NVE

Miljøeffekter av små kraftverk

Erfaringer fra Telemark og Rogaland

Jan Henning L'Abée-Lund (red.)

3
2005

RAPPORT

Miljøeffekter av små kraftverk

erfaringer fra Telemark og Rogaland

Norges vassdrags- og energidirektorat
2005

Rapport nr 3

Miljøeffekter av små kraftverk – erfaringer fra Telemark og Rogaland

Redaktør: Jan Henning L'Abée-Lund
Forfattere: Vegar Bakkestuen, Trond Bremnes, Lars Erikstad, Jostein Myromslien, Arvid Odland, Tor Tønsberg, Svein Jakob Saltveit, Svein-Erik Sloreid

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag: 50
Forsidefoto: Tveitåna i Suldal kommune. Foto: Svein Jakob Saltveit
ISSN 1501-2832
ISBN 82-410-0535-0

Sammendrag: Interessen for bygging av små kraftverk (mikro-, mini og småkraftverk) er betydelig og økende. Slike kraftverk blir oftest bygget i mindre sidevassdrag der kunnskap om blant annet biologiske forhold er vanligvis fraværende. For å få et bilde av situasjonen i slike sidevassdrag er de kartlagt med tanke på fugl, botanikk og bunndyr, i tillegg til at deres representativitet er analysert ved hjelp av digitale kart.
Det ble valgt ut fem bekker i Telemark og sju bekker i Rogaland hvor det er planlagt å bygge ett eller to små kraftverk. Kartanalysene viser at de undersøkte vassdragene er representative for hvert sitt definerte område. Bunndyrundersøkelsene avdekket ikke sjeldne eller truete arter. Vegetasjonskartleggingen påviste stor forskjell mellom Rogaland og Telemark, og rødlistearter av lav ble funnet i Rogaland. Tilstedeværelse av fossekall og vintererle kan være vannføringsavhengig.
Emneord: Miljøeffekter, fugl, invertebrater, vegetasjon, kart, små kraftverk

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Innhold

Forord **5**

Sammendrag **6**

1 Innledning **8**

2 Områdebeskrivelse **10**

3 Resultater **12**

3.1 Kartkarakterisering av nedbørfelt 12
3.1.1 Materiale og metode 13
3.1.1.1 Utvalg av områder 13
3.1.1.2 Digitale kartdata 14
3.1.1.3 Nedbørfeltgenerering 15
3.1.1.4 Nedbørfeltanalyser 15
3.1.1.5 Variasjon i miljøvariable 17
3.1.2 Resultater 19
3.1.2.1 Nedbørfeltstatistikk 19
3.1.2.2 Elveløpsanalyser 23
3.1.3 Diskusjon 26
3.1.4 Konklusjon 30
3.2 Bunndyr 31
3.2.1 Metodikk 31
3.2.2 Rogaland 31
3.2.2.1 Grytelva 32
3.2.2.2 Tveitliåna 35
3.2.2.3 Tveitåna (Kolbeinstveit) 38
3.2.2.4 Bekk-Fuglestein 40
3.2.2.5 Bekk fra Nøkksvatn; Daleelva 43
3.2.3 Telemark 48
3.2.3.1 Bjoråi 48
3.2.3.2 Modølsåi 51
3.2.3.3 Sitjeåi 53
3.2.3.4 Heiåi 56
3.2.3.5 Flatlandsåi 58
3.2.4 Oppsummering 60
3.3 Botaniske vurderinger 62
3.3.1 Rogaland 62
3.3.1.1 Tveiteåno 62
3.3.1.2 Tveitliåna 63
3.3.1.3 Bekk ved Fuglastein 64
3.3.1.4 Grytelva 64
3.3.1.5 Bekk fra Nøksvatn 65
3.3.2 Telemark 66
3.3.2.1 Bjoråi 66
3.3.2.2 Sitjeåi 66

3.3.2.3 Modølsåi 66
3.3.2.4 Flatlandsåi 67
3.3.2.5 Heiåi 67
3.3.3 Vurdering 67
3.4 Fugl 71
3.4.1 Registreringer av fossekall i Rogaland 71
3.4.1.1 Tveiteåno 71
3.4.1.2 Tveitliåna 72
3.4.1.3 Bekk ved Fuglastein 72
3.4.1.4 Grytelva 73
3.4.1.5 Bekk fra Nøkksvatn 73
3.4.2 Registrering av fossekall og vintererle i Telemark 74
3.4.2.1 Bjoråi 74
3.4.2.2 Sitjeåi 74
3.4.2.3 Modølsåi 74
3.4.2.4 Flatlandsåi 74
3.4.2.5 Heiåi 75
3.4.3 Vurdering 76
4 Referanser 77

Forord

I den senere tid har interessen for å bygge av mikro-, mini- og småkraftverk økt betydelig. Begrunnelsen er ofte at primærnæringen ønsker supplerende inntekstkilder til det tradisjonelle jord- og skogbruket. Et fellestrekk er ofte begrenset økonomisk ryggrad til å gjennomføre undersøkelser i tråd med tradisjonelle konsekvensutredninger. Olje- og energidepartementet og Miljøverndepartementet har derfor blitt enige om at slike små kraftprosjekt kan pålegges utredninger for inntil kr 20 000. Det gir seg selv at det er begrensete utredninger som kan gjøres for denne summen.

I tråd med økende interesse og begrensete utredninger i prosjektene, har NVE tatt initiativ til å se på planlagte mikro-, mini- og småkraftverk i en større sammenheng. Med utgangspunkt i fire ulike innfallsvinkler beskriver dette dokumentet miljøet i tolv vassdragselementer i Telemark og Rogaland der det er søkt om å bygge små kraftverk.

Dokumentet er forfattet av forskere ved Høgskolen i Telemark, universitetene i Bergen og Oslo og Norsk institutt for naturforskning, og frittstående ornitologer. I resultatdelen er kapittelet om kartanalyser skrevet av Lars Erikstad, Vegar Bakkestuen og Svein-Erik Sloreid (NINA), botanikk av Arvid Odland (Høgskolen i Telemark) og Tor Tønsberg (Universitetet i Bergen), fugleregistreringer i Rogaland av Vegard Ankarstrand Larsen (Stavanger) og i Telemark av Jostein Myromslien (Gvarv), og bunndyr av Svein Jakob Saltveit (Laboratorium for ferskvannsøkologi og innlandsfisk, Universitetet i Oslo). Dokumentet er redigert og utarbeidet av Jan Henning L'Abée-Lund (NVE).

Oslo, februar 2005

Are Mobæk

avdelingsdirektør

Steinar Schanche

seksjonssjef

Sammendrag

Det ble valgt fem vassdrag i Telemark og sju i Rogaland for å vurdere miljøeffekter av mikro-, mini- og små kraftverk. Digital kartanalyse og feltundersøkelser av vegetasjon, bunndyrsamfunn og fugl ble prioritert. Alt arbeid ble utført sommer og høst 2004. Vassdragene ble valgt ut på grunnlag av planlagt kraftverksutbygging. Vassdragenes størrelse varierte betydelig, fra 0,02 til 0,71 m^3/s i årlig middelvannføring. Planlagt installert effekt varierte også betydelig, fra 18 til 1870 kW som fordelte seg på seks mikrokraftverk (<100 kW), fire minikraftverk (100-1000 kW) og ett småkraftverk (1-10 MW). Det er ingen sammenheng mellom vassdragets størrelse og planlagt installert effekt.

Digital kartanalyse gir et godt grunnlag for å vurdere vassdrags representativitet, men mangelen på nedbørfeltinformasjon for små vassdrag gjør prosedyren mer omfattende enn nødvendig. De undersøkte vassdragene er representative for hvert sitt definerte område. Metodikken som ble benyttet er ikke beregnet for detaljstudier. Detaljstudier krever detaljerte kartdata (N5) samt eventuell flyfotoanalyse og feltvalidering. Selv i en slik mer tradisjonell undersøkelse vil den digitale kartanalysen gi grunnlag for heldekkende naturtypekartlegging som vil være til nytte for et kostadseffektivt undersøkelsesopplegg. Resultatet av slike mer detaljerte undersøkelser vil imidlertid være vanskeligere å bruke til måling av regionale egenskaper slik som for eksempel representativitet.

Det ble ikke påvist sjeldne eller truete bunndyrarter i noen av bekkene. Generelt var tettheten av bunndyr, antall arter og diversitet høyest der substratet består av alt fra sand, grus og små til hodestore stein og hvor vannhastigheten er relativt liten. Slike forhold utgjør imidlertid en begrenset del bekkenes areal. Dette fordi de fleste av de undersøkte bekkene er svært bratte og domineres av et substrat bestående av store stein, blokk og fjell. Generelt var antall arter og tetthet av bunndyr lavere på bart fjell og stein. Der det finnes skjul i sprekker i steinen og i mose på stein, var det relativt mange arter til stede i høye tettheter.

Bunnfaunaen var dominert av nymfer av insektgruppene døgnfluer og steinfluer, og larver av vårfluer, fjærmygg og knott. De to sistnevnte kunne være tallrike også på bart fjell. Den mest artsrike gruppen var steinfluer, med elleve arter både i Tveitåni og Sitjeåi. Døgnfluer var fraværende i flere av bekkene, noe som høyst sannsynlig skyldes surt vann. Snegl ble bare funnet i en av bekkene og fravær av snegl og muslinger kan skyldes både vannkvalitet og høye vannhastigheter.

Det ble ikke påvist rødlista karplantearter eller mosearter i elvene, men tre rødlistete lavarter ble funnet i Rogaland. I Telemark ble det ikke i noen av bekkekløftene observert rødlistelav eller regionalt interessante arter. Det ble ikke funnet velutviklet fosserøykpåvirket eller andre sjeldne naturtyper i de undersøkte områdene.

Funn av pelssåtemose (*Campylopus atrovirens*) og flommose (*Hyocomium armoricum*) representerer uten tvil noen av de mest oseaniske artene i området og er bare utbredt på Vestlandet mellom Kristiansand og Møre. Arter som rødflik (*Lophozia sudetica*), skeiflik (*L. wenzelii*), rustmose (*Tetralohozia setiformis*) og fjellbinnemose (*Polytrichastrum alpinum*) har sin hovedutbredelse i fjellet, men går ned i sørboreal eller sågar ned i

boreonemoral skogsone. Her vokser de ofte i nærheten av fossefall og trives godt under slike forhold som karakteriseres ved konstant kjølig mikroklima gjennom hele sommeren. Ekornmose (*Leucodon sciuroides*) blir ofte regnet som en svakt østlig art.

En del regionalt interessante arter ble observert i Rogaland. *Lecidea roseotincta* og *Mycoporum antecellens* har begge har sine sørligste forekomster i Norge i Rogaland. *Micarea coppinsii* har sin sørøstgrense i Rogaland. *Micarea adnata* er rødlistet i Sverige. I Norge er den kun kjent fra Rogaland og Hordaland. Kort trollskjegg *Bryoria bicolor* og skrukkelav *Platismatia norvegica* er fuktighetskrevende arter.

Informasjonen som kommer frem av fugleregistreringene indikerer at vannføring er en viktig parameter for elvestrekningens betydning som habitat for fossekall og vintererle. De relativt kontinentale lokalitetene i Telemark og de mer oseaniske lokalitetene i Rogaland gir tilsynelatende likt tilbud til fossekall og vintererle. Det ble ikke registrert fossekall eller vintererle i bekkene som har en midlere årsvannføring under 0,2 m^3/s. Blant bekkene med høyere vannføring er plasseringen av Tveiteåno noe usikker. Det ble her ikke påvist fossekall eller vintererle, men ut fra bekkens størrelse og habitattilbud ble den vurdert å være en aktuell fossekallokalitet. Menneskelig aktivitet i forbindelse med anleggsarbeid ble betraktet som årsaken til at fossekall ikke ble observert i dette vassdraget. Modelsåi i Telemark skiller seg fra de andre lokalitetene ved å ha relativt stor vannføring uten å være habitat for fossekall og vintererle.

En sammenfattende syntese av de faglige utredninger som er foretatt i prosjektet indikerer at konfliktgraden trolig er størst for fagområdene vegetasjon og fugl ved bygging av små kraftverk. I en videreføring av prosjektet vil det være naturlig å følge opp dette.

1 Innledning

Små vassdrag har gjennom historien vært en viktig faktor for bosetting i distriktene. Kunstige vannveier ble anlagt for å få vannet frem til dyrkbar jord. Kvernhus ble bygget for å foredle kornet. Sagbruk ble anlagt ved markerte fallstrekninger og deler av vannmengden ble ledet vekk fra elvestrengen for å få kraft til oppgangssagen. Oppdemminger av tjern og vann ble gjort for å øke tilgjengelig vannmengde under vårflommen i den hensikt å få tømmeret nedover vassdraget. Dette var situasjonen frem til om lag midten av det 20. århundre.

Med utviklingen av vannet som kilde for produksjon av elektrisitet, endret bruken av vassdragene seg. Mens man tidligere brukte deler av de tilgjengelige vannmengdene til avgrensete tider av året, ble det nå betydelige endringer i vassdragets hydrologiske årssyklus og de påvirkete elvestrekningene økte i omfang. Spesielt gjelder dette de større vassdragene. I de senere år har igjen bekker og mindre elver fått økt fokus. Deres verdi som energikilde er blitt ettertraktet. Distriktene har ved å utnytte disse vannforekomstene fått et nytt bein å stå på i en tid da primærnæringen for øvrig viser synkende avkastning. Disse små kraftverkene deles etter installert effekt inn i mikro- (<100 kW), mini- (100-1000 kW) og småkraftverk (1-10 MW).

Det er klare likhetstrekk mellom små kraftverk og store vannkraftutbygginger ved at det oppstår brudd i lengderetningen. Til tross for betydelig kunnskap om miljøeffekter av store vannkraftutbygginger er det lite dokumentert kunnskap om miljøeffekter av små kraftverk. Før- og etterundersøkelser om biologiske effekter er i følge søk i elektroniske databaser mangelvare. Derimot forligger dokumentasjon om små kraftverk i Den tsjekkiske republikk som sammenligner bunndyr- og fiskebiomasse på strekningen med fraført vann og strekninger opp- og nedstrøms denne (Kubečka et al. 1997). Forskjellene er ubetydelig for bunndyr, men for fisk var det en reduksjon med en faktor på fire sammenlignet med strekningen med fraført vann. I Norge er det nylig gjennomført en studie på miljøkonsekvensene av mikro- og minikraftverk (Sægrov & Fimreite 1999). I denne ble det fokusert på landskap, anleggsomfang og vannføring, og konkludert med at utformingen av disse kraftverkene stort sett er gode, men med et forbedringspotensial.

Den totale kunnskapsstatus om miljøeffekter av mikro-, mini- og småkraftverk er derfor begrenset. Da populariteten av slike små kraftverk har økt vesentlig i senere tid, har forvaltningen en utfordring med å vurdere miljøeffektene av disse inngrepene. Ikke minst fordi slike kraftverksprosjekt ikke utelukkende er knyttet til vassdrag som tidligere har vært gjenstand for kraftutbygging. Siden små kraftverk og estetikk nylig har vært belyst (Sægrov & Fimreite 1999), vil dette prosjektet fokusere på økologiske problemstillinger.

I dette prosjektet er fisk utelatt. Grunnen til dette er at små kraftverk i sterkt begrenset grad berører fiskebestander direkte. I prosjektet er det fokusert representativitet, vegetasjon, fugl og bunndyr. Representativitet har gyldighet som følge av konsentrasjon av prosjektlokaliteter til spesifikke vassdragselementer, vegetasjon i lys av økt fokus på rødlistearter, fugl siden fossekall og vintererle er svært spesifikke i sine habitatkrav, og bunndyr siden deres artsrikdom kan vise endringer i økosystemet mer generelt. Følgende problemstillinger er reist for de utvalgte vassdragene der det er planlagt å bygge små kraftverk:

- Hvor unikt er vassdraget i forhold til vassdragene i regionen for øvrig?
- Er vassdraget et viktig habitat for vanntilknyttete fugler som fossekall og vintererle?
- Hvor hyppig forekommer rødlistete planter, særlig moser og lav på slike lokaliteter?
- Hvor stor forskjell er det i bunndyrsamfunnet langs en gradient fra inntaket og ned til utløpet av kraftverket?

Denne rapporten har ikke til hensikt å belyse de økologiske konsekvensene av små kraftverk. Snarere er hensiktene å beskrive status for noen utvalgte organismegrupper i lokaliteter som planlegges utbygd. Derved oppnås et svært verdifullt utgangspunkt for å gjennomføre undersøkelser etter at kraftverkene er bygget og mulighet til å beskrive effekten av små kraftverk på økosystemet.

2 Områdebeskrivelse

Den norske vassdragsnatur er svært variabel fra små kystvassdrag til store elver med utspring i kontinentale områder. Kompleksiteten øker ytterligere som følge av betydelige variasjon i nedbørforhold (Gottschalk et al. 1979) og geomorfologiske forhold og prosesser (Holtedahl 1953, Bogen 1996). I tillegg vil geologi være en viktig faktor for lokale variasjoner i flora og fauna. Noe av denne variasjonen er forsøkt tatt inn i dette prosjektet ved at fokus er rettet mot to klimatisk ulike regioner. Det er valgt ut fem vassdragselementer i indre deler av Telemark og syv vassdragselementer i nordre del av Rogaland (Figur 1). I den grad det har vært mulig har man forsøkt å velge prosjekter som er geografisk relativt samlet og at de hører til en av de tre kategoriene mikro-, mini- eller småkraftverk. Ut over dette er det ikke lagt spesielle føringer i utvelgelsen.

Figur 1. Oversikt over plasseringen av de aktuelle prosjekter (røde prikker) samt de områdene som er brukt i arbeidet med å sammenligne berørte nedbørfelt med områdene rundt

De sidevassdragene med tilhørende kraftverksprosjekter varierer i størrelse selv om de på generelt grunnlag må beskrives for å være små. Årlig middelvannføring variere mellom 0,02 og 0,71 m^3/s (Tabell 1). Majoriteten av prosjektene befinner seg 300-500 m o.h. Ikke i noen av prosjektene er det snakk om å magasinere vann, slik at kraftproduksjonen skjer på tilsiget. Installert effekt varierer mellom 18 og 1870 kW og en gjennomsnittlig produksjon mellom 0,1 og 6 GWh. Prosjektene fordeler seg på seks mikrokraftverk (<100 kW), fire minikraftverk (100-1000 kW) og ett småkraftverk (1-10 MW). Det er ingen sammenheng mellom vassdragets størrelse og planlagt installert effekt. Pålagt minstevannføring varierer mellom 0 og 45 l/s. Ytterligere beskrivelse av bekkene fremgår under de enkelte kapitlene senere i dokumentet.

Tabell 1. Karakteristika over vassdrag med omsøkte små kraftverk og som inngår i studien.

