekter av reguleringen.
- Denne undersøkelsen handler om effekter av regulering på bunndyrsamfunnet på strykstrekninger i Kvina. Redusert vannføring og bygging av mange terskler har uten tvil ført til store forandringer i bunndyrsamfunnet der det før var stryk, og der det nå er sakteflytende eller stillestående vann. På de resterende strykstrekningene finner vi imidlertid ikke store forskjeller mellom den regulerte Kvina og den uregulerte Lygna.

Referanser

- Armitage, P. D., Moss, D., Wright, J. F., & Furse, M. T., 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research* 17: 333–347.
- Brittain, J.E., 1988. Bruk av bunndyr i vassdragsovervåking med vekt på organisk forurensing i rennende vann. LFI-Rapport 118, Univ. i Oslo, 70 sider.
- Colwell, R.K., Mao, C.X. & Chang, J., 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, 85 (10):2717-2727.
- Colwell, R. K. 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Direktoratet for naturforvaltning, 2009. Kalking i laksevassdrag – Effektkontroll 2008. DN-notat 2-2009.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009. Veileder 01:2009. Klassifisering av miljøtilstand i vann. 180 s. <http://www.vannportalen.no/hovedEnkel.aspx?m=31151&amid=1657299>
- Fjellheim, A., Håvardstun, J., Raddum, G.G. & Schnell, Ø.A. 1993. Effects of increased discharge on benthic invertebrates in a regulated river. *Regulated Rivers* 8: 179-187.
- Fjellheim, A. & Raddum, G.G., 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *The Science of the Total Environment*, 96: 57-66.
- Fjellheim, A., Raddum, G.G. & Schnell, Ø.A. 1989. Changes in benthic animal production of a weir basin after eight years of succession. *Regulated Rivers*, 3: 183-190.
- Frost, S., Huni, A. & Kershaw, W.E., 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.*, 49: 167-173.
- Gjemlestad, L.J. & Forseth, T. Firketrapp i Rafossen i Kvina. Vurdering av mulige biologiske effekter oppstrøms trappa. NINA Rapport 466.
- Gotelli, N.J. & Colwell, R.K., 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379-391.
- Raddum, G.G. 1999. Large scale monitoring of invertebrates: Aims, possibilities and acidification indexes, p. 7-16, In Raddum, G.G., Rosseland, B.O., and Bowman, J. (eds). *Workshop on biological assesment and monitoring; evaluation and models*, NIVA Report SNO 4091/1999, ICP Waters Report 50/1999, 96 pp.
- Raddum, G.G., Arnekleiv, J.V., Halvorsen, G.A., Saltveit, S.J. & Fjellheim, A. 2006. Kapittel 7 – Bunndyr. I Saltveit, S.J. (red.), 2006. Økologiske forhold i vassdrag – konsekvenser av vannføringsendringer. En sammenstilling av dagens kunnskap. *Norges vassdrags- og energidirektorat*, 151 s.
- Saltveit, S.J. 2006. Økologiske forhold i vassdrag – konsekvenser av vannføringsendringer. En sammenstilling av dagens kunnskap. *Norges vassdrags- og energidirektorat*, 151 s.
- ter Braak, C.J.F., Smilauer P. 2002. CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power (Ithaca, NY, USA), 500 sider.

Vedlegg 1. Antall individer funnet i sparkeprøvene i Kvina og Lygna den 7. og 8.05.2009