Lokalitet	**Nedbørfelt (km^2)**	**Spesifikk avrenning ($l/s/km^2$)**	**Middel-vannføring (m^3/s)**	**Slukeevne (m^3/s)**	**Plassering (kotehøyde) inntak-utløp**	**Installasjon/ produksjon (kW-GWh)**	**Pålagt minste-vannføring (l/s)**
Bjoråi	13,2	34	0,45	0,06	619-563	30-0,175	45
Modølsåi	12,0	28	0,35	0,4	455-310	357-1,5	30
Sitjeåi	8,0		0,19	0,09	556-500	27-0,12	15
Flatlandsåi	12,0		0,25	0,36	605-260	990-	20
Heiåi	5,3		0,12	0,06	550-250	121-0,64	10
Grytelva	3,9	60	0,23	0,35	370-31	960-3,28	20
Tveitliåna	7,0	102	0,71	1,10	320-120	1870-6,0	40
Nøksvatn øvre	1,25	65	0,08	0,06	507-257	99-0,79	8
Nøksvatn nedre	1,25	65	0,08	0,08	256-60	99-0,622	8
Tveiteåno	3,63	84	0,30	0,50	435-100	135-4,5	0
Fuglestein øvre	0,38	48	0,02	0,02	217-70	18-0,1	0
Fuglestein nedre	1,0	72	0,07	0,07	61-1	30-0,2	0

3 Resultater

3.1 Kartkarakterisering av nedbørfelt

Lars Erikstad, Vegar Bakkestuen og Svein-Erik Sloreid (NINA)

Målsettingen med arbeidet har vært å se om man på grunnlag av digital kartanalyse kan måle i hvilken grad enkelte mindre nedbørfelt er representative for større områder. NVE har valgt ut et mindre antall nedbørfelt knyttet til ulike utbyggingsprosjekter i to avgrensede områder i indre Telemark og Ryfylke (Figur 1). I disse nedbørfeltene er det planlagt mini- mikrokraftverk og det er meningen å undersøke om denne type kartanalyse kan benyttes til en mer overordnet vurdering av egenskapene til elveløp og nedbørfelt til hjelp for løpende saksbehandling.

I denne sammenheng er representativitet viktig fordi det gir grunnlag for å trekke på kunnskap for større områder i vurdering av prosjektene, samtidig som det vil være mulig å vurdere om enkelte vassdrag er så spesielle at de bør behandles grundigere enn den standard som ellers bestemmes. Videre er det slik at det må forventes at det blir etablert mange mini- mikrokraftverk etter hvert, prosjektene er små og det vil på sikt være ønskelig å se den totale belastning av slike anlegg i sammenheng innen større vassdrag og regioner. Da vil statistisk representativitetsvurderinger også være nyttig fordi de gir mulighet til å koble inngrepsoversikter til en oversikt over generelle miljøparametere.

Det er ganske selvfølgelig at den skala som velges ved datafangst, vil ha vesentlig betydning både på hvordan avledet informasjon kan brukes, dataenes kvalitet og kostnadene ved datafangsten. Likevel er det lett å overse dette. Vi vil helst ha detaljerte data, full oversikt, samtidig som begrensede ressurser ofte fører til underfinansiering av prosjekter når man ser på deres mål. Det er derfor av vesentlig betydning å utvikle en bevisst holdning til dette spørsmålet. Utgangspunktet er å formulere et realistisk mål, vite hvilke begrensinger som finnes ved de valg man gjør, og ha en bevisst strategi for forbedringer og utvikling når man ser at begrensningene på sikt er for store i forhold til tilgjengelige ressurser. Videre er det avgjørende i størst mulig grad å foredle og ta i bruk eksisterende datakilder slik at unødvendig dobbeltarbeid unngås. Dette gjelder både eksisterende databaser, rapporter, fly- og satellittbilder m.v., men i minst like stor grad eksisterende geodata i form av digitale kart.

Fordi mini- mikrokraftverk er små og ofte ligger i mindre sidevassdrag må man regne med at kartanalyser gjort på landsdekkende datasett som topografiske kart i målestokk 1:50 000 (N50) er for grove til å gjøre detaljerte analyser innen vassdragene. Bare problemet med kartgeneralisering av elvenettverk må påregnes å føre til problemer i en del slike områder. De overordnede kartdataene kan imidlertid anvendes til å sette de små vassdragene inn i en større sammenheng ved statistisk å vurdere deres egenskaper basert på overordnet kartkarakterisering. For å illustrere ulikhetene på data innsamlet i ulik målestokk er det også gjort en analyse av elveløp i et av vassdragene basert på så vel økonomisk kartverk (N5) og ved hjelp av flyfoto. Hensikten med dette er å gi råd om metoder og bruk av datagrunnlag knyttet til mini- mikrokraftverk i ulike situasjoner og til ulikt formål.

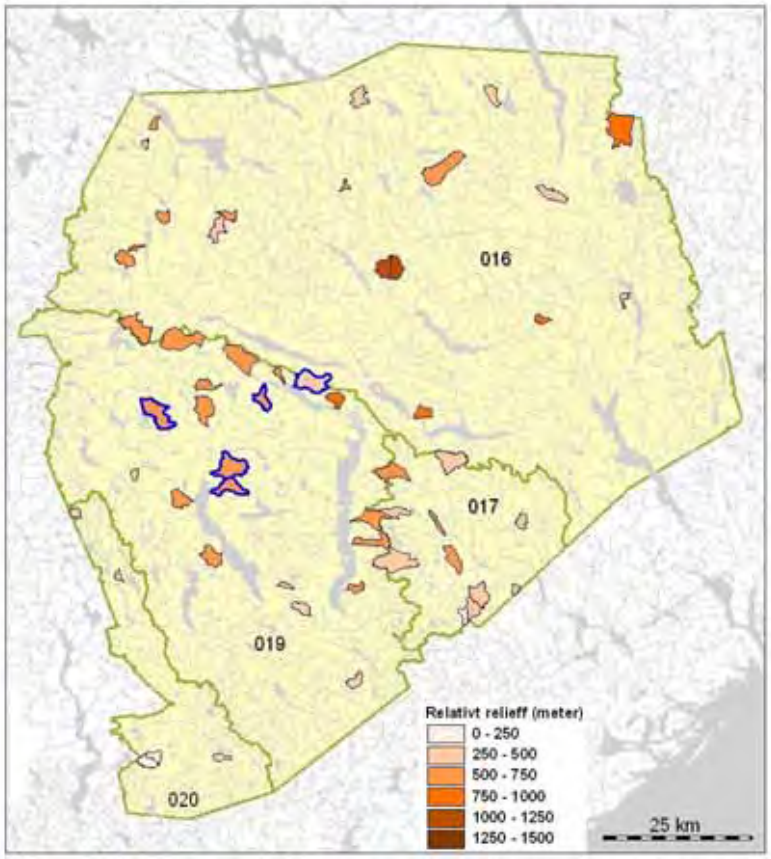
3.1.1 Materiale og metode

3.1.1.1 Utvalg av områder

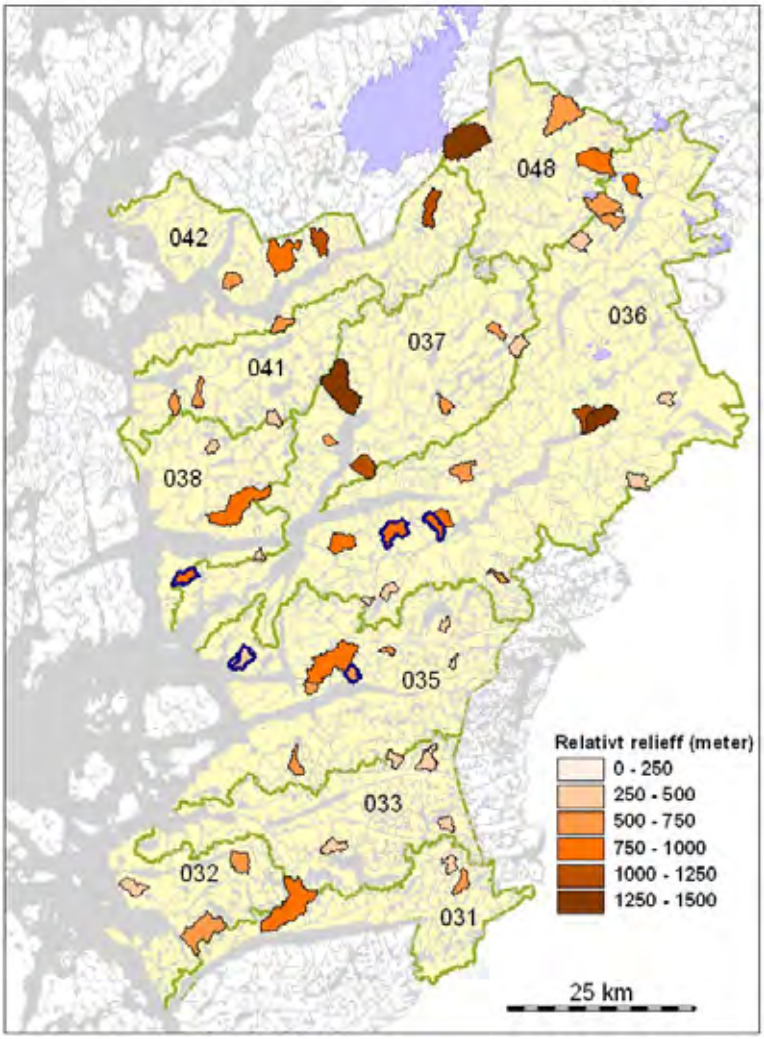
Analysen omfatter små nedbørfelt i indre Telemark og Ryfylke. Nedbørfeltene er så små og ligger slik til at flere ikke har eget definert nedbørfelt i REGINE. Dels er det ikke definert eget delnedbørfelt, dels ligger området i større nedbørfeltområder (f.eks. kystvassdrag). Det oppstår da et problem når nedbørfeltet skal anvendes for å samle egenskapsdata for området og når disse skal sammenlignes med andre nedbørfelt. Det vi har gjort her er selv å definere nedbørfelt basert på kartdataene og velge ut et antall tilfeldige nedbørfelt i områdene rundt som sammenligningsgrunnlag.

I og med at oppgaven har vært å teste representativitet, har vi valgt ut en region rundt de aktuelle nedbørfeltene hvor terrengforhold synes relativt like (Figur 2 & 3). Fra hver av disse regionene har vi trukket tilfeldig 50 mindre (størrelsesorden ca 1 – ca 20 km^2) nedbørfelt. Siden nedbørfelt ikke alltid er definert på forhånd har den praktiske løsningen på dette uttrekket vært at det ut fra en slumptabell (i form av et regulært grid der hver celle er definert av slumptall) er trukket 50 ruter og så er det definert nedbørfelt så tett inntil disse rutene som praktisk mulig. Uttrekket er gjort slik at det er blitt en fordeling av nedbørfelt i alle aktuelle nedbørfeltregioner relativt til størrelsen på området.

Utgangspunktet for analysen har dermed vært de nedbørfeltene som er valgt ut av NVE for analyse og 100 nedbørfelt for sammenligning, alt fordelt på to ulike områder.



Figur 2. Nedbørfeltene i Telemark der planene om nye kraftverk ligger er avgrenset med tykk blå strek, resten er sammenligningsfelt. Numrene angir vassdragsområde i REGINE. Høydevariasjonen er angitt for hvert felt i meter (relativt relieff).



Figur 3. Nedbørfeltene i Rogaland der planene om nye kraftverk ligger er avgrenset med tykk blå strek, resten er sammenligningsfelt. Numrene angir vassdragsområde i REGINE. Høydevariasjonen er angitt for hvert felt i meter (relativt relieff).

3.1.1.2 Digitale kartdata

Datainnsamlingen er gjort uten feltarbeid basert på landsdekkende kartdata etter en prosedyre som beskrevet i Erikstad m. fl. 2004. Det er lagt hovedvekt på innsamling av karakteriserende nedbørfeltparametere samt en enkel inndeling av elveløp basert på terrengets bratthet. En mer detaljert analyse av elveløpsform er ikke gjort, hovedsakelig fordi dette er små, bratte nedbørfelt der elver og bekker er små og kartrepresentasjonen av elvenettverket er relativt grov. Det er brukt digitale data fra kartserien N50 fra Statens kartverk.

De datasettene som er tatt i bruk er først og fremst vannlaget som spesifiserer vannflater og vannlinjer, samt arealdata som viser grove arealtyper:

- Bekker
- Vann og hav
- Skog
- Myr
- Dyrket mark
- Bebyggelse
- Veier

Statens Kartverks regulære høydegrid med geografisk oppløsning 25 m, er brukt for analyse av terrengforhold.

For illustrasjon av skalaforhold og tolkningsoppløsning er det også gjort noen analyser på finere kartskala (N5) og for samme område en flyfotoanalyse for validering av tolkningene. Her har ikke datagrunnlaget vært digitalt, slik at dette er gjort som en tradisjonell analog kartanalyse.

3.1.1.3 Nedbørfeltgenerering

Nedbørfeltene som er brukt i arbeidet er i hovedsak generert automatisk ved hjelp av modulen ”Hydro” i ArcView 3.3. Høydegrunnlaget har vært høydedatabasen med 25 meters geografisk oppløsning. Selve teknikken for generering av nedbørfelt ved hjelp av denne modulen er relativt enkel og pålitelig. Datagrunnlaget (høydedatabasen) som har vært tilgjengelig er imidlertid ikke spesielt godt til dette formålet.

Hovedproblemet er ikke den geografiske oppløsningen som er rimelig bra, men at dataene er interpolert fra et kotegrunnlag med ekvidistanse 20 meter. Det betyr at den vertikale oppløsningen ikke er spesielt god i flatt terreng og at høydemodellens terrengform i slike tilfeller ikke nødvendigvis følger de virkelige hydrologiske forhold. Dels kan det være avvik på hvor elven ligger i flatt landskap (for eksempel på flate vifter, delta og elvesletter som brukes som utgangspunkt for nedbørfeltgenereringen) og dels på flate fjellpartier nær vannskiller, noe som skaper problemer for korrekt bestemmelse av vannskiller. Det har derfor vært nødvendig med en manuell kontroll og tilpassing av prosedyren.

Utgangspunktet for nedbørfeltgenereringen har vært posisjonen der høydemodellen beregner at elven går, ikke der N50 kartdata har tegnet utløpet. I tilfeller der det eksisterer REGINE-grenser og avviket mellom automatisk generert grense og REGINE er stort, er REGINE brukt som korreksjon. I noen få tilfeller har det også vært nødvendig med en manuell trekking av grense basert på koter og det generelle kartbildet.

3.1.1.4 Nedbørfeltanalyser

Innsamling av viktige parametere for karakterisering av nedbørfelt er gjort ved enkle summeringsteknikker i GIS ut fra høydedatabasen og øvrige kartdata. Følgende mål er innhentet for samtlige av de definerte nedbørfelt:

Miljøparametre:

- Størrelse av nedbørfeltet (**Areal**)
- Høyeste punkt (**HOHMax**)
- Laveste punkt (**HOHMin**)
- Relativt relieff (”range” - forskjellen mellom høyeste og laveste punkt) (**RR**)
- Høyde/relieff forholdet (”Elevation - Relief ratio”) (**ER**)
- Prosent nordvendt terreng (**Nordvendt**)
- Prosent sørvendt terreng (**Sørvendt**)
- Prosent dekning av skog (**Skog**)
- Prosent dekning av myr (**Myr**)
- Prosent dekning av dyrket mark (**Dyrk**)
- Prosent dekning av tettbygd områder (**Tettbygd**)
- Prosent dekning av vann (**Innsjø**)
- Antall vann per km^2 (**Antvann**)
- Prosent dekning av bratt terreng (brattere enn 10 grader)(**Bratt_terreng**)

- Prosent dekning av midlere bratt terreng (mellom 4 og 10 grader)(**Middels_terreng**)
- Prosent dekning av rolig terreng (mellom 2 og 4 grader)(**Rolig_terreng**)
- Prosent dekning av flatt terreng (flater enn 2 grader)(**Flatt_terreng**)
- Minimum avstand til hav (**Minavsthav**)
- Mengde bekk per km^2 (**Mengde_bekk**)
- Mengde bekk i bratt terreng per km^2 (**Bratt_bekk**)
- Mengde bekk i middels bratt terreng per km^2 (**Middels_bekk**)
- Mengde bekk i rolig terreng per km^2 (**Rolig_bekk**)
- Mengde bekk i flatt terreng per km^2 (**Flat_bekk**)

Parametere knyttet til menneskelig påvirkning:

- Antall boliger per km^2 (**Hus)**)
- Antall hytter per km^2 (**Hytter**)
- Mengde offentlig vei per km^2 (**Bilvei**)
- Mengde privat vei per km^2 (**Småvei**)
- Minimum avstand til offentlig vei (**Min avstand bilvei**)
- Maksimum avstand til offentlig vei (**Maks avstand bilvei**)

Høyde/relieff forholdet (**ER**) gitt ved formelen

$(z_{middel} - z_{min})$ / **RR**, der z angir høyden,

og er regnet å være ekvivalent med det hypsografiske integral (Pike & Wilson 1971). Det betyr at indeksen sier noe om høydefordelingen innen nedbørfeltet med høye verdier som indikerer store deler av nedbørfeltet i høye høydelag i forhold til de laveste områdene i nedbørfeltet.

Alle målene er beregnet i programmet Arc View 3.3 ved hjelp av modulen Spatial Analyst (ESRI 1996). Polygonfiler er transformert til et grid med oppløsning på 25 m og arealberegningen gjort ved direkte opptelling av de ulike klassene.

Løpsklassifikasjon basert på terrengdata

Det finnes mange måter en kan karakterisere elveløp på. Tradisjonell kartlegging tar utgangspunkt i fluvialgeomorfologiske forhold der elvens gradient, løpsform og erosjons-transport- og sedimentasjonsforhold står sentralt. Det finnes internasjonale klassifikasjonssystemer (f.eks Rosgen 1996). Rosgens klassifikasjonssystem tar utgangspunkt i nettopp slike parametere og er bygget opp hierarkisk slik at det er mulig å gjennomføre klassifikasjonen på et overordnet nivå. Hovedparametrene for klassifikasjonen baserer seg på gradienten til elveløpet, forholdet mellom bredde og dybde, hvor sterkt elveløpet er kuttet ned i terrenget og elveløpets sinuositet (hvor mye elveløpet slynger seg). Dybde er en parameter som ikke finnes i eksisterende kartverk og som må måles i terrenget, mens de øvrige parametrene er sterkt skalaavhengige og vil bare i begrenset grad kunne måles med utgangspunkt i kartdata basert på kartseriene N50 og N250. På den annen side er elveløpstypene nokså klart delt i hovedtyper i forhold til gradient (Tabell 2).

De elveløpsanalysene som er utført i denne rapporten, er konsentrert om en analyse av terrengform og skråningsforhold og vil dermed kunne jevnføres med elveklassifiseringssystem av typen Rosgen (1996). Datagrunnlaget er basert på en interpolasjon av høydekurver med ekvidistanse 20 meter, noe som angir en klar

begrensing på detaljeringsnivået som det er mulig å oppnå i direkte målinger av høydeforskjeller i datasettet.

Tabell 2. Groveste elvetypeklassifikasjon forenklet etter Rosgen (1996) i forhold til elvas gradient.

Elveløpstype	**Gradient**	**Generell beskrivelse**
Aa+	>10 %	Meget bratte, nedskårede elveløp. Fosser og stryk, stort potensiale for transport av grovt materiale.
A	4-10 %	Bratte, nedskårete elveløp med stri strøm. Høyenergisystemer med stort transportpotensial, men stabile hvis substratet er fast fjell eller steinblokker.
B	2-4 %	Moderat gradient, moderat nedskåret, til dels stri strøm. Stabile elvekanter.
C	<2 %	Lav gradient. Meandrering med vel definert elveslette.
D	<4 %	Forgrenet elveløp. Svært vid kanal med erosjon i sidene.
DA	<0,5 %	Forgrenet elveløp i bred, godt vegetert elveslette, assosiert med våtmark. Stabile elvekanter.
E	<2 %	Lav gradient. Vide meandere med godt vegeterte og stabile kanter.
F	<2 %	Nedskåret meandere med høy erosjon i kantene.
G	2-4 %	Nedskåret, ravinelignende løp i løsmasse. Ustabil med høy erosjon.