* litt sensitiv for forsurening ** moderat sensitiv *** svært sensitiv

	Kvina					Lygna				
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
Nematoda										
Nematoda indet.	3	2	1	4	2	4	1		1	6
Mollusca										
<i>Pisidium</i> sp. *	2	2	35		2	1	1		3	
Hirudinea										
<i>Erpobdella octoculata</i> **						3				
<i>Helobdella stagnalis</i> **			1							
Oligochaeta										
Oligochaeta indet.	39	54	19	32	8	59	23	1	21	11
Crustacea										
Crustacea indet.				1						
Ostracoda indet.			1							
Acari										
Acari indet.	7	8	19	11	26		19	6	27	3
Ephemeroptera										
<i>Baetis rhodani</i> ***	69	89	69			43	51	4	2	
<i>Heptagenia sulphurea</i> **						4	1			
<i>Kageronia fuscogrisea</i>									2	
<i>Leptophlebia marginata</i>			2							
Plecoptera										
<i>Amphinemura borealis</i>	26	29	26	60	12	5	39	22	33	146
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	10	2	4	15	6		5	5	8	6
<i>Brachyptera risi</i>				4	10	4	6			39
<i>Diura nanseni</i> **				1						
<i>Isoperla grammatica</i> **		3	2	45	6	3	30	20	8	12
<i>Leuctra fusca/digitata</i>	30	35	9	13	12	73	26	1	4	55
<i>Leuctra hippopus</i>										6
<i>Protonemura meyeri</i>		2	2		1		2	9		
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	9	1			1	12	8		2	11
Perlodidae indet. **						1	2			
Odonata										
<i>Cordulegaster boltoni</i>			1							
Coleoptera										
<i>Elmis aenea</i>	1	7	10			4	36	17	13	
<i>Limnius volckmari</i>	29	51	20			26	61		32	9
<i>Oulimnius tuberculatus</i>	7		5			2				
Dytiscidae indet.									1	
Trichoptera										
<i>Agapetus ochripes</i>	1	1				2				
<i>Apatania</i> sp. **						1				
<i>Athripsodes</i> sp.								1		
<i>Ceraclea</i> sp.				1						
<i>Goera pilosa</i>						1				
<i>Halesus radiatus</i>			1		1					
<i>Hydropsyche pellicidula</i> **	2	1	2			12	2	2		
<i>Hydropsyche siltalai</i> **	14	2	1	7		5	3	4		1
<i>Ithytrichia lamellaris</i> **	5	2	16							
<i>Lepidostoma hirtum</i> **	12	4	5	6	1		3	6	36	
<i>Molannodes tinctus</i>						1				

Vedlegg 1 fortsetter....

	Kvina					Lygna				
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
<i>Mystacides azurea</i>									1	
<i>Neureclipsis bimaculata</i>								4		
<i>Oecetis testacea</i> **									3	
<i>Oxyethira</i> sp.	1	2	1	2		14		4	9	
<i>Plectrocnemia conspersa</i>					2					1
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>			3	1	5			7	2	3
<i>Rhyacophila nubila</i>	5	3	1	1		5	5	2	1	9
Leptoceridae indet.	1									
Diptera										
Ceratopogonidae indet.	1	2				1	2			2
Chironomidae indet.	278	159	153	180	176	107	108	377	166	74
<i>Dicranota</i> sp.						1	2			
Empididae indet.	13	15	6	12	7	16	3	2	22	2
Limonidae indet.										1
Muscidae indet.					1					1
Simuliidae indet.	4	13	6	9	12	3	6	3	2	131
Tabanidae indet.	1					1	1		1	
Diptera indet.				1						
Totalt antall individer	570	489	421	406	291	414	446	497	400	529
Totalt antall arter / taxa	25	24	28	20	19	28	25	20	24	21
Forsuringsindeks 1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	1	0,5
Forsuringsindeks 2	1	1	1	-	-	0.96	1	0.61	0.54	-
ASPT	6,1	6,1	6,1	7,0	6,8	6,6	6,6	6,4	6,6	6,6

Vedlegg 2. Antall individer funnet i sparkeprøvene i Kvina og Lygna den 3. og 4.12.2009