Dette betyr at det ikke er mulig å etablere detaljerte elvegradientsanlyser med noen fornuftig grad av troverdighet i slakt terreng. Terrenginformasjonen er derfor brukt atskillig grovere for å inndele terrenget i enkle terrengklasser som har relevans i den videre analysen. Landskapet er delt i fire hovedklasser:

- Flatt terreng (sammenhengende områder med gradienter målt i databasen under 2 grader)
- Rolig terreng (2-4 grader)
- Midlere terreng (4-10 grader).
- Bratt terreng (sammenhengende områder med gradienter målt i databasen over 10 grader)

3.1.1.5 Variasjon i miljøvariable

For å analysere og tolke variasjon, det vil si likheter og ulikheter i og mellom nedbørfelt, ble den innsamlede miljøinformasjonen fra alle nedbørfeltene sammenstilt (dog ble Telemark og Rogaland holdt separat) og ordinert. Ordinasjon er en matematisk metode for å trekke ut hovedtrender (les: gradienter) i et materiale bestående av mange ruter eller stasjoner (her: nedbørfelt) og variable (her: miljøinformasjon).

Metoden er bygd opp rundt multippel regresjon hvor hensikten er å lage en optimal variabel som forklarer mest mulig av variasjonen i et datasett. Rent matematisk statistisk er denne forklaringsvariabelen den variabelen som gir høyest R^2-verdi (gir best regresjonstilpassing).

For å komme fram til denne forklaringsvariabelen brukes en iterativ algoritme bestående av multippel regresjon og kalibrering. I denne prosessen ordnes stasjonene og miljøvariablene i rekkefølge slik at størst mulig R^2-verdi kan oppnås. Når ikke lenger høyere forklaringsverdi kan oppnås, er prosessen ferdig og alle stasjoner og variable har fått en plassering i forhold til den hypotetiske forklaringsvariabelen som gir høyest R^2-verdi, eller matematisk sagt, langs en (ordinasjons)akse. Dette blir ordinasjonens første akse og oppgaven blir så å gi en relevant tolkning av den, dvs. å finne ut om denne hypotetiske forklaringsvariabelen som best forklarer hovedstrukturen i materialet samsvarer med reelle variable (her: miljøfaktorer eller gradienter i naturen).

Når første akse er utregnet, fortsetter ordinasjonen å trekke ut flere akser fra datasettet, men da er all variasjonen som tidligere uttrukne akser forklarer utelatt i den videre prosessen. Slik får man trukket ut uavhengige akser (gradienter) fra datamateriale i en ordnet rekkefølge hvor de første har størst betydning, dvs. forklarer den største andelen av variasjonen. Ordinasjonen gir opplysninger om hvor godt de ulike aksene representerer (forklarer) variasjonen i materiale gjennom egenverdier og prosent andel forklart variasjon.

Det finnes ulike typer ordinasjonsmetoder, men i denne analysen har vi valgt å bruke PCA (Principal Component Analysis; Pearson 1901), som forutsetter lineære sammenhenger mellom variablene (basert på lineær regresjon). Før ordinasjon ble alle variable undersøkt for normalfordeling og skjevt fordelte variable ble transformert for å oppnå best mulig symmetriske fordelinger. PCA ble kjørt i console versjonen av CANOCO 4.5 (ter Braak & Smilauer 1998). Variablene ble sentrert og standardisert og opsjonen for ”correlation biplot scaling” av aksene i CANOCO ble benyttet. ArcView ble benyttet for å plotte variablene i et ordinasjonsdiagram. Akseverdiene for rutescorene ble koblet opp mot originalrutenes posisjoner i GIS modellen for å visualisere den geografiske fordelingen av PCA-aksene.

For å studere representativiteten i miljøparametere hos nedbørfelt med minikraftverk i forhold til den variasjonen som opptrer i nedbørfelt regionalt i fylkene lar vi de 50 sammenligninsfeltene i hvert fylke representere den naturlige variasjonen. Det er på bakgrunn av disse en PCA-ordinasjon er kjørt og nedbørfeltene med minikraftverk er senere passivt ordinert inn for å se hvordan disse fordeler seg i forhold til den naturlige variasjonen, dvs. langs hovedgradientene av variasjon i miljøforhold innen og mellom nedbørfeltene i fylkene. Det er kun de naturlige miljøparametrene som er benyttet ved denne analysen. Dette dels fordi de menneskeskapte parametrene (hus, veier, dyrket mark etc.) er svært skjevt fordelt i disse små nedbørfeltene og ikke lar seg matematisk normalisere slik metoden krever, men også fordi vi ser på representativiteten ut fra naturgitte forhold og kan vurdere menneskeskapte forhold uavhengig av dette. For å kunne gjøre det, har vi utført korrelasjonsanalyser mellom inngrepsvariabler og ordinasjonsakser. Som mål for korrelasjon ble Kendall´s τ benyttet (Conover 1980). Dette er et ikke-parametrisk mål, og Fenstad et al. (1977) fremhever bruken av Kendalls´s τ når den underliggende fordelingen er ukjent. I den tosidige testen basert på τ er nullhypotesen at to variable er gjensidig uavhengige, mens alternativet er at de samvarierer (positivt

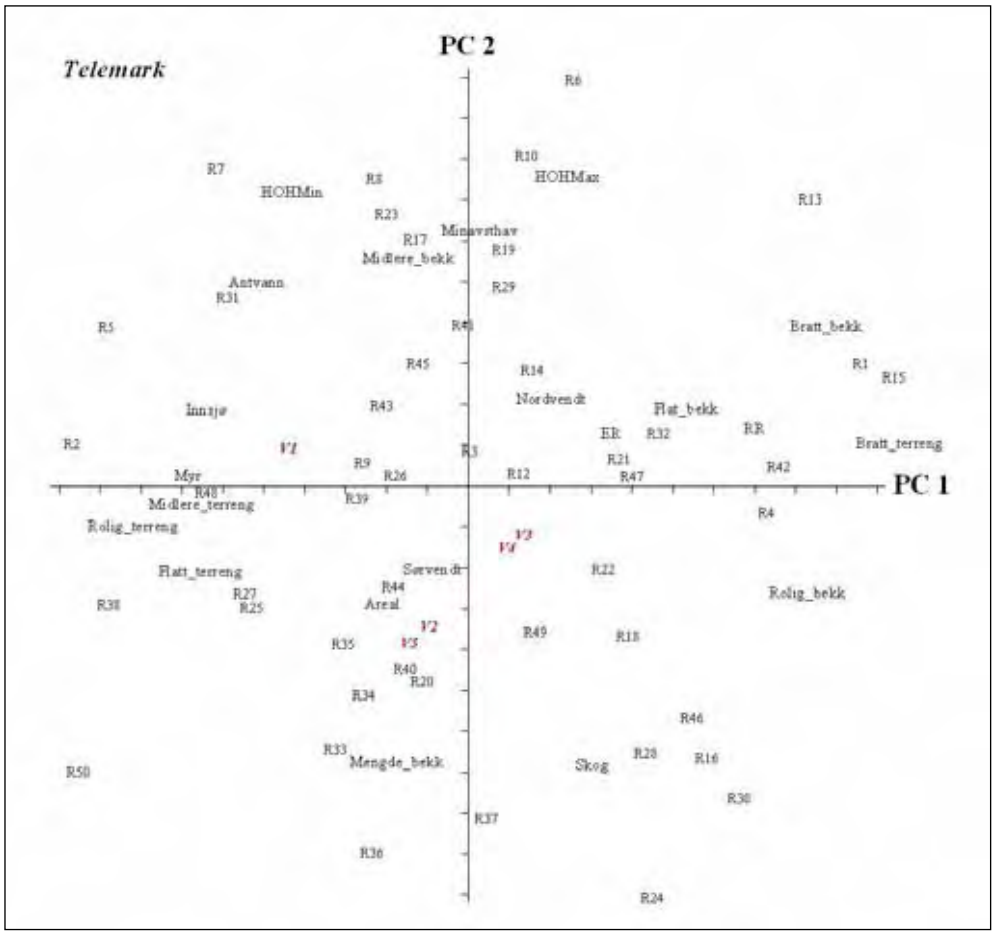
eller negativt). Beregningen av τ og statistisk testing av denne er utført i SPSS 12.0 (SPSS 1999).

3.1.2 Resultater

3.1.2.1 Nedbørfeltstatistikk

Det er utført korrelasjonsanalyse av alle parametere. Resultatene er summert opp gjennom presentasjonen av pca-analysen.

Resultatet av ordinasjonens to viktigste akser for Telemark er vist i Figur 4. Dette er et såkalte biplot, hvor det er eksisterer gitte regler for tolkningen av figuren. Generelt kan man si at nedbørfelt (angitt som V1-V5 og R1-R50) som ligger tett på hverandre er ganske like med tanke på innhold av de ulike miljøparametere målt. Nedbørfelt som ligger på hver sin side av en akse (som for eksempel R2 og R42 langs akse 1) er også korrelert med da med negativt fortegn, noe som betyr at det den ene har mye av har den andre heller mindre av.



Figur 4. PCA akse 1 og 2 for Telemark. For nærmere forklaring, se teksten.

Miljøparametrene (angitt ved navn) kan ses på som vektorer og deres korrelasjon med ordinasjonsaksene finner man med å projisere deres plassering i diagrammet ned på hver enkelt akse. Høye verdier angir god korrelasjon og et eksempel er gitt ved Bratt_terreng, som har høye verdier på akse 1 og lave verdier på akse 2, med andre ord at denne

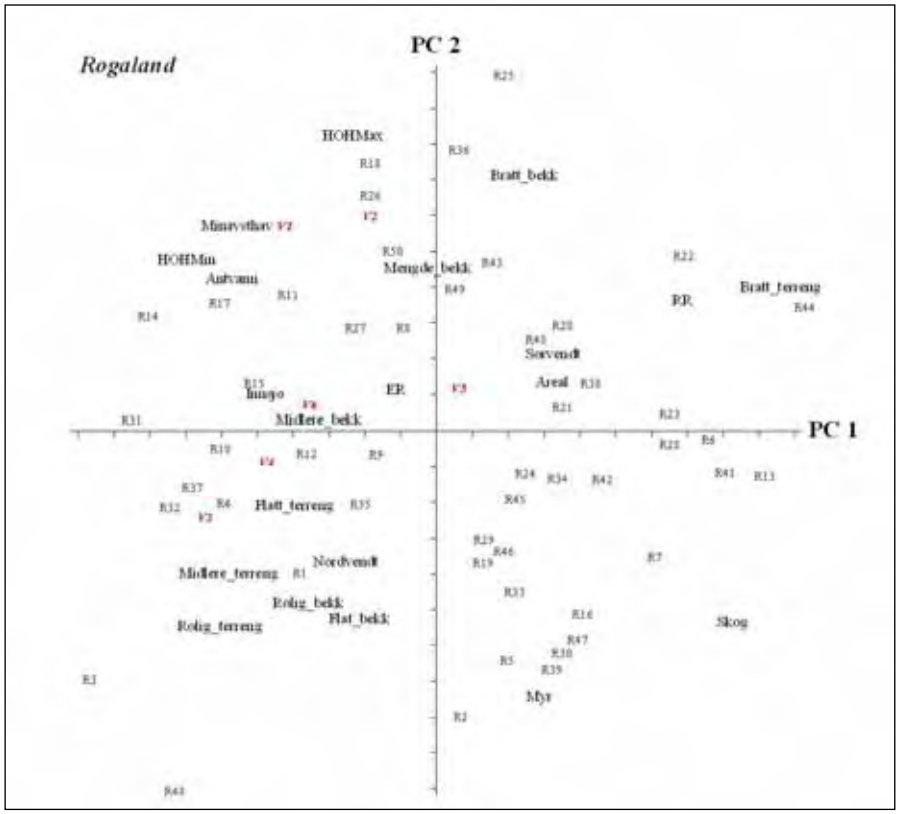
parameteren er godt korrelert med akse 1 og nesten indifferent langs akse 2. Nedbørfelt som i figuren ligger tett på en miljøparameter kan man generelt si innholder store mengder av nettopp denne.

Man kan også få generell informasjon om mengden av miljøparametrene i de ulike nedbørfeltene av figuren ved å projisere deres plassering ned på en tenkt vektor mellom origo og plasseringen av miljøparameteren. Hvis verdien er på samme side som origo som selve miljøparameteren øker mengden av denne i denne retningen og omvendt. Akse 1 i Figur 3 & 4 kan således tolkes i å ha spredd nedbørfeltene (og miljøparametrene) langs en gradient (hypotetisk forklaringsvariabel) hvor mengde Bratt_terreng og mengde Rolig_terreng utgjør ekstremene. Nedbørfelt som ligger tett på lokaliseringen av Bratt_terreng parameteren i figurene, som R1, R15, R42, R4 osv., må da antas å inneholde mye bratt terreng, og nedbørfelt som etter projisering ned på Bratt_terreng vektoren, ligger på samme side av origo (kan være R49, R12 eller R16) har økende mengde bratt terreng langs vektoren.

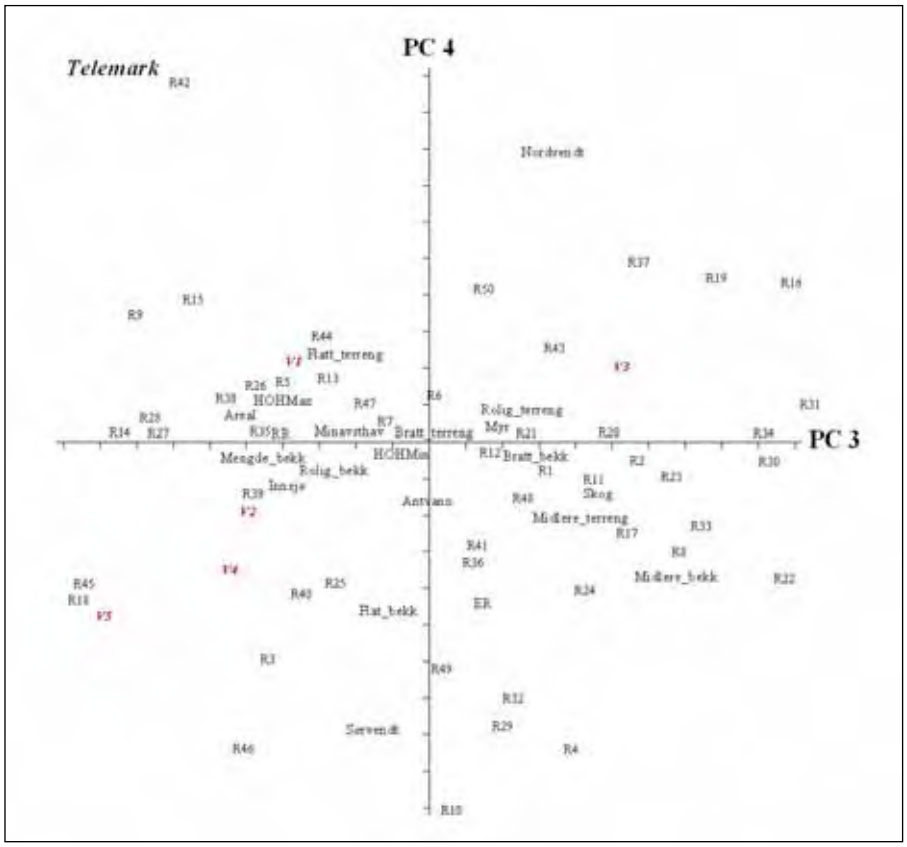
Den samme tolkningen kan legges til grunn på motsatt side av første aksen hvor for eksempel R2, R38 og R48 (i den rekkefølgen) må antas å innholde mye rolig terreng. Bratt_terreng og Rolig_terreng ligger på motsatt side av akse 1 og må antas å være motsatt korrelert. Vi tolker ut fra disse observasjonene at førsteaksen i ordinasjonen sannsynligvis representerer en bratthetsgradient. Vi ser for eksempel at mengde myr ligger tett innpå Rolig_terreng og kan derfor tolke at myr her opptrer først og fremst i nedbørfelt med mye rolig terreng. Vi kan tolke den andre ordinasjonsaksen på samme måte og vi ser at høyde over havet er godt positivt korrelert, og at parametrene Mengde_bekk og skog er negativt korrelert. Ut fra dette og også vurdering av lokalisering av andre parametere (som for eksempel minimumsavstanden til hav) tolker vi denne aksen som en høydegradient.

Resultatene fra Rogaland (Figur 5) viser samme mønster men med noen avvik. Viktigst er at mengde myr og mengde rolig bekk har byttet plass langs akse 1. Det vil si at mengde myr i Rogaland er svakt positivt korrelert med mengde bratt terreng og mengde rolig bekk er negativt korrelert. Langs akse 2 har mengde bekk skiftet fra sterkt negativt til positivt korrelert med høyde over havet og mengde flat bekk er omvendt korrelert. Videre er det verdt å merke seg at myr er gått fra relativt indifferent til sterkt negativt korrelert med høyden.

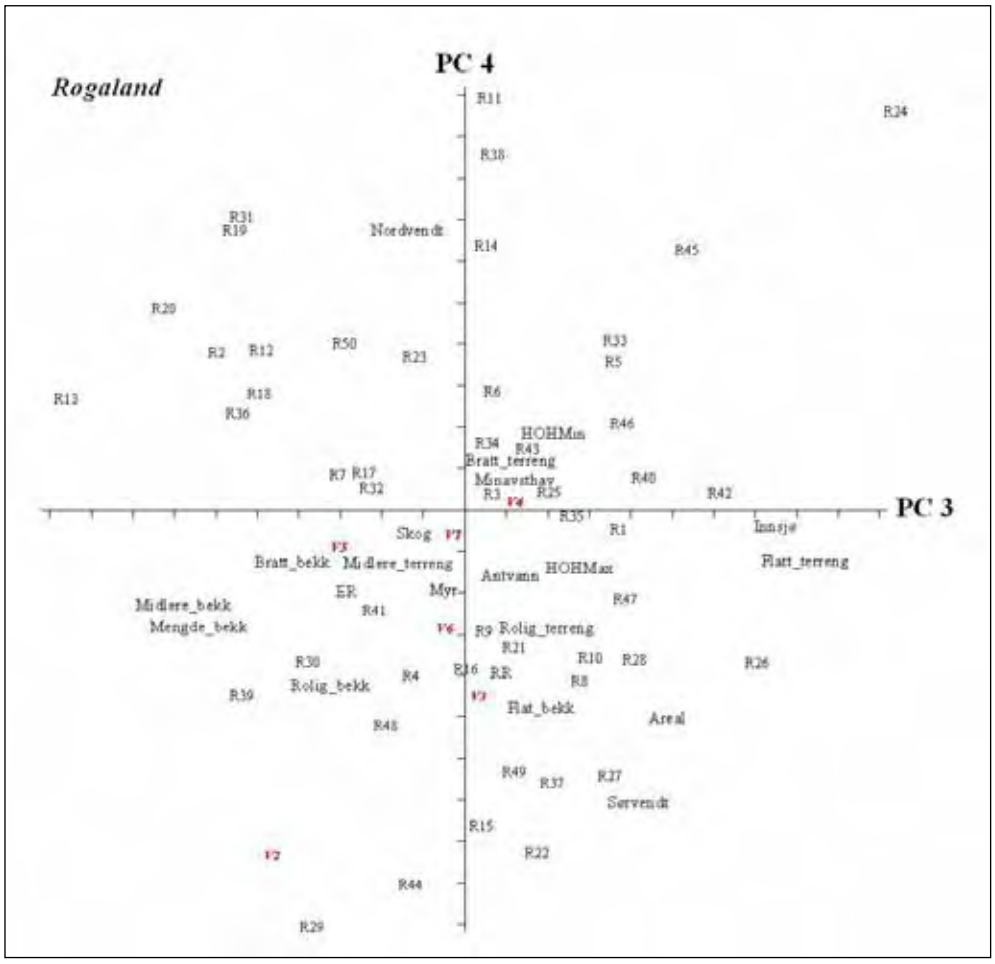
De to første aksene i pca-ordinasjonen står for ca 50 % av variasjonen i det totale materialet. Det er også beregnet to akser til, PCA3 og PCA4 (Figur 6 & 7). De står hver for ca 10 % av variasjonen i materialet. Det er ikke uvanlig at tredje og fjerde akse i en slik ordinasjon er svært vanskelig å tolke. Vi har heller ikke her funnet en klar tolkning på akse 3. Akse 4 ser ut til å inneholde en restvariasjon knyttet til om nedbørfeltene i hovedsak er sørvendt eller nordvendt. En stor del av denne egenskapen ser ikke ut til å være relevant knyttet til de viktigste fysiografiske egenskapene ved vassdragene, selv om vi ser en svak korrelasjon langs begge aksene i for eksempel Figur 4, og samles tydeligvis opp som en restvariasjon i akse 4.