* litt sensitiv for forsurening ** moderat sensitiv *** svært sensitiv

	Kvina					Lygna				
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
Nematoda										
Nematoda indet.	5	1			1	1				2
Mollusca										
<i>Pisidium</i> sp. *	3	5	5			2				
Hirudinea										
<i>Erpobdella octoculata</i> **						1				
Oligochaeta										
Oligochaeta indet.	49	32	21	15	57	33	8	5	11	4
Crustacea										
Crustacea indet.	1			4				2		6
Acari										
Acari indet.	11	4	5	4	9	4	1	4	6	3
Ephemeroptera										
<i>Baetis rhodani</i> ***	23	41	41			30	19	40	6	
<i>Heptagenia sulphurea</i> **						7	2			
<i>Kageronia fuscogrisea</i>			1	7						
<i>Leptophlebia marginata</i>										1
<i>Leptophlebia vespertina</i>			1	3						
Plecoptera										
<i>Amphinemura borealis</i>	44	76	62	219	18	71	52	86	120	396
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	24	11	12	3	5	19	13	22	6	
<i>Brachyptera risi</i>		2	4		15	7	1	3	23	39
<i>Diura nanseni</i> **	1	1					10	1		2
<i>Isoperla grammatica</i> **	1	2	2	69	4	4	16	38	18	31
<i>Leuctra fusca/digitata</i>	8	7	5	23	3	12	5		2	11
<i>Leuctra hippopus</i>	1	3	1			5	2			4
<i>Protonemura meyeri</i>	6	12	12	8	1	1	13	7	5	1
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	9	5	1	1		12	2		2	
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>			1	1						1
Coleoptera										
<i>Elmis aenea</i>		5	4			5	12	21	4	
<i>Limnius volckmari</i>	31	20	5			15	8		6	
<i>Oulimnius tuberculatus</i>	7	4				1	1			
Gyrinidae indet.						2				
Trichoptera										
<i>Agapetus ochripes</i>	3	2				9	1			
<i>Athripsodes</i> sp.	2					5	3			
<i>Hydropsyche pellicidula</i> **	2	11	2			15	7			
<i>Hydropsyche siltalai</i> **	18	11	9	2		3	15	10	2	
<i>Hydropsyche</i> sp. **						2				
<i>Ithytrichia lamellaris</i>	9	1	10				1			
<i>Lepidostoma hirtum</i> **	15	6	5	12	10	7	11	5	20	
<i>Neureclipsis bimaculata</i>								6		
<i>Oxyethira</i> sp.	1	8	3	9	3	9	2	8	5	1
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	1			1				1		
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		1		4	1			1		
<i>Rhyacophila nubila</i>	2	7	1			4	12	8	12	8

Vedlegg 2 fortsetter

	Kvina					Lygna				
	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5
Limnephilidae indet.				1	1					
Polycentropodidae indet.			1	6				2		
Diptera										
Ceratopogonidae indet.		2								
Chironomidae indet.	132	168	177	111	204	205	174	122	111	118
<i>Dicranota</i> sp.	1	4		1	2					
Empididae indet.	7	8	7	6	6	14	5	16	15	4
Limoniidae indet.		1				1				
Simuliidae indet.	3	8	27	8	4	3	4	7	27	32
Tabanidae indet.	1	1								
Totalt antall individer	421	470	425	518	344	509	400	415	401	664
Totalt antall arter / taxa	30	32	27	22	17	30	27	21	19	18
Forsuringsindeks 1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	1	0,5
Forsuringsindeks 2	0,75	0,85	0,91	-	-	0,74	0,72	1	0,54	-
ASPT	6,3	6,3	6,8	7,4	6,8	6,4	7,0	6,0	6,5	6,8

Vedlegg 3. Antall individer pr. m² i Surberprøvene på St. 1 i Kvina vår og høst 2009.