Figur 5. PCA akse 1 og 2 for Rogaland. For nærmere forklaring, se teksten.



Figur 6. PCA akse 3 og 4 for Telemark. For nærmere forklaring, se teksten.



Figur 7. PCA akse 3 og 4 for Rogaland. For nærmere forklaring, se teksten.

Når det gjelder korrelasjon mellom de naturgitte miljøparametrene i nedbørfeltene og de menneskeskapte ser vi i Tabell 3 at det i Rogaland er signifikante korrelasjoner knyttet til terrenget (akse 1) i forhold til mengde dyrket mark, hytter, boliger, småveier, bilveier og avstand til vei, og også i forhold til akse 2 (høydeaksen) for hytter og avstand til vei. I Telemark (Tabell 4) er korrelasjonene mindre klare, det er bare avstand til vei som er signifikant omvendt korrelert til terrengaksen og mengde småveier tilsvarende til høydeaksen.

Representativiteten til de 12 vassdragene som er undersøkt i forhold til de 100 sammenligningsvassdragene ses best ut fra Figur 4-5. Den generelle samling av nedbørfelt rundt origo i figurene antyder at gruppen nedbørfelt har rimelig stor grad av likhet, noe som var forventet i og med at dette var en viktig del av undersøkelsesopplegget der nedbørfeltene var samlet fra en felles landskapsregion. At de undersøkte vassdragene faller rimelig inn i mengden av den totale mengde vassdrag for hver region antyder også at de er representative for disse to regionene.

Tabell 3. Korrelasjoner mellom menneskepåvirkede parametere og ordinasjonsaksene i Telemark.

		AX1	AX2	AX3	AX4
Dyrket	Correlation Coefficient	0.252	-0.238	-0.066	0.103
	Sig. (2-tailed)	0.014	0.021	0.521	0.319
	N	55	55	55	55
Tettbygd	Correlation Coefficient	0.042	-0.028	-0.127	-0.092
	Sig. (2-tailed)	0.705	0.801	0.257	0.413
	N	55	55	55	55
Hytter	Correlation Coefficient	0.126	0.188	-0.140	-0.108
	Sig. (2-tailed)	0.180	0.046	0.137	0.249
	N	55	55	55	55
Boliger	Correlation Coefficient	0.130	-0.238	-0.056	0.147
	Sig. (2-tailed)	0.213	0.023	0.594	0.160
	N	55	55	55	55
Småveier	Correlation Coefficient	0.207	-0.440	0.016	-0.060
	Sig. (2-tailed)	0.030	0.000	0.866	0.532
	N	55	55	55	55
Bilveier	Correlation Coefficient	0.191	-0.248	-0.080	-0.068
	Sig. (2-tailed)	0.061	0.015	0.431	0.500
	N	55	55	55	55
Min_vei	Correlation Coefficient	-0.364	0.180	0.059	0.120
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.065	0.548	0.221
	N	55	55	55	55
Middel_vei	Correlation Coefficient	-0.394	0.154	-0.125	0.030
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.096	0.179	0.744
	N	55	55	55	55

Tabell 4. Korrelasjoner mellom menneskepåvirkede parametere og ordinasjonsaksene i Rogaland.

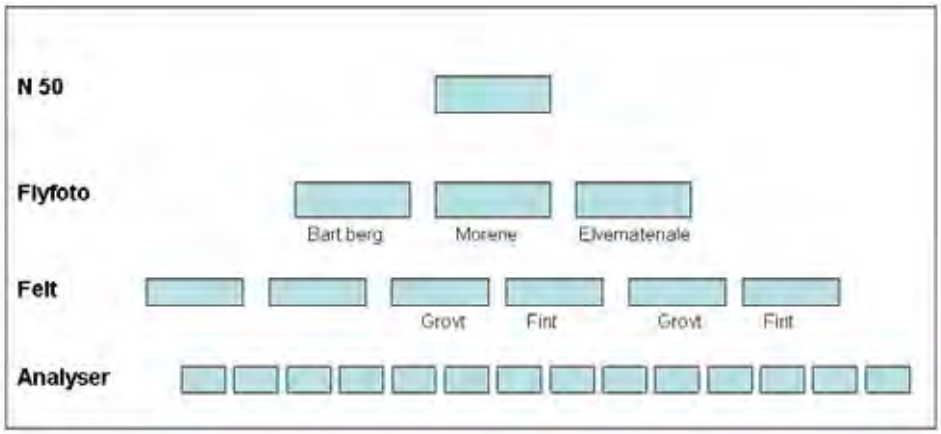
		AX1	AX2	AX3	AX4
Dyrket	Correlation Coefficient	-0.329	0.241	-0.086	-0.161
	Sig. (2-tailed)	0.001	0.020	0.408	0.119
	N	56	56	56	56
Tettbygd	Correlation Coefficient	-0.155	-0.058	0.086	-0.155
	Sig. (2-tailed)	0.164	0.599	0.439	0.164
	N	56	56	56	56
Hytter	Correlation Coefficient	-0.262	0.318	0.048	-0.258
	Sig. (2-tailed)	0.007	0.001	0.623	0.008
	N	56	56	56	56
Boliger	Correlation Coefficient	-0.385	0.188	-0.066	-0.179
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.069	0.525	0.083
	N	56	56	56	56
Småveier	Correlation Coefficient	-0.384	0.215	-0.138	-0.109
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.030	0.165	0.272
	N	56	56	56	56
Bilveier	Correlation Coefficient	-0.419	0.256	-0.001	-0.130
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.011	0.994	0.194
	N	56	56	56	56
Min_vei	Correlation Coefficient	0.515	-0.277	0.035	0.140
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.005	0.716	0.152
	N	56	56	56	56
Middel_vei	Correlation Coefficient	0.406	-0.348	0.134	-0.038
	Sig. (2-tailed)	0.000	0.000	0.145	0.682
	N	56	56	56	56

3.1.2.2 Elveløpsanalyser

Det har ikke vært grunnlag for å gå mer i detalj ved bruken av N50 kartmateriale enn å inndele elveløpene i grove gradientklasser. Det må understrekes at vi ikke har målt gradient per se, men samlokalisering av elveløp og terrengklasser. I og med at høydedatabasen er interpolert fra koter med 20 meters ekvidistanse vil direkte gradientmål på elven til detaljert bruk kunne gi et falskt bilde. Et annet og vel så viktig

moment er at i så små nedbørfelt er kartgeneraliseringen så vidt stor at elvenettverket som brukes bare i begrenset grad representerer den totale mengde bekk og elv. Materialet er med andre ord mest egnet for grov statistikk, ikke detaljert registrering.

For slik detaljert vurdering av hvert enkelt vassdrag og dets elveløpsformer er det nødvendig å ta i bruk mer detaljerte kartdata, flyfotostudier og feltregistreringer. Vurderingen av valg av metode er en avveining av i hvilken grad detaljinformasjon er nødvendig og hvor store ressurser som er tilgjengelig for undersøkelsen. Figur 8 viser dette forholdet, som er generelt for alle typer kartlegging. I tillegg til at ressursbehovet øker med økende detaljeringsgrad vil det også bli vanskeligere å finne materiale for sammenligning og måling av for eksempel representativitet.

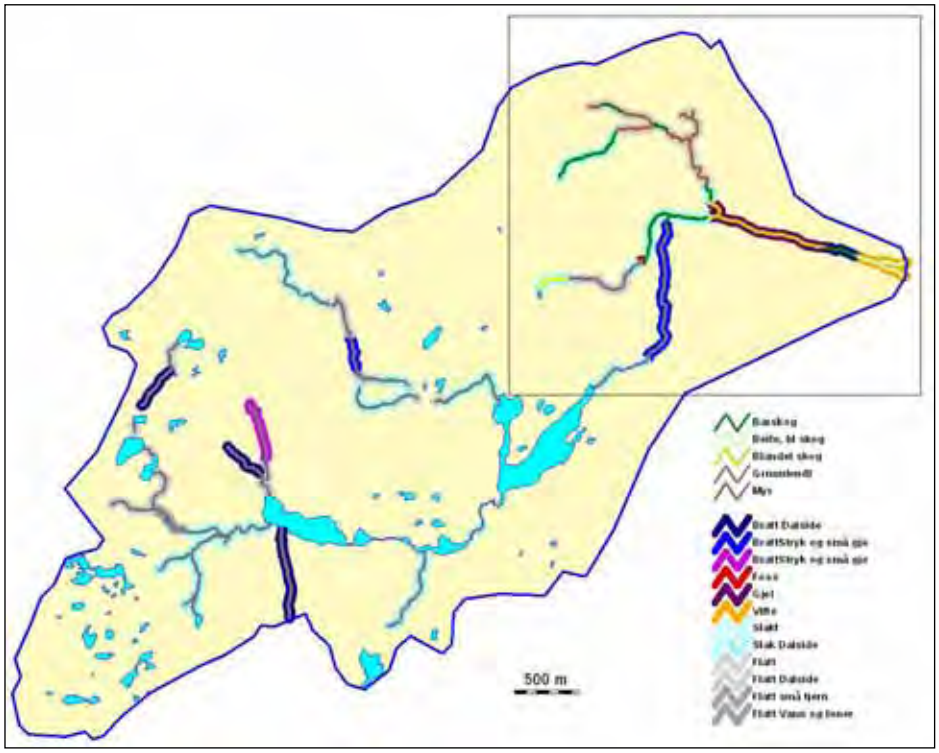


Figur 8. Sammenheng mellom arbeidsinnsats og metodikk i forhold til detaljkravet som stilles ved en undersøkelse. Eksemplet forholder seg til registrering av materiale langs elveløpet (Smith-Meyer 1995).

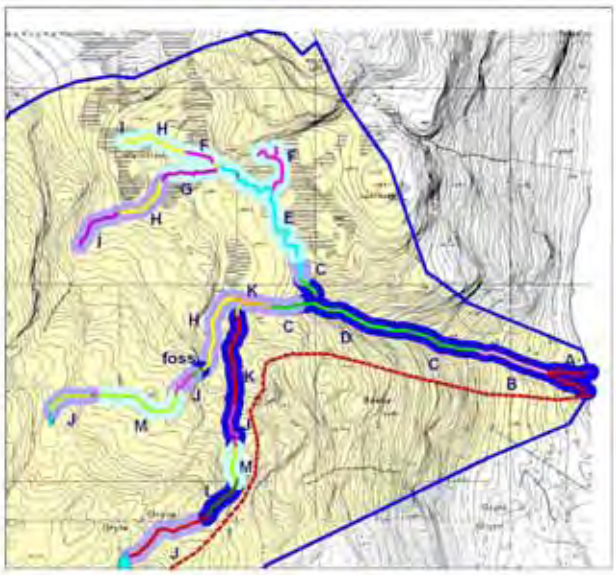
For å illustrere mulighetene og det nødvendige i å gå mer detaljert til verks knyttet til en reell vurdering av konkrete mini- mikrokraftsverksprosjekter, har vi utført en analyse av ett av de undersøkte nedbørfeltene. Vi har ikke hatt tilgang på digitale N5 kartdata, så denne analysen er foretatt manuelt på analoge N5 kart. Ved digital datatilgang vil et N5 kart (med 5 meters ekvidistanse og tilgang på digital markslagsinformasjon) gi grunnlag for en høydemodell med 10 meters oppløsning og relativt detaljert terrenganalyse. Digitale markslagskart vil også gi bedre informasjon enn det som fremkommer i Figur 9, i og med at både myr og skoginformasjon normalt er mer oppdelt for å få fram myrdybde, myrtype, bonitet osv. Om det i tillegg er tilgang på detaljerte geologiske kart (fortrinnsvis løsmassekart) vil informasjonsmengden øke ytterligere, men slik kartlegging finnes bare i begrenset omfang i relevante målestokker.

Figur 9a viser elve- og bekkeløp i Grytelvas nedbørfelt, manuelt klassifisert etter gradient og markslagsinformasjon fra økonomisk kartverk presentert etter modell av Smith-Meyer (1995). Selv om figuren gir et betydelig mer detaljert bilde av elver og bekker i nedbørfeltet (se for eksempel stiplet strek som angir elver og vann i N50 kartbasen), vil en digital analyse av tilsvarende materiale kunne gi ytterligere informasjon med en detaljeringsgrad som er vanskelig å representere på enkle kartfigurer. Allikevel er det klart at supplerende flyfototolking ytterligere vil gi supplerende datafangst av relevant betydning for en detaljvurdering av vassdraget (Figur 9b). Terrenganalyse, kartanalyse

samt stereografisk betraktning av flyfoto gir et godt bilde på naturforholdene knyttet til planlagte inngrep, men ofte er de spørsmål som stilles ved vurdering av konsekvens for naturmiljøet av en slik detaljert art at en også må påregne feltvalidering (Smith-Meyer 1998).



Figur 9a. Registrering av elveløpsform og vegetasjon basert på økonomisk kartverk (N 5). Rammen viser utsnittet i figur 9b.



Figur 9b. Registrering av elveløpsform og vegetasjon basert på manuell flyfototolkning (sorthvitt bilder, målestokk 1:15 000). Bred mørkeblå strek: bratt, mellomblå: slakt, lyseblå: flatt. Bokstavkoder: A: Vifte, beitemark. B: Nedskjæring i løsmasser, glissen skog og beitemark. C: Fast fjell og grov morene, tett skog. D: Gjel, fast fjell og grov morene, tett skog. E: Slakt løp i myrterreng. Stedvis meandrerende. Busker og trær i kanten av bekken. F: Strakt løp i svakt hellende myrterreng. G: Løp i morene i veksling med myr, spredt skog. H: Løp i morene, spredt skog. I: Rett løp i bakkemyr. J: Løp i bart fjell. K: Løp i morene, tett skog. L: Løp i bart fjell, sprekker og små gjel. M: Forgrenet elveløp og mindre meandre på små elvesletter/morenemateriale.

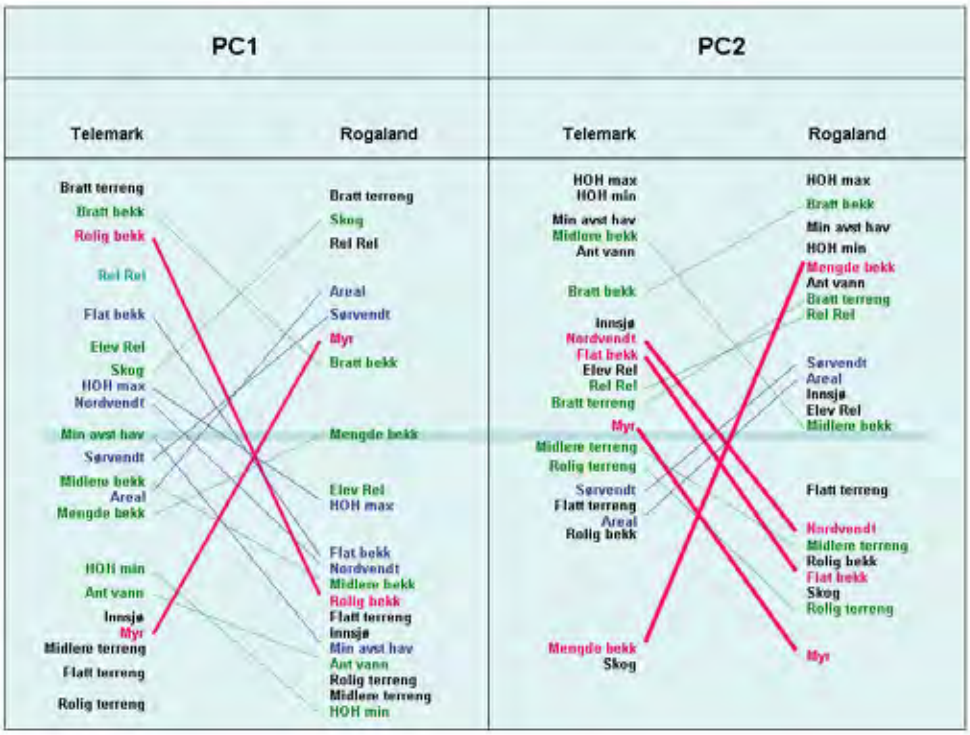
3.1.3 Diskusjon

De aktuelle nedbørfeltene er små og det brukte kartmaterialet er helt klart på grensen skalamessig for å karakterisere relevante forhold ved disse vassdragene. Generell statistikk basert på grove arealklasser og høydeinformasjon gir meningsfulle resultater og vil gi grunnlag for beregninger på regionalt og dels nasjonalt nivå knyttet til viktige vurderinger som representativitet, sjeldenhet og typologi.

Et av de problemene en står ovenfor i denne sammenheng er at det ikke finnes en enhetlig oversikt over nedbørfelt som også dekker systematisk mindre vassdrag. Nedbørfelt er en viktig inndeling, praktisk og prinsipielt, knyttet til forvaltning (for eksempel vanndirektivet (for eksempel Solheim et al. 2003) og for vurdering av naturlige prosesser. Begrepet er imidlertid ikke skaladefinert og har ingen prinsipiell nedre grense. Selv de minste vassdragene i denne undersøkelsen som er på ca 1 km^2 i areal, kan deles i stadig mindre delvassdrag, samtidig som det er like korrekt å kalle Glommas nedbørfelt, som dekker store deler av Sør-Norges areal, et nedbørfelt. REGINE som er den eneste offisielle database knyttet til nedbørfelt er ikke systematisk, ved at inndelingene dels er knyttet til hele nedbørfelt, dels deler opp nedbørfelt i underenheter som ikke nødvendigvis er nedbørfelt og dels har kystvassdragsområder som består av mange små vassdrag. Hadde det eksistert en offisiell nedbørfeltsdatabase som inkluderte delnedbørfelt ned til en viss størrelse knyttet til elvenettverket som er basert på N50 elvelinjer og elvepolygoner (Kristensen 2004), ville det vært mulig å gjøre denne type beregninger med større grad av effektivitet. Alternativt ville denne type beregninger kunne gjøres mye mer effektivt om det hadde eksistert en mer detaljert høydedatabase som var hydrologisk korrigert (slik at høydedata og elvenettverk samstemte). Designet i denne undersøkelsen ser imidlertid ut til å fungere godt, selv om det er mer arbeidskrevende enn det kunne vært hvis det hadde eksistert en slik nedbørfeltdatabase.

I figur 10 har vi samlet parametrene for de to første pca-aksene for de to ulike områdene. Her er parametrene satt opp i rekkefølge og omtrentlig riktig plassering langs de to aksene. Likheten mellom de to områdene er at det er ganske klart at aksene må tolkes prinsipielt likt som henholdsvis en terrengtypeakse (akse 1) og en høyde over havet akse (akse 2). Tabellen viser ulikheten på materialet fra de to områdene og illustrerer ideen og poenget med denne type representasjonsmål. Når nedbørfeltene er valgt ut blant relativt små nedbørfelt i begrensede regioner, er det forventet at variasjonsbredden er mindre enn om vi sammenligner med to helt ulike områder. I det foreliggende materialet er det snakk om et vestlandsk fjord- og dallandskap i forhold til et østlandsk forfjellsterreng. Analysene viser at de undersøkte vassdragene synes representative for hver sin region, mens når man ser på de to områdene i forhold til hverandre viser det seg at parametrene endres noe i betydning og korrelasjonsmønstre. Dette kan utnyttes ved å analysere materiale fra større områder sammen og se på og grupper i ordinasjonsmaterialet med tanke på regionalisering.

Områdene vi har sett på er relativt like, men med noe større relieff og større nærhet til sjø i Rogaland. Aksene uttrykker stort sett de samme relasjonene, mens enkelte parametere endrer plass, langs begge akser, for eksempel mengde myr. Myr ligger normalt i flatt til svakt skrånende terreng, sjelden svært høyt til fjells, i Rogaland lokalisert noe lavere og mer konsekvent i dalbunner enn i Telemark, noe som slår klart ut i ordinasjonen.

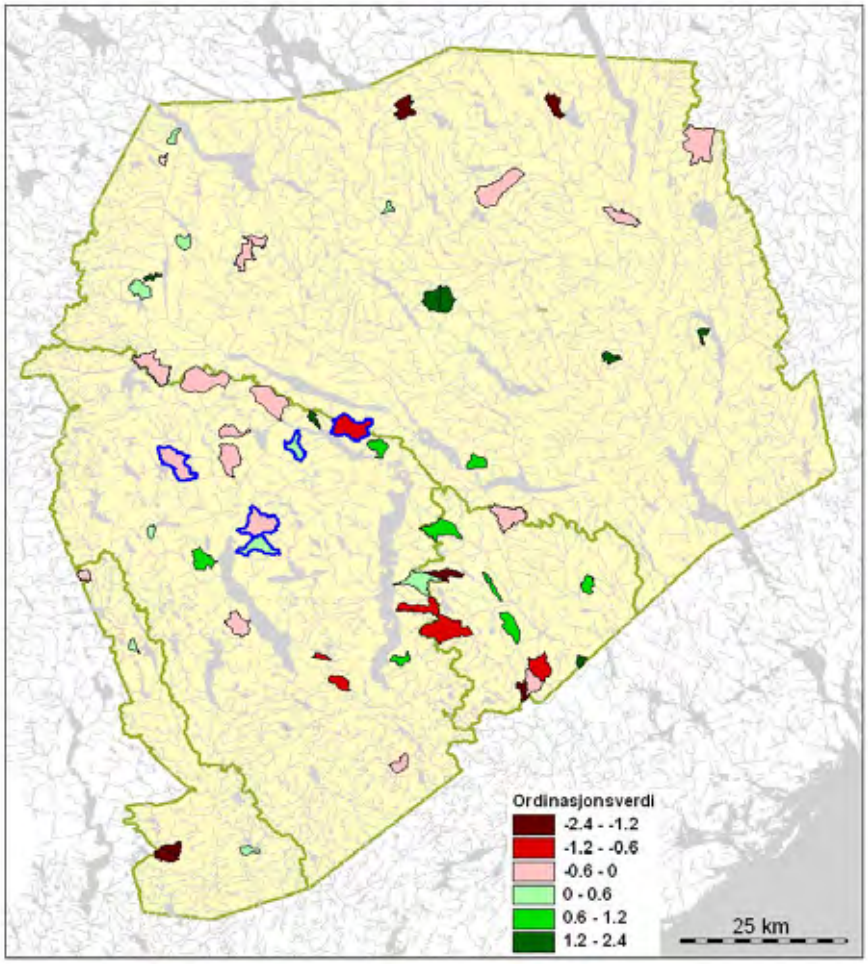


Figur 10. Variasjoner mellom parametrenes plassering langs de to første ordinasjonsaksene.outliere.

Ellers er det viktig å merke seg at det ikke er en motsigelse at parametere som mengde Flatt_terreng og mengde Bratt_terreng kan falle relativt likt ut i ordinasjonen. De aktuelle landskapstypene har et typisk glasialt preget landskap i kombinasjon med et paleisk landskap (Gjessing 1967). Bratt terreng i dalsidene og flate dalbunner, samt viddeformer på fjellet skaper nettopp denne type forhold der landskapet har en samvariasjon og spenning mellom bratte og rolige terrengformer. Dette er også forklaringen på at ikke parametrene bratt, middels, rolig og flatt terreng nødvendigvis samvarierer med de samme klassene målt langs elv- og bekkeløp. Elveprofilen følger dalformen og viser ikke nødvendigvis samme frekvens i bratthetsklasser som terrenget for øvrig.

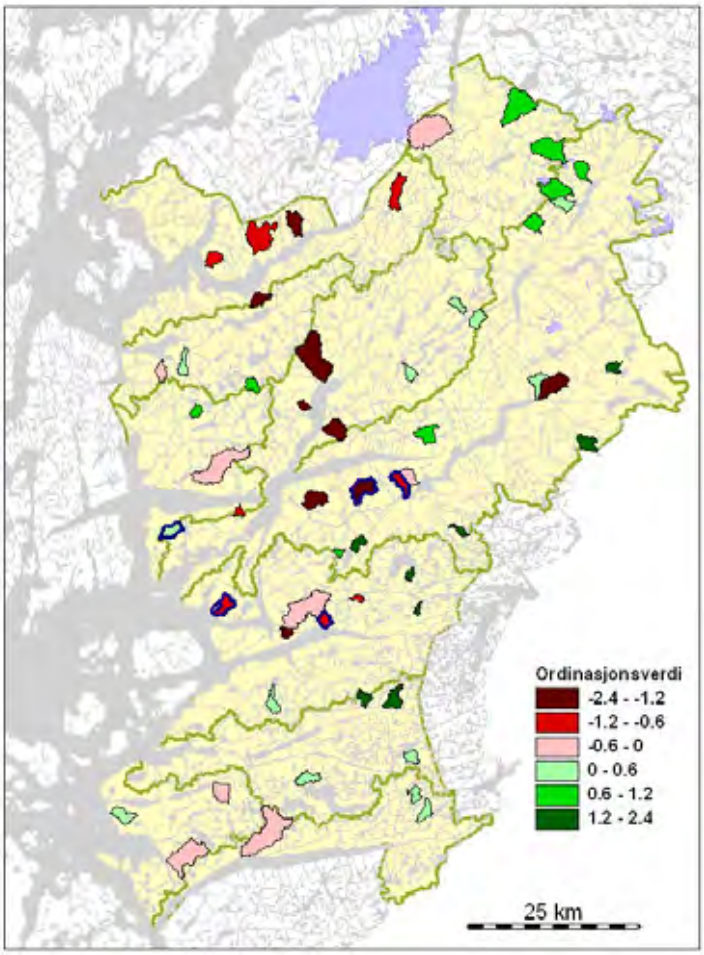
I Figur 11 til 14 er ordinasjonsverdiene presentert geografisk, noe som letter tolkningen av aksene og hjelper til med å dokumentere vurderingene av representativitet. Ved å gå tilbake til de grunnleggende kartdata ser man her at variasjonene i terreng som f.eks vist i figur 2 og 3 reflekteres til en viss grad i de ordinasjonsverdiene nedbørfeltene får i PCA analysen og at fordelingene av nedbørfeltene der det er planlagt kraftverk er rimelig fordelt i forhold til sammenligningsfeltene. En mindre skjevhet kan ses i Rogalandsmaterialet, noe som også vises i ordinasjonsdiagrammet (figur 5).

Det er interessant å merke seg at størrelsen på nedbørfeltet (innenfor det utvalgte størrelsesintervall på fra 1 – 20 km^2), ikke ser ut til å korrelere i vesentlig grad mot de andre parametrene. Det ser med andre ord ut til at små nedbørfelt har egenskaper relativt uavhengig av deres størrelse. Det ville vært interessant å se hvor langt opp i nedbørfeltstørrelse dette faktisk er tilfelle. Ved å bruke denne type teknikker er det mulig å begrunne bedre hva slags inndeling man bruker ved sammenligning av vassdrag.

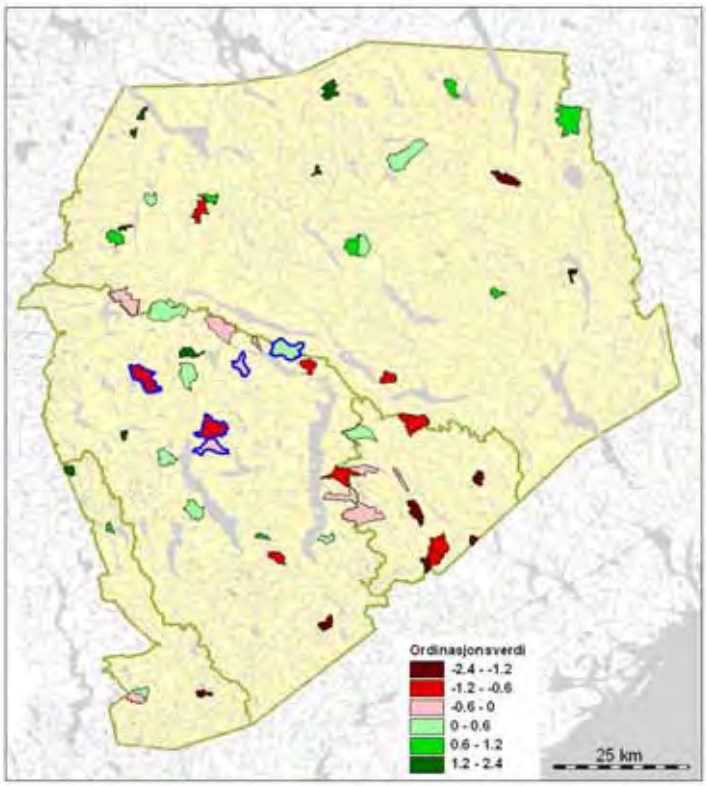


Figur 11. Nedbørfeltene i Telemark vist med verdier etter ordinasjonens akse 1 (terrengaksen)

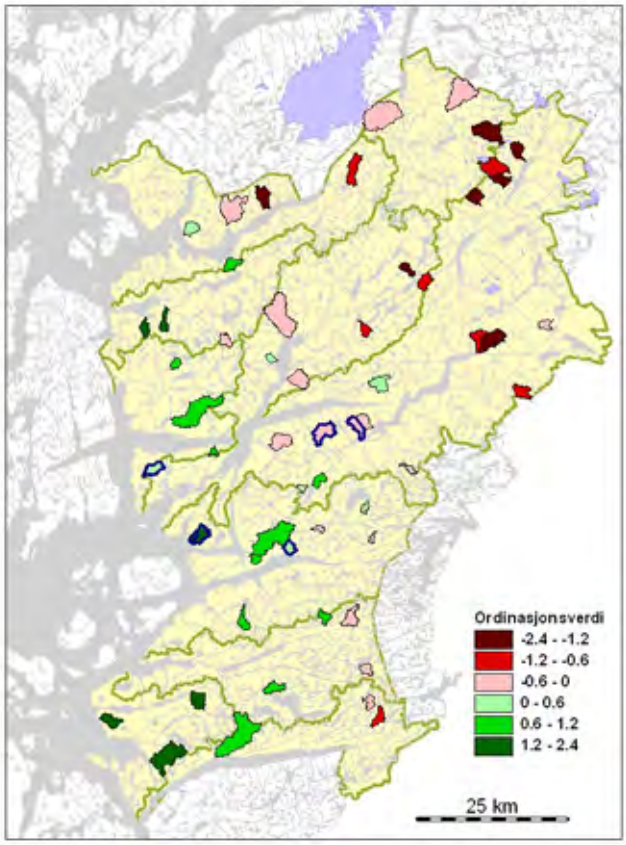
Hvis formålet med en kartanalyse er å studere forholdene knyttet til konkrete utbyggingsprosjekter i mer detalj er studier av et mer detaljert kartdatasett, gjerne supplert med flyfotoanalyse og feltkontroller nødvendig. Det er da viktig å definere hva formålet med undersøkelsen er og legge den opp på en kostadseffektiv måte gjerne slik at ulike fagfelt kan dra nytte av kartanalysen. Hvis analysen for eksempel gir grunnlag for å definere naturtyper langs elven omtrent slik det er gjort i Smith-Meyer 1995 for geofag, vil dette kunne feltvalideres samtidig som artsinformasjon innsamles i felt. Om det er viktig å gjennomføre slike undersøkelser med svært begrensede ressurser vil en kartanalyse koblet til databasesøk knyttet f.eks til Naturbase der det er uført biologisk mangfoldregistreringer i kommunen (DN 1999), kunne gi en grei oversikt. Kombinert med en analyse som ser på vassdrages representativitet vil materiale gi grunnlag for å vurdere om ytterligere detaljundersøkelser er nødvendig.



Figur 12. Nedbørfeltene i Rogaland vist med verdier etter ordinasjonens akse 1 (terrengaksen)



Figur 13. Nedbørfeltene i Telemark vist med verdier etter ordinasjonens akse 2 (høydeaksen).



Figur 14. Nedbørfeltene i Rogaland vist med verdier etter ordinasjonens akse 2 (høydeaksen)

3.1.4 Konklusjon

Metodikken gir et godt grunnlag for å vurdere vassdrags representativitet, men mangelen på nedbørfeltinformasjon for små vassdrag gjør prosedyren mer omfattende enn nødvendig.

De undersøkte vassdragene må kunne kalles representative for hvert sitt definerte område.

Metodikken er ikke beregnet for detaljstudier. Detaljstudier krever detaljerte kartdata (N5) samt eventuell flyfotoanalyse og feltvalidering. Selv i en slik mer tradisjonell undersøkelse vil den digitale kartanalysen gi grunnlag for heldekkende naturtypekartlegging som vil være til nytte for et kostadseffektivt undersøkelsesopplegg. Resultatet av slike mer detaljerte undersøkelser vil imidlertid være vanskeligere å bruke til måling av regionale egenskaper slik som for eksempel representativitet.

Prosjektet har ikke gitt rom for å måle sammenhengen mellom resultater av analyser basert på detaljerte kartdata med resultater som presentert i denne rapporten (N50 kartdata). For å gjøre dette ville det være nødvendig med digitale N5 kartdata inkludert digital markslagsinformasjon for vassdragene. Slike data finnes etter hvert for områder der det er økonomiske interesser, men normalt ikke for høyfjellet. Eksistensen av digitale data av denne typen er videre avhengig av fremdriften på digitaliseringen av analoge datasett. N50 er derfor for tiden eneste landsdekkende datasett som normalt kan brukes til slike regionale analyser. Bedre kunnskap om sammenhengen mellom resultater av analyser i ulike skalaer vil imidlertid være nyttig for tolkningen av denne type overordnede analyser (Bakkestuen & Erikstad 2002).

3.2 Bunndyr

Svein Jakob Saltveit og Trond Bremnes (Universitetet i Oslo)

3.2.1 Metodikk

Ved innsamling av bunndyr ble to metoder benyttet, sparkeprøver og børsting av stein. Dette ble gjort for å dekke flere habitater for bunndyr. På flere av lokalitetene var stor stein, blokk og fjell dominerende substrat. Innsamlingen ble gjort på tre lokaliteter i hver bekk, inntakssted, berørt strekning og nedenfor utløp kraftstasjon.

Til innsamling av bunndyr på substrat bestående av stein, grus og sand og som lot seg flytte på, ble den såkalte sparkemetoden benyttet (Hynes 1961, Frost *et al.* 1971). Med denne metoden blir de fleste artene som er til stede registrert. Metoden regnes som semikvantitativ og kan brukes til anslag over tetthetene av bunndyr (Brittain og Saltveit 1984). Det ble anvendt en håv med åpning 30 x 30 cm montert på et skaft. Håvens maskevidde var 0,45 mm. Ved innsamling i rennende vann holdes håven vertikalt med rammens nedre kant mot substratet slik at strømmen går rett inn i åpningen. Med en fot blir substratet i forkant av håven rotet opp slik at dyr, planter og organisk materiale blir ført med strømmen inn i håven. Innsamlingen skjedde på tid og innsamlingstiden var 15 sekunder pr. prøve. Det ble tatt tre paralleller fra hver stasjon. Alle prøvene ble fiksert med etanol i felt. Bunndyrene ble plukket ut, sortert og bestemt i laboratoriet.

Bunndyr på substrat bestående av fjell, blokk og kampestein ble samlet inn ved å børste et område på overflaten av dette substratet. Denne metoden er selektiv og vil bare samle inn bunndyr som befinner seg på overflaten av substratet, i små sprekker eller i alger og mose, og som kan tolerere relativt høye vannhastigheter. Det ble anvendt en håv med åpning 30 x 30 cm montert på et skaft. Håvens maskevidde var 0,45 mm. Bunndyr ble samlet ved å børste en flate på 30 x 30 cm i forkant av håven. Dyr, planter og organisk materiale ble ført med strømmen inn i håven. Det ble tatt tre prøver fra hver lokalitet. Metoden kan regnes som kvantitativ. Alle prøvene ble fiksert med etanol i felt. Bunndyrene ble plukket ut, sortert og bestemt i laboratoriet.

For bedre å kunne karakterisere forholdene for bunndyr på de ulike deler av bekkene ble Shannon-Wiener diversitets indeks (H') benyttet (Kreps 1978, Metcalf-Smith 1996). Dette er den mest benyttede diversitets indeks til å karakterisere strukturen i et samfunn og den er basert på et forhold mellom antall arter, fordeling og antall. Uberørte miljø er rikt sammensatt og har høy diversitet.

I tillegg til innsamling av bunnprøver ble det tatt en vannprøve fra hver bekk. Vannprøven ble tatt på nederste lokalitet. Vannprøve ble ikke tatt i Grytåi i Suldal.

3.2.2 Rogaland

Undersøkelsen i Rogaland omfatter til sammen fem bekker i Suldal og Hjelmeland kommune. Bekkene er presentert mer utførlig nedenfor sammen med resultatene fra bunndyrinnsamlingene. Det ble tatt vannprøver på nederste stasjon fra fire av bekkene (Tabell 5). Bekk ved Fuglestein hadde høy pH, ledningsevne og alkalanitet. Dette kan skyldes at prøven er tatt etter at bekken har passert et område med dyrket mark og

beiteland. Lavest pH og alkalanitet hadde Daleåni i Hjelmeland, mens Tveitliåni og Tveitåni i Suldal hadde den laveste ledningsevnen. Relativt høy alkalanitet i Tveiliåni må tilskrives at prøven er tatt nedenfor kalkingsanlegget.

Tabell 5. Vannkjemiske data fra fire bekker i Rogaland.

BEKK	Ledningsevne uS/cm	pH	Alkalanitet uekv/l	Farge OD_410	Turbiditet NTU
Fuglestein	94,0	6,8	450	33	0,6
Tveitliåni	13,8	6,1	40	60	0,4
Tveitåni (Kolbeinstveit)	14,7	6,0	32	15	0,3
Daleåni	22,3	5,7	30	43	0,7

3.2.2.1 Grytelva

Grytelva ligger på Hebnes halvøya som ligger mellom Vindafjorden og Sandsfjorden i Suldal kommune i Rogaland. Bekken har sine kilder i Simonsdalsvatnet og Krokavatnet og noen mindre vann og tjern i fjellområdet vest for Grytevatnet. Krokavatn ligger 560 m o.h. og bekken renner bratt ned i Grytevatnet 31 m o.h. En nærmere beskrivelse av lokalitetene er gitt i Tabell 6. I bekken er det planlagt et minikraftverk.