* litt sensitiv for forsurening ** moderat sensitiv *** svært sensitiv

	7.05.2009	3.12.2009
Nematoda		
Nematoda indet.	1074 ± 800	455 ± 325
Mollusca		
<i>Pisidium</i> sp. *	7 ± 10	40 ± 60
<i>Radix balthica</i> ***		196 ± 210
Oligochaeta		
Oligochaeta indet.	7352 ± 3767	6046 ± 1104
Crustacea		
Crustacea indet.	81 ± 108	2 ± 5
Ostracoda indet.	11 ± 19	2 ± 5
Acari		
Acari indet.	2649 ± 1382	381 ± 305
Ephemeroptera		
<i>Baetis rhodani</i> ***	1102 ± 645	847 ± 456
Plecoptera		
<i>Amphinemura borealis</i>	411 ± 235	1256 ± 888
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	200 ± 294	702 ± 296
<i>Brachyptera risi</i>	2 ± 5	11 ± 19
<i>Isoperla grammatica</i> **	4 ± 10	26 ± 13
<i>Leuctra fusca/digitata</i>	334 ± 186	134 ± 111
<i>Leuctra hippopus</i>		4 ± 10
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	29 ± 46	68 ± 31
<i>Protonemura meyeri</i>	2 ± 5	37 ± 17
Coleoptera		
<i>Elmis aenea</i>	44 ± 44	22 ± 21
<i>Limnius volckmari</i>	2297 ± 960	471 ± 428
<i>Oulimnius tuberculatus</i>	220 ± 227	145 ± 125
Trichoptera		
<i>Agapetus ochripes</i>	44 ± 47	101 ± 123
<i>Athripsodes</i> sp.	106 ± 139	33 ± 27
<i>Ceraclea annulicornis</i>	2 ± 5	11 ± 19
<i>Ceraclea nigronervosa</i>		4 ± 10
<i>Goera pilosa</i>		2 ± 5
<i>Hydropsyche pellicidula</i> **	11 ± 19	15 ± 17
<i>Hydropsyche siltalai</i> **	139 ± 150	110 ± 66
<i>Hydropsyche</i> sp. **	11 ± 19	18 ± 20
<i>Ithytrichia lamellaris</i> **	46 ± 73	90 ± 78
<i>Oecetis testacea</i> **	2 ± 5	119 ± 253
<i>Oxyethira</i> sp.	70 ± 61	57 ± 45
<i>Lepidostoma hirtum</i> **	158 ± 92	363 ± 431
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	7 ± 15	7 ± 15
<i>Rhyacophila nubila</i>	35 ± 25	22 ± 13
<i>Tinodes waeneri</i> **		11 ± 11
Leptoceridae indet.	4 ± 10	2 ± 5
Diptera		
Ceratopogonidae indet.	24 ± 23	2 ± 5
Chironomidae indet.	12318 ± 5448	5381 ± 1655
Empididae indet.	625 ± 411	180 ± 123
<i>Dicranota</i> sp.		7 ± 10
Limonidae indet.	4 ± 10	
Simuliidae indet.	244 ± 301	205 ± 181
Tabanidae indet.	2 ± 5	
Totalt antall	29674 ± 10637	17587 ± 2088

Vedlegg 4. Antall individer pr. m² i Surberprøvene på St. 2 i Kvina vår og høst 2009.

* litt sensitiv for forsurening ** moderat sensitiv *** svært sensitiv

	7.05.2009	3.12.2009
Turbellaria		
<i>Otomesostoma auditivum</i>	9 ± 20	
Nematoda		
Nematoda indet.	590 ± 250	110 ± 90
Mollusca		
<i>Pisidium</i> sp. *	18 ± 18	44 ± 45
Oligochaeta		
Oligochaeta indet.	4954 ± 2906	2361 ± 1319
Crustacea		
Crustacea indet.	18 ± 39	40 ± 44
Ostracoda indet.	106 ± 86	70 ± 61
Acari		
Acari indet.	4523 ± 1346	1481 ± 684
Ephemeroptera		
<i>Baetis rhodani</i> **	1569 ± 462	1954 ± 955
<i>Kageronia fuscogrisea</i>		7 ± 15
<i>Leptophlebia marginata</i>		2 ± 5
<i>Leptophlebia vespertina</i>		2 ± 5
Plecoptera		
<i>Amphinemura borealis</i>	849 ± 223	3832 ± 2149
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	240 ± 285	541 ± 312
<i>Brachyptera risi</i>		114 ± 63
<i>Diura nanseni</i> **		9 ± 20
<i>Isoperla grammatica</i> **	37 ± 28	44 ± 32
<i>Leuctra fusca/digitata</i>	1531 ± 1399	440 ± 336
<i>Leuctra hippopus</i>		22 ± 22
<i>Protonemura meyeri</i>	9 ± 14	282 ± 181
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	2 ± 5	46 ± 34
Coleoptera		
<i>Elmis aenea</i>	383 ± 504	112 ± 106
<i>Limnius volckmari</i>	2308 ± 709	1573 ± 1245
<i>Oulimnius tuberculatus</i>	209 ± 273	196 ± 196
Trichoptera		
<i>Agapetus ochripes</i>	22 ± 21	86 ± 37
<i>Athripsodes</i> sp.	66 ± 90	70 ± 72
<i>Ceraclea</i> sp.		2 ± 5
<i>Hydropsyche pellicidula</i> **	11 ± 19	24 ± 27
<i>Hydropsyche siltalai</i> **	20 ± 38	66 ± 66
<i>Hydropsyche</i> sp. **		4 ± 10
<i>Hydroptila</i> sp.		2 ± 5
<i>Ithytrichia lamellaris</i> **	220 ± 179	220 ± 150
<i>Lepidostoma hirtum</i> **	480 ± 524	132 ± 56
<i>Mystacides azurea</i>		13 ± 14
<i>Oecetis testacea</i> **		11 ± 13
<i>Oecetis</i> sp. **		7 ± 15
<i>Oxyethira</i> sp.	310 ± 321	759 ± 337
<i>Plectrocnemia conspersa</i>		4 ± 6
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		2 ± 5
<i>Polycentropus irroratus</i>		2 ± 5
<i>Rhyacophila nubila</i>	35 ± 32	66 ± 32
Leptoceridae indet.	18 ± 34	2 ± 5

Vedlegg 4 fortsetter....