Grytelva sett fra inntakssted for kraftstasjon. I bakgrunnen skimtes Grytvatn.

Tabell 6. Geografisk beliggenhet og beskrivelse av de ulike stasjonene i Grytelva.

	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3
GPS	0329989 6591456	0330218 6591382	0330369 6591353
Hoh. i m	274	112	32
Bredde	20-24 m	15-20	10-15
Flowtype	Foss, kulp, stryk	Foss, kulp, stryk	Foss, kulp, stryk
Vanndyp	10-15 cm	10-15 cm	10-15 cm
Substrat	Store stein, blokk. Innslag av knyttneve og hodestore stein i kulper	Store stein, blokk og bart fjell. Knyttneve til hodestor stein i kulp	Store stein, blokk. Knyttneve til hodestor stein i kulp
Vannvegetasjon	Mose, litt alger	Mose spredt på stein	Mose, noe alger
Terrestrisk vegetasjon	Rogn, bjørk og furu	Gråor, selje, bjørk, furu	Beitemark, bjørk, or

Stasjon 1 i Grytelva.

Stasjon 3 i Grytelva.

Stasjon 2 i Grytelva.

Resultater

Individantallet var lavest på stasjon 2 (frafört strekning) og høyest på stasjon 3 (Tabell 7). Dominerende gruppe i sparkeprøver fra Grytelva var steinfluer (Tabell 7). Steinfluene var mest tallrike på den nederste stasjonen og til sammen åtte arter ble påvist. Andre viktige

grupper var fåbørstemark, fjærmygg og knott. Det ble bare funnet to individer av døgnfluer, noe som kan tyde på at bekken er forsuringspåvirket. Fravær av snegl og muslinger støtter en slik antagelse. Et stort antall av fåbørstemark fra familien Tubificidae på stasjon 3 tyder på en viss grad av forurensning i bekkens nedre del, trolig landbruk. I børsteprøvene tatt på fjell med innslag av mose og alger, var det langt færre grupper til stede, men tettheten var relativt høy (Tabell 7). Steinfluene var også er mest tallrik, men artsantallet var noe lavere enn i sparkeprøvene.

Shannon-Wiener indeks viste høyest diversitet på stasjon 2, men det var ingen statistisk signifikant forskjell i diversitet mellom stasjonene, basert på sparkeprøver. Like forhold der prøvene ble tatt er forklaring på at det ikke ble funnet forskjeller i diversitet mellom strekningen. Prøvene fra bart fjell hadde en lavere diversitet, og høyest var verdien på stasjon 1 og lavest på stasjon 3 (Tabell 7). Det var signifikante forskjeller mellom stasjon 3 og de to andre.

Tabell 7. Gjennomsnittsantall av ulike grupper og antall av ulike arter pr. 15 sek. sparkeprøve og pr. m^2 i børsteprøver fra Grytelva i oktober 2004. Antall arter Shannon-Wiener indeks (H') er basert på er angitt i parentes.

Gruppe/slekt/art	Stasjon 1		Stasjon 2		Stasjon 3	
	ant/15 s	ant/m^2	ant/15 s	ant/m^2	ant/15 s	ant/m^2
DØGNFLUER	0,3		0,3		0	
Baetis subalpinus	0,3		0,3		0	
STEINFLUER	207	96,3	142	177,8	325	51,9
Amphinemura sulcicollis	74	51,9	37	40,7	163	0
A. borealis	0,3		1		0	
Protonemura meyeri	30	14,8	26	92,6	60	44,4
Brachyptera risi	34		39	33,3	45	3,7
Leuctra hippopus	56	7,4	32		48	
L. fusca	9		3	7,4	4	0
Nemoura cinerea	3	0	3	3,7	5	3,7
Nemurella picteti	0,3	3,7	0	0	1	0
VÅRFLUER	3	7,4	8	0	18	3,7
Plectrocnemia conspersa	0,7		2	0	7	
Rhyacophila nubila	3	7,4	5		10	3,7
Hydrophilidae	0		0		0,3	
KNOTT	8	3,7	27	40,7	27	3,7
FJÆRMYGG	5	7,4	18	3,7	55	0
FÅBØRSTEMARK	29	11,1	10	0	303	0
ANNET	7	3,7	12	0	35	0
H' (antall arter)	1,87 (16)	1,49 (7)	1,99 (15)	1,20 (5)	1,94 (17)	0,76 (4)

3.2.2.2 Tveitliåna

Tveitliåna er en relativt liten bekk i Suldal kommune. Bekken drenerer noen små innsjøer og myrer i fjellområdet mellom Suldalslågen og Hylsfjorden, Vinjanuten. Før bekken renner bratt ned i Steinsåna som igjen renner ut i Suldalslågen, renner den relativt flatt gjennom furuskog. Det er plassert et kalkingsanlegg i bekken rett før sammenløpet med Steinsåna. En nærmere beskrivelse av lokalitetene er gitt i Tabell8. Det er planlagt et småkraftverk i bekken.

Tabell 8. Geografisk beliggenhet og beskrivelse av de ulike stasjonene i Tveitliåna.

	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3
GPS	0355232 6598093	0355076 6597800	0354970 6597307
Hoh. i m	314	214	116
Bredde	ca 15 m	ca 10 m	12-15
Flowtype	Flatt stryk, noe turbulent	Foss, kulp, blankstryk	Foss, kulp, stryk
Vanndyp	10-25 cm	10-15 cm	10-15 cm
Substrat	Store stein, blokk på fjell. Innslag av knyttneve og hodestore stein i stryk parti	Fjell, store stein, blokk. Noe grus, sand og små stein i utløp av kulp.	Fjell, store runde stein og blokk. Mindre stein i utløp av kulper.
Vannvegetasjon		Noe alger på fjell	Litt alger
Terrestrisk vegetasjon	Furu og bjørk	Furu, litt bjørk	Furu, litt rogn

Resultater

Steinfluer dominerte faunasammensetningen i sparkeprøvene fra Tveitliåna, etterfulgt av døgnfluer, knott og fjærmygg (Tabell 9). Det ble funnet til sammen elleve arter av steinfluer, men kun to arter var spesielt tallrike, *Brachyptera risi* og *Amphinemura sulcicollis.* Steinfluene var mest tallrike på de to øverste stasjonene. Døgnfluene besto av en art, *Baetis rhodani*, også mest tallrik øverst i elva. Knott hadde høyest individantall på midterste stasjon. Vårfluene var lite tallrike, men besto av minst fem arter. *B. rhodani* er spesielt ømfintlig ovenfor surt vann. Det synes derfor ikke som om bekken er forsuringspåvirket. Like ovenfor stasjon 3 er det plassert et kalkingsanlegg, men et lavere antall bunndyr i prøvene herfra kan skyldes substratforskjeller.

Stasjon 1 i Tveitliåna

Stasjon 2 i Tveitliåna

Stasjon 3 i Tveitliåna

Tabell 9. Gjennomsnittsantall av ulike grupper og antall av ulike arter pr. 15 sek. sparkeprøve og pr. m^2 i børsteprøver fra Tveitliåna i oktober 2004. Antall arter Shannon-Wiener indeks (H') er basert på er angitt i parentes.

Gruppe/slekt/art	Stasjon 1		Stasjon 2		Stasjon 3	
	ant/15 s	ant/m^2	ant/15 s	ant/m^2	ant/15 s	ant/m^2
DØGNFLUER	71	263,0	44	81,5	27	203,7
Baetis rhodani	71	263,0	44	81,5	27	203,7
STEINFLUER	276	314,8	262	240,7	79	240,7
Taeniopteryx nebulosa	0,3		0,3		0	
Amphinemura sulcicollis	30	48,1	32	0,0	6	11,1
A. borealis	0	7,4	0,3	0,0	2	18,5
Protonemura meyeri	5	7,4	20	0,0	5	7,4
Brachyptera risi	227	244,4	202	240,7	63	170,4
Leuctra fusca	8		5		2	
L. hippopus	1		0,3		0,7	
Nemoura cinerea	1		1		0,3	
Diura nanseni	1		0		0	
Isoperla grammatica	0,7	7,4	0	0,0	0	0,0
Siphonoperla burmeisteri	1		0,3		0	
VÅRFLUER	5		4		4	
Plectrocnemia conspersa	0,7		0		0	
Rhyacophila nubila	1	3,7	1	7,4	0	3,7
Philopotamus montanus	1		0		0	
Limnephilidae	2		2		1	
Oxyetira sp.	0		0		0,7	
KNOTT	53	74,1	105	103,7	5	25,9
FJÆRMYGG	31	25,9	12	7,4	9	114,8
FÅBØRSTEMARK	6	0,0	4	0,0	3	3,7
ANNET	11	3,7	7	7,4	1	0,0
H' (antall arter)	1,33 (20)	1,23 (9)	1,34 (15)	0,76 (6)	1,53 (14)	1,05 (6)

I børsteprøvene tatt på fjell med noe innslag av alger på de nederste stasjonene, var det langt færre arter til stede, men den totale tettheten var relativt høy (Tabell 9). De høyeste individtettheter ble funnet hos steinfluene og døgnfluene, men det var også relativt høye tettheter av knott og fjærmygg.

For sparkeprøvene viste Shannon-Wiener høyest diversitet på stasjon 3, og det var signifikante forskjeller mellom denne og de to øverste som hadde lik diversitet. Prøvene fra bart fjell hadde en lavere diversitet, og høyest var verdien på stasjon 1. Stasjon 1 og stasjon 3 var signifikant forskjellig fra stasjon 2, mens stasjon 3 igjen hadde en signifikant lavere diversitet enn stasjon 1 basert på børsteprøver.

3.2.2.3 Tveitåna (Kolbeinstveit)

Tveitåna drenerer noen små innsjøer og en del myrer i fjellområdet mellom Suldalsvatn og Hylsfjorden i Suldal kommune. Fra et lite tjern ved Nedstastølen, som også skal fungere som inntaksmagasin for småkraftverket, renner bekken bratt ned mot Suldalsvatn hvor den har utløp ved Kolbeinstveit. En nærmere beskrivelse av lokalitetene er gitt i Tabell 10.

Tabell 10. Geografisk beliggenhet og beskrivelse av de ulike stasjonene i Tveitliåna.

	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3
GPS	0362289 6601821	0362215 6599527	361997 6599002
Hoh. i m	409	249	88
Bredde	ca 6-7 m	ca 15-20 m	5-10 m
Flowtype	Foss, stryk, små kulper	Foss, kulp, stryk	Foss, kulp, stryk
Vanndyp	10-25 cm	10-15 cm	10-15 cm
Substrat	Store stein og blokk, fast	Fjell, store stein, blokk. Små flate stein i kulp.	Store runde stein og blokk. Knyttneve store og mindre stein på stryk
Vannvegetasjon	Litt mose, noe alger	Noe alger og mose	Litt alger og mose
Terrestrisk vegetasjon	Furu og bjørk	Furu, or	Furu, or

Stasjon 1 i Tveitåna

Stasjon 3 i Tveitåna

Resultater

Individantallet i sparkeprøvene var relativt lavt (Tabell 11). Totalt størst antall ble funnet på stasjon 3, der faunaen var dominert av fjærmygglarver, etterfulgt av steinfluer, døgnfluer og vårfluer. Knott påvises i et lite antall og heller ikke her ble det funnet snegl

og muslinger. Selv om disse to gruppene ikke påvises, synes ikke bekken å være påvirket av surt vann. Begge artene av døgnfluer som ble funnet er lite tolerante for surt vann. Det ble funnet til sammen elleve arter av steinfluer, men spesielt tallrike var tre arter, *Brachyptera risi*, *Amphinemura sulcicollis* og *Leuctra hippopus*. Steinfluene var mest tallrike på de to nederste stasjonene. Vårfluene var lite tallrike på de to øverste stasjonene, men besto av minst seks arter.

I børsteprøvene tatt på fjell var det langt færre arter til stede, og den totale tettheten var relativt lav (Tabell 11). De høyeste individtettheter ble funnet hos steinfluene, døgnfluene og fjærmygg og på den nederste stasjonen.

Tabell 11. Gjennomsnittsantall av ulike grupper og antall av ulike arter pr. 15 sek. sparkeprøve og pr. m^2 i børsteprøver fra Tveitåna i oktober 2004. Antall arter Shannon-Wiener indeks (H') er basert på er angitt i parentes.

Gruppe/slekt/art	Stasjon 1		Stasjon 2		Stasjon 3	
	ant/15 s	ant/m^2	ant/15 s	ant/m^2	ant/15 s	ant/m^2
DØGNFLUER	6	14,8	33	44,4	61	51,9
Baetis rhodani	6	14,8	29	44,4	58	51,9
B. niger	0		4		3	
STEINFLUER	16	7,4	32	25,9	111	51,9
Amphinemura sulcicollis	9	3,7	13	0,0	23	3,7
A. borealis	0	0,0	0	7,4	5	0,0
Protonemura meyeri	0,7	0,0	2	0,0	10	7,4
Brachyptera risi	4	3,7	7	25,9	31	14,8
Leuctra hippopus	0,3		8		39	
L. fusca	0		1		1	
Nemoura cinerea	0	0,0	0	0,0	0,3	25,9
Nemurella pictetii	0		0,3		0	
Diura nanseni	0,3		0,3		0,3	
Isoperla grammatica	1		0,3		1	
Siphonoperla burmeisteri	0		0		0,3	
VÅRFLUER	4	7,4	7	0,0	34	0,0
Plectrocnemia conspersa	0		2		0	
Polycentropus flavomaculatus	3		0,3		4	
Rhyacophila nubila	0	3,7	0	0,0	2	0,0
Oxyetira sp.	0	3,7	0	0,0	20	0,0
Sericoctoma personatum	0		0		2	
Hydroptila sp.	0		0		3	
Limnephilidae	1		4		2	
Hydrophilidae	0		0		0,3	
KNOTT	0,7	0,0	0	3,7	13	7,4
FJÆRMYGG	26	11,1	20	14,8	198	55,6
FÅBØRSTEMARK	14	7,4	30	0,0	25	29,6
ANNET	5	0,0	2	0,0	25	3,7
H' (antall arter)	2,24 (14)	1,41 (5)	2,15 (16)	0,90 (3)	2,42 (26)	1,28 (5)

For sparkeprøvene viste Shannon-Wiener høyest diversitet på stasjon 3 og lavest på stasjon 2. Det var imidlertid ikke signifikante forskjeller. Prøvene fra bart fjell hadde en lavere diversitet, og høyest var verdien på stasjon 1. Stasjon 2 hadde signifikant lavere diversitet enn stasjon 1 og stasjon 3.

3.2.2.4 Bekk-Fuglestein

Denne bekken ligger like øst for Fureneset og Landsnes i Suldal kommune. Bekken drenerer en rekke myrer sør for Helgafjellet. Det er ingen innsjøer i nedslagsfeltet. Bekken renner ut i Jelsafjorden. Det er planlagt to mikrokraftverk i bekken, det ene i det bratte fallet ned mot gården Fuglestein. Det andre utnytter det bratte fallet bekken har fra Fuglestein og ut i fjorden. Bekken er svært liten og er en typisk flombekk. En nærmere beskrivelse av lokalitetene er gitt i og Tabell 12 og 13 og bekken er da delt i bekk Fuglestein-øvre og bekk Fuglestein-nedre.

Stasjon 1 i bekk Fuglestein.

Tabell 12. Geografisk beliggenhet og beskrivelse av de ulike stasjonene i øvre del av bekk Fuglestein.

	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3
GPS	0336363 6580517	0336362 6580527	0335830 6579960
Hoh. i m	221	215	89
Bredde	c. 1 m	10-50 cm	1 til 1,5 m
Flowtype	Glide	Foss, kulp, stryk	Foss, kulp, stryk
Vanndyp	5-10 cm	2-10 cm	10-15 cm
Substrat	Spredt innslag av små flate stein i sand og fin grus. Noe myrjord	Kampestein og blokk og bart fjell.	Store stein, blokk. Knyttneve til hodestor stein i kulp
Vannvegetasjon	Mose på stein	Mose på stein	Mose, noe alger
Terrestrisk vegetasjon	Granskog	Granskog	Beitemark, bjørk, or

Stasjon 2 i bekk Fuglestein

Stasjon 3 i bekk Fuglestein.

Stasjon 4 i bekk Fuglestein.

Stasjon 5 i bekk Fuglestein.

Tabell 13. Geografisk beliggenhet og beskrivelse av de ulike stasjonene i nedre del av bekk Fuglestein. Stasjon 6 ble ikke undersøkt

	Stasjon 4	Stasjon 5	Stasjon 6
GPS	0335828 6579958	0335763 6579658	Ikke undersøkt
Hoh. i m	88	56	
Bredde	ca 0,5-1 m	ca 1m	
Flowtype	Glide	Foss, turbulent stryk	
Vanndyp	15-20 cm	10-15 cm	
Substrat	Knyttneve store stein og mindre på grus	Hodestore irr. stein på blokk og bart fjell. Små partier med grov grus.	
Vannvegetasjon		mose	
Terrestrisk vegetasjon	Beitemark, litt bjørk	Gras, små trær av ask, selje, furu	

Resultater

Det laveste antall bunndyr i sparkeprøvene ble funnet på stasjon 2, der bekken renner bratt gjennom ur bestående av stor stein og blokk, mens det høyeste antall i denne delen av bekken ble funnet på stasjon 3 (Tabell 14). Bekken renner her flatt gjennom beiteland. Døgnfluer, fjærmygg og fåbørstemark dominerte faunasammensetningen på denne lokaliteten, mens steinfluer og vårfluer utgjorde en større andel på de to øverste stasjonene. Stasjon 3 hadde også flest arter av både døgnfluer (fire arter), steinfluer (ni arter) og vårfluer (minst seks arter). I tillegg ble det her funnet snegl, leveriktesnegl, og muslinger, grupper som ikke ble funnet lenger opp i bekken.

I denne delen av bekken hadde stasjon 1 høyest diversitet og verdien var signifikant høyere enn på stasjon 3, men ikke stasjon 2 (Tabell 14). Mellom stasjon 2 og 3 var det ingen signifikante forskjeller.

Det ble bare tatt børsteprøver fra stasjon 2 (Tabell 14). Dominerte gjorde døgnfluen *Baetis rhodani.* Diversitetsindeksen var relativt høy.

I nedre del av bekken var det ikke mulig å ta prøver der bekken faller bratt ut i sjøen, stasjon 6. I den delen av bekken som renner flatt gjennom dyrket mark, stasjon 4, ble det funnet noe lavere tettheter av døgnfluer og steinfluer enn der elva faller brattere ned mot sjøen, stasjon 5 (Tabell 14). Imidlertid hadde disse gruppene her flere arter enn på stasjon 5. Tettheten av knott, fåbørstemark, muslinger, snegl og annet var høyest på stasjon 4. Det var ingen signifikante forskjeller i diversitet mellom disse to stasjonene, men diversiteten var lavere her enn øverst i bekken (Tabell 14).

Det ble bare tatt børsteprøver fra stasjon 5. Tettheten av bunndyr var relativt høy og mange grupper og arter ble påvist (Tabell 14). Høyest individtetthet hadde døgnfluer, knott og steinfluer. Av siste gruppe ble det funnet fem arter. Det høye antallet dyr og den relativt høye diversiteten kan skyldes at det her var mye mose på steinene.

Tabell 14. Gjennomsnittsantall av ulike grupper og antall av ulike arter pr. 15 sek. sparkeprøve og pr. m^2 i børsteprøver fra bekk Fuglestein i oktober 2004. Antall arter Shannon-Wiener indeks (H') er basert på er angitt i parentes.

Gruppe/slekt/art	St 1	Stasjon 2		St 3	St 4	Stasjon 5	
	ant/15 s	ant/15 s	ant/m^2	ant/15 s	ant/15 s	ant/15 s	ant/m^2
DØGNFLUER	4	4	137,0	176	72	101	192,6
Baetis rhodani	4	4	137,0	114	34	93	192,6
B. niger	0	0		56	33	8	
Lepthophlebia marginata	0	0		1	0,3	0	
Centroptilum luteolum	0	0		5	6	0	
STEINFLUER	22	4	48,1	20	21	127	122,2
Amphinemura sulcicollis	0	0	0,0	3	11	32	44,4
Protonemura meyeri	0,3	0,5	11,1	4	3	59	63,0
Brachyptera risi	4	0	33,3	7	0,7	2	3,7
Leuctra hippopus	6	0		2	0,7	25	
L. fusca	2	0	0,0	0	0,7	0	3,7
L. nigra	2	1,5		0,3	0	0	
Nemoura cinerea	5	0,5	3,7	2	0	0	0,0
Nemurella picteti	4	1		0,3	4	0	
Isoperla sp.	0,3	0	0,0	1	0,7	3	7,4
Siphonoperla burmeisteri	0	0		0,3	0	6	
VÅRFLUER	7	3,5	7,4	6	10	9	3,7
Plectrocnemia conspersa	0,7	1,5		1	1	2	
Rhyacophila nubila	0,7	0	0,0	0,7	3	3	3,7
Sericoctoma personatum	0	0,5	3,7	0,3	0	1	0,0
Philopotamus montanus	0	0,5		0	0	1	
Hydropshyche siltalai	0	0		2	0,3	1	
Tinodes waenci	0	0		0,3	1	0	
Oxyethira sp.	2	0		0	0,3	0	
Limnephilidae	4	1	3,7	2	1	1	0,0
KNOTT	6	1	33,3	5	31	13	144,4
FJÆRMYGG	9	1,5	40,7	20	52	14	0,0
FÅBØRSTEMARK	1	0,5	0,0	24	124	21	18,5
SNEGL	0	0		0,3	2	0,3	
Lymnea truncatula	0	0		0,3	2	0,3	
MUSLINGER	0	0		2	23	0	
ANNET	1	2,5	11,1	33	91	93	37,0
H' (antall arter)	2,61 (17)	2,26 (11)	1,11 (7)	2,07 (31)	2,22 (25)	2,31 (25)	1,53 (12)

3.2.2.5 Bekk fra Nøkksvatn; Daleelva

Denne bekken renner fra Nøkksvatn 513 m o.h. og ut i Jøsenfjorden i Hjelmeland kommune. Rett etter uløpet faller bekken ut i en 20-30 m høy foss ned i en ur bestående av store stein, blokk og bart fjell. Videre renner bekken bratt mellom store stein og blokk

ned til sammenløpet med bekk fra Husstølvatn. Derfra renner den noe slakere ned mot gården Dale, noe brattere ned mot riksveien, for derfra å falle 60 m rett ned i sjøen. I denne bekken er det planlagt to kraftverk, en i rett nedfor fossen etter utløpet fra Nøkksvatn og en like nedenfor gården Dale. En nærmere beskrivelse av lokalitetene er gitt i Tabell 15 og 16, og bekken er da delt i bekk øvre og nedre del.

Tabell 15. Geografisk beliggenhet og beskrivelse av de ulike stasjonene i øvre del av Daleelva. Stasjon 1 ble ikke undersøkt.

	Stasjon 2	Stasjon 3
GPS	0352191 6579188	0352191 6579188
Hoh. i m	297	240
Bredde	15-20 m	5-6 m
Flowtype	Foss og stryk	Foss og stryk
Vanndyp	2-15 cm	2-10 cm
Substrat	Store stein og blokk	Store stein og blokk
Vannvegetasjon		Mose spredt på stein
Terrestrisk vegetasjon	Ask, bjørk, furu	Ask, furu, rogn, or

Stasjon 2 i Daleelva og fossen nedstrøms Nøkksvatn.

Stasjon 3 og 4 i Daleelva.

Tabell 16. Geografisk beliggenhet og beskrivelse av de ulike stasjonene i nedre del av Daleelva.

	Stasjon 4	Stasjon 5	Stasjon 6
GPS	0352191 6579188	0352530 6579429	0352255 6579037
Høyde over havet i m	239	150	70
Bredde	5-6 m	5-6 m	15-20 m
Flowtype	Foss og stryk	Stryk	Foss og stryk
Vanndyp	2-10 cm	10 -20 cm	2-20 cm
Substrat	Store stein og blokk	Store stein og blokk, mindre stein i mellom	Fjell og blokk, små kulper med mindre stein
Vannvegetasjon	Mose på stein; spredt	Noe mose og alger	Mose spredt på stein
Terrestrisk vegetasjon	Ask, furu, or, rogn	Furu og gran	Or og noe bjørk

Stasjon 4 i Daleelva

Stasjon 5 i Daleelva

Resultater

Dominerende gruppe i sparkeprøver fra de øvre deler av bekken fra Nøkksvatn, her kalt Daleelva, var døgnfluer (Tabell 17). Døgnfluene var mest tallrike på den øverste stasjonen, men besto bare av en art, *Baetis rhodani.* Steinfluene var mindre tallrike, men besto av langt flere arter i det til sammen hele ti arter ble funnet. I børsteprøvene tatt på fjell med innslag av mose og alger, var tettheten av døgnfluen *B. rhodani* også svært høy

(Tabell 17). Dette kan skyldes at den og de andre gruppene som ble funnet på fjell finner skjul i mose og i sprekker. Steinfluer ble også funnet på bart fjell, men antall arter var langt mindre enn i sparkeprøvene. Knott hadde også relativt høye tettheter på fjell.

Shannon-Wiener indeks viste høyest diversitet på stasjon 3, og denne stasjonen hadde signifikant høyere ($p<0,05$) diversitet enn stasjon 2 basert på sparkeprøver (Tabell 17). Prøvene fra bart fjell hadde en lavere diversitet, men det var ikke forskjeller mellom stasjonene (Tabell 18).

Dominerende gruppe i sparkeprøver fra den nedre del av Daleelva, var døgnfluer og steinfluer (Tabell 17). Døgnfluene var mest tallrike på de to nederste stasjonene, men besto også i denne delen av bekken bare av arten *Baetis rhodani.* Steinfluene var noe mindre tallrike, men besto av langt flere arter, i det til sammen åtte arter ble funnet. Høyest individtetthet av steinfluer ble funnet på stasjon 5, mens stasjon 6 hadde flest arter.

Tabell 17. Gjennomsnittsantall av ulike grupper og antall av ulike arter pr. 15 sek sparkeprøve fra Dalelva i oktober 2004. Stasjon 1 ble ikke undersøkt. Antall arter Shannon-Wiener indeks (H') er basert på er angitt i parentes.

Gruppe/slekt/art	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 4	Stasjon 5	Stasjon 6
DØGNFLUER	122	46	35	69	70
Baetis rhodani	122	46	35	69	70
STEINFLUER	22	37	19	55	25
Amphinemura sulcicollis	2	6	3	12	5
Protonemura meyeri	9	22	10	17	5
Brachyptera risi	1	1	2	5	6
Leuctra fusca	6	6	4	18	7
L. hippopus	1	0	0	1	0,3
L. nigra	0	0,3	0	0	0
Nemoura cinerea	0,7	0,3	0	0	0,3
Diura nanseni	0,3	0	0	0	0
Isoperla sp	2	1	1	1	0,7
Siphonoperla burmeisteri	0	0	0	0,3	1
VÅRFLUER	6	5	9	9	1
Plectrocnemia conspersa	1	1	4	0,3	0
Rhyacophila nubila	0,3	2	2	1	0,3
Sericostoma personatum	0,3	0	0,3	1	0
Philopotamus montanus	0	0	0	0,7	0
Limnephilidae	4	2	2	6	0,3
KNOTT	4	8	5	9	7
FJÆRMYGG	5	6	3	4	12
FÅBØRSTEMARK	10	1	2	6	5
ANNET	6	7	7	4	2
H' (antall arter)	1,11 (17)	1,72 (15)	1,78 (12)	1,81 (18)	1,40 (15)

I børsteprøvene tatt på fjell og stein, var tettheten av døgnfluen *B. rhodani* også i denne delen av bekken svært høyt (Tabell 18). Dette kan skyldes at den og de andre gruppene som ble funnet på fjell finner skjul i mose og i sprekker. Steinfluer ble også funnet på bart fjell, men i et langt lavere antall og i et artsantall langt mindre enn i sparkeprøvene. Knott hadde også relativt høye tettheter på fjell, men noe lavere enn lenger opp i bekken.

Shannon-Wiener indeks viste høyest diversitet på stasjon 5 både for sparkeprøvene og prøvene fra bart fjell (Tabell 17, 18). Sparkeprøvene viste ingen stor forskjell mellom stasjon 4 og 5 med hensyn på diversitet, mens stasjon 6 hadde en lavere diversitet enn disse to stasjonene. Forskjellene mellom stasjonene var imidlertid ikke statistisk signifikante. Prøvene fra bart fjell hadde en lavere diversitet enn sparkeprøvene. Stasjon 5 hadde statistisk signifikant ($p<0,05$) høyere diversitet enn både stasjon 4 og 6 basert på børsteprøver.

Det store antallet av den forsuringsømfintlige døgnfluen *B. rhodani*, viser at bekken ikke er påvirket av forsuring, selv om vannprøven kan indikere det motsatte i og med at bekken hadde lavest pH og minst alkalanitet av de undersøkte bekkene.

Tabell 18. Gjennomsnittsantall pr. m^2 av ulike grupper og antall av ulike arter i børsteprøver fra Dalelva i oktober 2004. Shannon-Wiener indeks er basert på flere arter enn oppgitt i tabell. Stasjon 1 ble ikke undersøkt.

Gruppe/slekt/art	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 4	Stasjon 5	Stasjon 6
DØGNFLUER	622,2	1048,1	788,9	300,0	311,1
Baetis rhodani	622,2	1048,1	788,9	300,0	311,1
STEINFLUER	33,3	137,0	29,6	37,0	37,0
Amphinemura sulcicollis	18,5	11,1	3,7	3,7	0,0
Protonemura meyeri	3,7	85,2	18,5	7,4	18,5
Brachyptera risi	7,4	40,7	7,4	22,2	18,5
Isoperla sp	3,7	0,0	0,0	3,7	0,0
VÅRFLUER	11,1	3,7	0,0	3,7	0,0
Rhyacophila nubila	11,1	3,7	0,0	3,7	0,0
KNOTT	70,4	103,7	77,8	25,9	40,7
FJÆRMYGG	18,5	3,7	7,4	3,7	3,7
ANNET	40,7	18,5	18,5	29,6	0,0
H’ (antall arter)	0,53 (7)	0,55 (6)	0,29 (5)	0,76 (7)	0,41 (3)

3.2.3 Telemark

Undersøkelsen i Telemark omfatter til sammen fem bekker i Fyresdal og Kviteseid kommuner. Bekkene er presentert mer utførlig nedenfor sammen med resultatene fra innsamlingene av bunndyr. Det ble også tatt vannprøver på nederste stasjon fra hver av bekkene. Generelt hadde disse bekkene lavere pH, langt lavere alkalanitet og lavere ledningsevne enn bekkene i Rogaland (Tabell 5, 19). Lav alkalanitet gjør at disse bekkene har liten kapasitet til å bufre surt vann. Unntaket er Heiåi, som hadde både høyere pH og alkalanitet enn de øvrige bekkene. Verdiene for farge er høye og viser sannsynligvis sterk påvirkning av humus.

Tabell 19. Vannkjemiske data fra de undersøkte bekkene i Telemark.

BEKK	Ledningsevne uS/cm	pH	Alkalanitet uekv/l	Farge OD_410	Turbiditet NTU
Bjoråi	9,3	5,6	8	103	0,7
Modølsåna	13,8	5,3	8	163	1,2
Sitjeåi	11,0	5,2	0	122	0,4
Heiåi	13,1	6,1	42	100	0,3
Flatlandsåi	10,2	5,5	8	83	0,8

3.2.3.1 Bjoråi

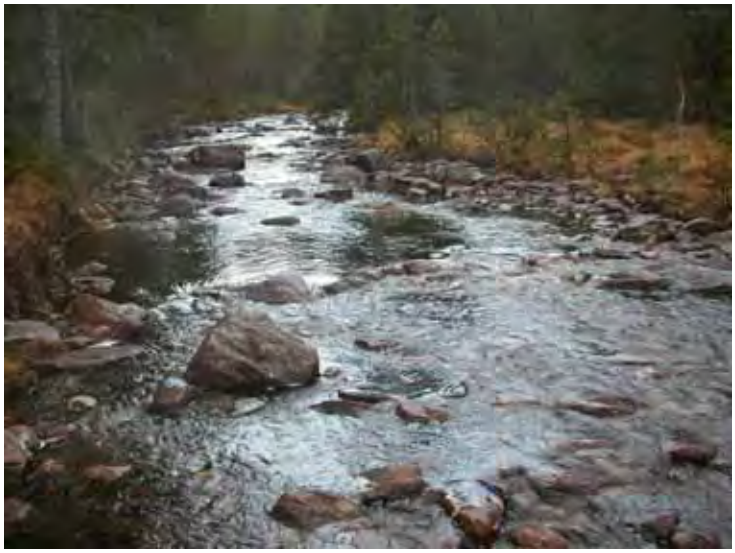
Bjoråi er en ca. 1,5 km lang bekk som renner fra Nordbøtjørni, 652 m o.h., til Sundsvatn, 557 m o.h. Bekken ligger i Fyresdal kommune. Øverst er bekken relativt bratt, mens de nedre 5-600 m er relativt flat. I bekken er det planlagt et mikrokraftverk.

Tabell 20. Geografisk beliggenhet og beskrivelse av de ulike stasjonene i Bjoråi.

	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3
GPS	0438421 6573767	0430594 6573925	0439203 6573996
Hoh. i m	638	699	557
Bredde	5-15 m	5-15 m	10 m
Flowtype	Fosser, stryk, kulper	Fosser, stryk, kulper	Stilleflytene, små stryk og kulper
Vanndyp	10-30 cm	10-30 cm	2-15 cm
Substrat	Blankskurt fjell, blokk, store flate stein	Blankskurt fjell, blokk, store flate stein, fast	Store flate stein og blokk, fast
Vannvegetasjon	Spredt alger	Spredt alger	Mose spredt på stein, alger
Terrestrisk vegetasjon	Gran, innslag av bjørk	Gran, innslag av bjørk	Furu og gran

Stasjon 1 i Bjoråi.

Stasjon 2 i Bjoråi.



Stasjon 3 i Bjoråi.

Resultater

Dominerende gruppe i sparkeprøver fra Bjoråi var fjærmygglarver og nymfer av steinfluer og døgnfluer. Steinfluene besto av til sammen 7 arter, men sammensetningen var dominert av arten *Amphinemura sulcicollis*. Tre arter av døgnfluer var til stede, men en art, *Baetis rhodani* var mer tallrik enn de andre, selv om *B. niger* hadde et høyere individantall på stasjon 1 (Tabell 21). Vårfluene var relativt tallrike og besto av minst seks arter.

Shannon-Wiener indeks viste høyest diversitet på stasjon 1, men denne var ikke signifikant høyere enn stasjon 2 og 3.(Tabell 21).

I børsteprøvene tatt på fjell på de to øverste lokalitetene og på stor stein på stasjon 3 var tettheten av fjærmygg, knott og døgnfluen *B. rhodani* og de to steinflueartene *Brachyptera risi* og *Amphinemura sulcicollis* svært høye (Tabell 21). Dette kan skyldes disse på fjell finner skjul i alger, mose og i sprekker. Relativt mange arter til stede og høy tetthet gjør at diversiteten blir høy også på bart fjell. Høyest diversitet hadde stasjon 1, og denne var statistisk signifikant ($p<0,05$) høyere enn både stasjon 2 og 3, mens stasjon 3 hadde en statistisk signifikant ($p<0,05$) høyere diversitet på bart fjell enn stasjon 2.

Et høyt antall og relativt mange arter av døgnfluer kan indikere at Bjoråi i mindre grad enn de andre bekkene som er undersøkt i Telemark er påvirket av surt vann. Tilstedeværelse av muslinger understøtter dette.

Tabell 21 Gjennomsnittsantall av ulike grupper og antall av ulike arter pr. 15 sek sparkeprøve og pr. m^2 børsteprøver fra Bjoråi i oktober 2004. Antall arter Shannon-Wiener indeks (H') er basert på er angitt i parentes.

Gruppe/slekt/art	Stasjon 1		Stasjon 2		Stasjon 3	
	ant/15 s	ant/m^2	ant/15 s	ant/m^2	ant/15 s	ant/m^2
DØGNFLUER	41,5	70,5	51	92,6	51	51,9
Baetis rhodani	13	7,463,0	50	92,6	48	51,9
B. niger	21	7,4	1	0,0	2	0,0
Lepthophlebia marginata	7,5		0		1	
STEINFLUER	152	266,7	128	207,4	158	240,7
Taeniopteryx nebulosa	3,5		0		1	
Amphinemura sulcicollis	104	133,3	68	55,6	115	70,4
Protonemura meyeri	8	22,2	12	14,8	9	7,4
Brachyptera risi	4	144,4	32	122,2	10	133,3
Leuctra hippopus	19,5	3,7	7	11,1	12	25,9
L. fusca	0		0		6	
Nemoura cinerea	2	11,1	0	0,0	1	0,0
Isoperla grammatica	11	44,4	9	3,7	4	3,7
VÅRFLUER	30	29,6	9	14,8	29	29,6
Plectrocnemia conspersa	4	0,0	0	0,0	3	3,7
Polycentropus flavomaculatus	6,5	0,0	1	0,0	6	11,1
Rhyacophila nubila	2,5	22,2	2	11,1	2	11,1
Oxyetira sp.	12,5	7,4	4	0,0	9	3,7
Hydroptila sp.	2		0		4	
Limnephilidae	2	0,0	2	3,7	5	0,0
KNOTT	13	159,3	8	59,3	11	174,1
FJÆRMYGG	283,5	1148,1	307	570,4	300	403,7
FÅBØRSTEMARK	8	3,7	12	7,4	53	7,4
MUSLINGER	8		1		1	
ANNET	8,5	37,0	8	11,1	22	3,7
H' (antall arter)	2,03 (16)	1,92 (12)	1,79 (15)	1,52 (8)	1,81 (17)	1,74 (11)

3.2.3.2 Modølsåi

Modølsåi drenerer en del mindre innsjøer og tjern i fjellområdet nord øst for Kyrkjebygda i Fyresdal. Kildene ligger fra 6-700 m o.h. Bekken renner ut i Finndøla ca. 290 m o.h. som senere renner inn i Fyresvatn. Øverst før inntaket er bekken relativt flat. Det er også tilfellet for de nedre deler før sammenløpet med Finndøla. I bekken er det planlagt et minikraftverk. En nærmere beskrivelse er gitt i Tabell 22.

Stasjon 1 i Modølsåi.

Stasjon 3 i Modølsåi.

Stasjon 2 i Modålsåi.