	7.05.2009	3.12.2009
Diptera		
Ceratopogonidae indet.	44 ± 76	40 ± 37
Chironomidae indet.	7097 ± 1335	10756 ± 5237
Empididae indet.	504 ± 79	515 ± 380
<i>Dicranota</i> sp.		57 ± 52
Simuliidae indet.	273 ± 263	383 ± 452
Totalt antall	26453 ± 4414	26506 ± 10320

Vedlegg 5. Antall individer pr. m² i Surberprøvene på St. 1 i Lygna vår og høst 2009.

* litt sensitiv for forsurening ** moderat sensitiv *** svært sensitiv

	8.05.2009	4.12.2009
Turbellaria		
<i>Otomesostoma auditivum</i>	2 ± 5	
Nematoda		
Nematoda indet.	121 ± 75	11 ± 8
Mollusca		
<i>Pisidium</i> sp. *	20 ± 16	7 ± 6
Hirudinea		
<i>Erpobdella octoculata</i> **	11 ± 19	31 ± 12
<i>Glossiphonia complanata</i> **	2 ± 5	
Oligochaeta		
Oligochaeta indet.	1179 ± 692	4006 ± 1799
Crustacea		
Crustacea indet.	11 ± 19	59 ± 74
Ostracoda indet.	13 ± 18	552 ± 388
Acari		
Acari indet.	2578 ± 1551	1892 ± 2992
Ephemeroptera		
<i>Baetis rhodani</i> ***	521 ± 651	257 ± 161
<i>Heptagenia sulphurea</i> **	24 ± 38	86 ± 26
Plecoptera		
<i>Amphinemura borealis</i>	117 ± 131	1874 ± 1416
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	24 ± 30	887 ± 505
<i>Brachyptera risi</i>	24 ± 43	73 ± 44
<i>Diura nanseni</i> **	2 ± 5	4 ± 10
<i>Diura</i> sp. **	2 ± 5	
<i>Isoperla grammatica</i> **	24 ± 25	99 ± 57
<i>Leuctra fusca/digitata</i>	2367 ± 1516	983 ± 609
<i>Leuctra hippopus</i>		62 ± 42
<i>Protonemura meyeri</i>	2 ± 5	66 ± 65
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	48 ± 59	134 ± 39
Coleoptera		
<i>Elmis aenea</i>	231 ± 177	660 ± 659
<i>Elodes</i> sp.		2 ± 5
<i>Limnius volckmari</i>	4083 ± 2036	1624 ± 1140
<i>Oulimnius tuberculatus</i>	207 ± 184	253 ± 240
Gyrinidae indet.	18 ± 20	31 ± 26
Trichoptera		
<i>Adicella reducta</i>		2 ± 5
<i>Agapetus ochripes</i>	15 ± 10	101 ± 75
<i>Athripsodes</i> sp.	22 ± 49	68 ± 24
<i>Ceraclea annulicornis</i>		2 ± 5
<i>Ceraclea nigronevosa</i>	2 ± 5	
<i>Ceraclea</i> sp.		2 ± 5
<i>Goera pilosa</i>	2 ± 5	7 ± 10
<i>Halesus</i> sp.	2 ± 5	
<i>Hydropsyche pellicidula</i> **	35 ± 57	128 ± 47
<i>Hydropsyche siltalai</i> **	108 ± 181	33 ± 32
<i>Lepidostoma hirtum</i> **	53 ± 63	119 ± 66

Vedlegg 5 fortsetter....

	8.05.2009	4.12.2009
<i>Oecetis testacea</i> **	4 ± 10	11 ± 8
<i>Oecetis</i> sp. **	4 ± 10	
<i>Oxyethira</i> sp.	1214 ± 2005	1687 ± 2109
<i>Rhyacophila nubila</i>	26 ± 28	46 ± 20
Leptoceridae indet.	13 ± 18	
Limnephilidae indet.	2 ± 5	
Diptera		
Ceratopogonidae indet.	29 ± 18	24 ± 20
Chironomidae indet.	11865 ± 5022	14436 ± 9630
Empididae indet.	451 ± 363	977 ± 1141
Limonidae indet.		2 ± 5
Simuliidae indet.	906 ± 856	88 ± 54
Tabanidae indet.	4 ± 6	2 ± 5
<i>Tipula</i> sp.	2 ± 5	2 ± 5
Totalt antall	26396 ± 10527	31392 ± 19166

Vedlegg 6. Antall individer pr. m² i Surberprøvene på St. 2 i Lygna vår og høst 2009.

* litt sensitiv for forsurening ** moderat sensitiv *** svært sensitiv

	8.05.2009	4.12.2009
Nematoda		
Nematoda indet.	7 ± 10	13 ± 20
Oligochaeta		
Oligochaeta indet.	497 ± 811	447 ± 503
Crustacea		
Crustacea indet.		18 ± 39
Acari		
Acari indet.	1632 ± 1171	2046 ± 2162
Ephemeroptera		
<i>Baetis rhodani</i> ***	268 ± 96	616 ± 406
<i>Heptagenia sulphurea</i> **		2 ± 5
Plecoptera		
<i>Amphinemura borealis</i>	565 ± 379	2141 ± 1904
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	68 ± 59	125 ± 90
<i>Brachyptera risi</i>	2 ± 5	79 ± 111
<i>Diura nanseni</i> **		9 ± 20
<i>Isoperla grammatica</i> **	110 ± 50	90 ± 48
<i>Leuctra fusca/digitata</i>	950 ± 492	255 ± 236
<i>Leuctra hippopus</i>		4 ± 10
<i>Protonemura meyeri</i>	2 ± 5	143 ± 114
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	128 ± 57	18 ± 18
Perlodidae indet. **	4 ± 6	
Coleoptera		
<i>Elmis aenea</i>	1236 ± 1171	1395 ± 1768
<i>Limnius volckmari</i>	2328 ± 1390	196 ± 111
<i>Oulimnius tuberculatus</i>	62 ± 86	44 ± 75
Trichoptera		
<i>Agapetus ochripes</i>		22 ± 16
<i>Athripsodes</i> sp.		4 ± 6
<i>Hydropsyche pellicidula</i> **	2 ± 5	7 ± 10
<i>Hydropsyche siltalai</i> **	11 ± 19	86 ± 67
<i>Ithytrichia lamellaris</i> **		2 ± 5
<i>Lepidostoma hirtum</i> **	40 ± 59	46 ± 46
<i>Oxyethira</i> sp.	13 ± 20	31 ± 37
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	4 ± 6	
<i>Rhyacophila nubila</i>	35 ± 24	66 ± 56
Diptera		
Ceratopogonidae indet.	24 ± 21	
Chironomidae indet.	8791 ± 11238	18313 ± 25716
Empididae indet.	88 ± 73	101 ± 190
Simuliidae indet.	429 ± 373	557 ± 862
Totalt antall	17299 ± 15613	26875 ± 31981



FERSKVANNSØKOLOGI - LAKSEFISK - BUNNDYR

LFI ble opprettet i 1969, og er nå en avdeling ved Uni Miljø/Uni Research som er Universitetet i Bergen sitt forskningsselskap. LFI tar oppdrag som omfatter forskning, overvåking, tiltak og utredninger innen ferskvannsekologi. Vi har spesiell kompetanse på laksefisk (laks, sjøaure, innlandsaure) og bunndyr, og på hvilke miljøbetingelser som skal være til stede for at disse artene skal ha livskraftige bestander. Sentrale tema er:

- Bestandsregulerende faktorer
- Gytebiologi hos laksefisk
- Biologisk mangfold basert på bunndyrsamfunn i ferskvann
- Effekter av vassdragsreguleringer
- Forsuring og kalking
- Biotopjusteringer
- Effekter av klimaendringer

Oppdragsgivere er offentlig forvaltning (direktorater, fylkesmenn), kraftselskap, forskningsråd og andre. Viktige samarbeidspartnere er andre forskningsinstitusjoner (herunder NIVA, NINA, HI, og VESO) og FoU miljø hos oppdragsgivere.

Våre internettsider finnes på <http://www.miljo.uni.no/>