Tabell 22. Geografisk beliggenhet og beskrivelse av de ulike stasjonene i Modølsåi.

	Stasjon 52	Stasjon 50	Stasjon 51
GPS	0449819 6564662	0448968 6563652	0447950 6563694
Høyde over havet i m	520	409	308
Bredde	5-9 m	5-10 m	5-6 m
Flowtype	Fosser, stryk, kulper	Kulper, små stryk	Langstrakte stilleflytene kulper, små inn- og utstryk.
Vanndyp	10-30 cm	5-30 cm	2-20 cm
Substrat	Fjell, blokk som er runde eller flate, hode store og større flate og irregulære stein	Blokk, store runde stein; hodestore og knyttneve store stein inne i mellom, fast	Hodestore til knyttneve store irregulære stein, større stein stikker opp
Vannvegetasjon	Alger og litt mose		Alger på store stein
Terrestrisk vegetasjon	Furu	Furu, gran, bjørk	Or og gran

Resultater

Det var relativt store forskjeller i faunasammensetning og dominansforhold mellom de ulike deler av bekken (Tabell 23). Dominerende gruppe i sparkeprøver øverst i Modølsåi var fjærmygg, knott og steinfluer. Sistnevnte gruppe besto her av syv arter og dominert av arten *Leuctra hippopus*. To arter av døgnfluer ble også funnet her, om enn i et lite antall. Døgnfluer var sparsomt til stede på stasjon 2 og ble ikke påvist på stasjon 3 (Tabell 23). På stasjon 2 dominerte de samme gruppene som på stasjon 1, men den mest tallrike steinflue var her *Brachyptera risi*. På stasjon 3 er faunaen fullstendig dominert av steinfluer, etterfulgt av fjærmygg og vårfluer. Den mest tallrike steinfluen er nå *Amphinemura sulcicollis*. Vårfluene besto av minst fire arter og flest ble funnet på stasjon 1 (Tabell 23). Vårfluene var relativt tallrike og besto av minst seks arter.

Shannon-Wiener indeks viste høyest diversitet på stasjon 1, og lavest på stasjon 3 (Tabell 23, men det var ikke signifikante forskjeller mellom stasjone.

I børsteprøvene tatt på fjell på de to øverste lokalitetene og på stor stein på stasjon 3 var tettheten høyest av fjærmygg, knott og steinfluer. Tetthetene var imidlertid relativt lave. Fire arter steinfluer ble funnet på bart fjell og av disse var *Brachyptera risi* den absolutt mest tallrike. Døgnfluer ble ikke påvist. Høyest diversitet hadde stasjon 1, og denne var signifikant høyere enn både stasjon 2 og 3, mens stasjon 3 hadde en signifikant høyere diversitet på bart fjell enn stasjon 2.

Et lite antall av døgnfluer kan indikere at Modølsåi i en viss grad er påvirket av surt vann. Fravær av muslinger, lav alkalanitet og pH (Tabell 19) understøtter dette.

Tabell 23 Gjennomsnittsantall av ulike grupper og antall av ulike arter pr. 15 sek sparkeprøve og pr. m^2 børsteprøver fra Modølsåi i oktober 2004. Antall arter Shannon-Wiener indeks (H') er basert på er angitt i parentes.

Gruppe/slekt/art	Stasjon 1		Stasjon 2		Stasjon 3	
	ant/15 s	ant/m^2	ant/15 s	ant/m^2	ant/15 s	ant/m^2
DØGNFLUER	10	0,0	1	0,0	0	0,0
Baetis rhodani	3		1		0	
Lepthophlebia marginata	7		0		0	
STEINFLUER	85	6,0	46	44,4	260	66,7
Taeniopteryx nebulosa	4		1		0	
Amphinemura sulcicollis	0	0,3	8	0,0	140	0,0
Brachyptera risi	4	13,0	21	37,0	64	59,3
Leuctra fusca	1		1		4	
L. hippopus	64	2,0	13	7,4	45	7,4
L. nigra	1		0		0	
Nemoura cinerea	8	1,3	0	0,0	4	0,0
Diura nanseni	3		2		3	
VÅRFLUER	34	2,0	3	0,0	30	7,4
Plectrocnemia conspersa	24		2		5	
Polycentropus flavomaculatus	5		0		0	
Rhyacophila nubila	2	,03	0	0,0	0	3,7
Oxyetira sp.	0	0,7	0	0,0	0	0,0
Limnephilidae	3	1,0	1	0,0	25	3,7
KNOTT	67	6,0	22	14,8	13	3,7
FJÆRMYGG	207	15,3	54	14,8	70	18,5
FÅBØRSTEMARK	4		0		17	
ANNET	4	1,0	0	3,7	2	0,0
H' (antall arter)	1,73 (15)	1,24 (8)	1,64 (10)	0,44 (2)	1,44 (9)	1,05 (4)

3.2.3.3 Sitjeåi

Sitjeåi har sine kilder i Stemmetjern 740 m o.h. og i små vann og tjern beliggende på Grasstølfjellet ca. 900 m o.h. Sitjeåi renner gjennom Kjørkjebygda i Fyresdal og ut i Fyresvatn 279 m o.h. Øverst er bekken relativt flat, men faller bratt ned mot Kyrkjebygda (se bilde). I bekken er det planlagt ett minikraftverk. Den midtre stasjonen ligger mellom to fosser ved Sitje, hvor av den ene er vist på bilde. En nærmere beskrivelse av lokalitetene er gitt i Tabell 24.

Resultater

De mest tallrike gruppene i sparkeprøver i Sitjeåi var fjærmygg og steinfluer etterfulgt av knott og fåbørstemark (Tabell 25). Døgnfluer ble ikke funnet i prøvene. Steinfluene besto av til sammen elleve arter, der de fleste ble funnet øverst i elva, mens stasjon 3 hadde færrest arter. Artsdominansen varierte imidlertid i lengderetningen med *Leuctra hippopus*

som mest tallrik på stasjon 1, *Brachyptera risi* på stasjon 2 og *Amphinemura sulcicollis* på stasjon 3, dvs. som i Modølsåi. Vårfluene var relativt tallrike på stasjon 1 og besto av minst fire arter.

Fossefall i Sitjeåi ved Sitje.

Stasjon 3 i Sitjeåi.

Stasjon 2 i Sitjeåi.

Tabell 24. Geografisk beliggenhet og beskrivelse av de ulike stasjonene i Sitjeåi.

	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3
GPS	0450075 6561885	0449592 6561084	0448038 6560679
Hoh. i m	562	498	334
Bredde	5-7 m	2-5 m	4 m
Flowtype	Rolig strøm, turbulente parti	Fosser og stryk over fjell	Turbulent strøm og blank stryk
Vanndyp	10-20 cm	5-20 cm	2-15 cm
Substrat	Hode store og større stein stikker opp over vannflaten.	Blankskurt fjell, blokk, hodestore stein, knyttneve store i kulper. Mindre stein her og der.	Store stein og blokk som stikker opp, fast
Vannvegetasjon	Spredt alger	Spredt alger	Alger
Terrestrisk vegetasjon	Gran	Bjørk, or, gran og furu	Or, bjørk og furu

Tabell 25. Gjennomsnittsantall av ulike grupper og antall av ulike arter pr. 15 sek sparkeprøve og pr. m^2 børsteprøver fra Sitjeåi i oktober 2004. Antall arter Shannon-Wiener indeks (H') er basert på er angitt i parentes.

Gruppe/slekt/art	Stasjon 1		Stasjon 2		Stasjon 3	
	ant/15 s	ant/m^2	ant/15 s	ant/m^2	ant/15 s	ant/m^2
DØGNFLUER	0	0,0	0	0,0	0	0,0
STEINFLUER	98	322,2	159	344,4	130	51,9
Taeniopteryx nebulosa	4		4		2	
Amphinemura sulcicollis	10	0,0	12	3,7	83	3,7
Protonemura meyeri	0	0,0	10	3,7	6	7,4
Brachyptera risi	9	144,4	95	325,9	34	37,0
Leuctra fusca	1		0		0	
L. hippopus	34		32		2	
L. nigra	9		0		0	
Nemoura cinerea	15	0,0	3	11,1	0	3,7
Nemurella pictetii	1		0		0	
Diura nanseni	2		3		2	
Siphonoperla burmeisteri	2		0		1	
VÅRFLUER	22	3,7	8	0,0	7	0,0
Plectrocnemia conspersa	5		1		0	
Rhyacophila nubila	1		1		6	
Oxyetira sp.	7	3,7	4	0,0	0	0,0
Limnephilidae	9		2		1	
KNOTT	16	88,9	22	188,9	16	100,0
FJÆRMYGG	154	25,9	55	22,2	130	185,2
FÅBØRSTEMARK	17		7		27	
ANNET	1	0,0	13	11,1	16	7,4
H' (antall arter)	2,40 (17)	0,12 (2)	1,36 (12)	0,33 (5)	1,22 (10)	1,10 (5)

Shannon-Wiener indeks viste høyest diversitet på stasjon 1, og denne stasjonen hadde statistsikk signifikant (p<0,05) høyere verdi enn både stasjon 2 og 3 (Tabell 25).

I børsteprøvene tatt på fjell på de to øverste lokalitetene og på stor stein på stasjon 3, var tettheten høyest av steinfluer og knott på stasjon 1 og 2, mens knott og fjærmygg hadde høyest tetthet på stasjon 3 etterfulgt av steinfluer (Tabell 25). Tetthetene var i relativt høye. Fire arter steinfluer ble funnet på bart fjell og av disse var *Brachyptera risi* den absolutt mest tallrike. Døgnfluer ble ikke påvist. Høyest diversitet hadde stasjon 3, og denne var statistisk signifikant (p<0,05) høyere enn både stasjon 1 og 2, som begge hadde svært lave verdier for diversitet og som også var signifikant forskjellige.

Et lite antall av døgnfluer kan indikere at Modølsåi i en viss grad er påvirket av surt vann. Fravær av muslinger, lav alkalanitet og pH (se Tabell 19) understøtter dette.

3.2.3.4 Heiåi

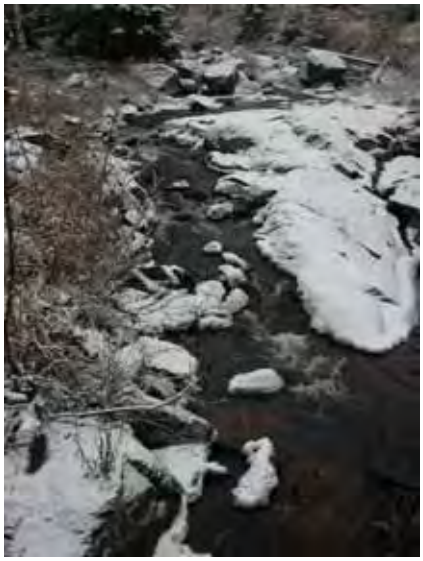
Heiåi har sine kilder ca. 600 m o.h i fjellområdet sør for Vråvatn i Kviteseid kommune. Dette er en relativt liten bekk som faller bratt ned i Vråvatn 248-246 m o.h. ved Lislestøyl. Øverst er bekken relativt flat. I bekken er det planlagt ett minikraftverk. En nærmere beskrivelse av lokalitetene er gitt i Tabell 26.

Tabell 26. Geografisk beliggenhet og beskrivelse av de ulike stasjonene i Heiåi.

	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 3
GPS	0454870 6578089	0455150 6579121	0455313 6579337
Hoh. i m	562	498	293
Bredde	3-4 m	3-5 m	1- 4 m
Flowtype	Turbulente stryk	Fosser, stryk og små kulper	Små stryk
Vanndyp	10-30 cm	5-30 cm	2-15 cm
Substrat	Store stein, blokk og fjell. Innslag av mindre irregulære stein	Blankskurt fjell, kampestein, blokk, hodestore stein.	Storestein og blokk, mellom disse hodestore og knyttneve store sttein
Vannvegetasjon	Spredt alger	Noe mose	Alger og mose
Terrestrisk vegetasjon	Gran og bjørk	Bjørk, or, gran	Selje, bjørk og gran

Resultater

De mest tallrike gruppene i Heiåi var steinfluer og fjærmygg (Tabell 27). Deretter fulgte døgnfluer, vårfluer og knott. Individantallet var noe lavere på stasjon 2. Individantallet av døgnfluer økte nedover bekken, men døgnfluene besto av bare en art, *Baetis rhodani*. Steinfluene besto av til sammen ni arter og var minst tallrik på stasjon 2. Øverst dominerte *Brachyptera risi, Amphinemura sulcicollis* og *Leuctra hippopus*. Vårfluene besto av minst fire arter og var mest artsrik og tallrik øverst i bekken. Stasjon 1 viste høyest diversitet, og diversiteten var her og på stasjon 2 statistisk signifikant (p<0,05) høyere enn på stasjon 3 (Tabell 27).



Stasjon 1 i Heiåi.

Stasjon 3 i Heiåi.

Tabell 27. Gjennomsnittsantall av ulike grupper og antall av ulike arter pr. 15 sek sparkeprøve og pr. m^2 børsteprøver fra Heiåi i oktober 2004. Antall arter Shannon-Wiener indeks (H') er basert på er angitt i parentes.

Gruppe/slekt/art	Stasjon 1		Stasjon 2		Stasjon 3	
	ant/15 s	ant/m^2	ant/15 s	ant/m^2	ant/15 s	ant/m^2
DØGNFLUER	9	22,2	52	133,3	68	81,5
Baetis rhodani	9	22,2	52	133,3	68	81,5
STEINFLUER	281	425,9	139	170,4	178	229,5
Taeniopteryx nebulosa	2		0		0	6
Amphinemura sulcicollis	104	0,0	46	29,6	41	7,4
Brachyptera risi	106	144,4	60	140,7	125	218,5
Leuctra fusca	5		2		0	
L. hippopus	56		28		9	
L. nigra	4		1		1	
Nemoura cinerea	0	3,7	0	0,0	1	0,0
Diura nanseni	1		1		1	
Isoperla grammatica	3	0,0	1	0,0	1	3,7
VÅRFLUER	35	3,7	23	0,0	26	0,0
Plectrocnemia conspersa	7		5		1	
Rhyacophila nubila	6		5		2	
Oxyetira sp.	16	3,7	0	0,0	0	0,0
Limnephilidae	6		13		23	
KNOTT	11	396,3	5	137,0	56	7,4
FJÆRMYGG	270	107,4	131	40,7	175	29,6
FÅBØRSTEMARK	16	3,7	2	3,7	0	0,0
ANNET	25	0,0	4	11,1	9	0,0
H' (antall arter)	1,90 (16)	0,59 (4)	1,83 (14)	1,00 (4)	1,58 (15)	0,74 (4)

Tettheten av bunndyr var relativt høy på fjell og stein (Tabell 27). Spesielt høye tettheter ble funnet for steinfluearten *Brachyptera risi*, for knott på de to øverste stasjonene og for døgnfluen *B. rhodani* på de to nederste. Dette kan skyldes at disse finner skjul i mose, alger og sprekker. Knott er imidlertid mer avhengig av bart fjell. Artsdiversiteten var her høyest på stasjon 2 og denne var signifikant høyere enn på stasjon 1 og 2, mens mellom stasjon 3 og stasjon 1 ikke var signifikante forskjeller.

3.2.3.5 Flatlandsåi

Flatlandsåi i Kviteseid kommune er en relativt stor bekk som har sine kilder i Ånevatn 609 m o.h. Øverst renner bekken relativt flatt, men etter ca. 1 km faller den bratt ned mot Vråvatn som den renner ut i ved Flatland. Like etter utløpet fra Ånevatn, deler bekken seg og en mindre bekk Ramnegjuvsbekken renner ut i Vråvatn ca. 600 m øst for Flatland. I bekken er det planlagt et minikraftverk.

Tabell 28. Geografisk beliggenhet og beskrivelse av de ulike stasjonene i Flatlandsåi.

	Stasjon 26	Stasjon 30	Stasjon 29
GPS	0461671 65 79545	0460723 6579636	0460436 6579556
Hoh. i m	502	313	252
Bredde	2-4 m	3-5 m	3- 5 m
Flowtype	Små fosser på fjell, turbulente stryk, små kulper	Fosser og små kulper	Turbulente stryk
Vanndyp	10-30 cm	5-30 cm	2-30 cm
Substrat	Fjell, store stein, i kulper mindre og små stein	Litt fjell, blokk og store stein. Små til hodestore stein i kulper	Store stein og blokk, mellom disse hodestore og knyttneve store stein
Vannvegetasjon	Spredt alger og mose i foss	Mose og alger spredt på de største steinene	
Terrestrisk vegetasjon	Furu og innslag av bjørk	Bjørk og gran	Selje, bjørk og litt gran

Resultater

De mest tallrike gruppene i Flatlandsåi var fjærmygg, steinfluer, døgnfluer og vårfluer (Tabell 29). Døgnfluene besto av to arter, men bare arten *Baetis rhodani* var tallrik og tilstede på alle stasjonene. Den var spesielt tallrik på stasjon 3. Steinfluene besto av sju arter og var mest tallrike på stasjon 2 og 3. Viktigste arter var *Amphinemura sulcicollis*, *Brachyptera risi* og *Leuctra hippopus*. *L. fusca* var spesielt tallrik på stasjon 2. Vårfluefaunaen besto av minst fem arter og individantallet var høyest på stasjon 1.

Diversiteten var høyest på stasjon1 og lavest på stasjon 3 (Tabell 29). På stasjon 3 var diversiteten statistisk signifikant ($p<0,05$) lavere enn på stasjon 1 og 2.

Stasjon 1 i Flatlandsåi.

Stasjon 3 i Flatlandsåi.

Stasjon 2 i Flatlandsåi.

Bunndyrtettheten var svært høy på bart fjell, noe som i meget stor grad skyldes høye tettheter av knott (Tabell 29). Denne tettheten var spesielt høy på stasjon 1 og 2. Imidlertid var tettheten av døgnfluer og steinfluer også høy på bart fjell, spesielt på stasjon 1. Høye tettheter hos steinfluer skyldes i høy grad arten *Brachyptera risi* som foretrekker substrat med mose og alger, noe det var på stasjon 1 og 2. Diversiteten på bart fjell var høyest på stasjon 1 og lavest på stasjon 3 (Tabell 29), og det var signifikante forskjeller mellom alle stasjonene.

Tabell 29. Gjennomsnittsantall av ulike grupper og antall av ulike arter pr. 15 sek sparkeprøve og pr. m^2 børsteprøver fra Flatlandsåi i oktober 2004. Antall arter Shannon-Wiener indeks (H') er basert på er angitt i parentes.

Gruppe/slekt/art	Stasjon 1		Stasjon 2		Stasjon 3	
	ant/15 s	ant/m^2	ant/15 s	ant/m^2	ant/15 s	ant/m^2
DØGNFLUER	19	537,0	54	92,6	173	281,5
Baetis rhodani	18	537,0	54	92,6	173	281,5
Lepthophlebia marginata	1		0		0	
STEINFLUER	47	400,0	79	125,9	70	33,3
Amphinemura sulcicollis	13	144,4	7	11,1	23	0,0
Protonemura meyeri	0	192,6	0	22,2	1	0,0
Brachyptera risi	3	144,4	13	114,8	26	22,2
Leuctra fusca	0	0,0	35	0,0	1	0,0
L. hippopus	31	3,7	22	0,0	15	22,2
L. nigra	0		1		3	
Diura nanseni	0		1		1	
VÅRFLUER	30	29,6	18	3,7	7	0,0
Plectrocnemia conspersa	17		14		4	
Polycentropus flavomaculatus	4		0		0	
Rhyacophila nubila	2	14,8	0	3,7	2	0,0
Oxyetira sp.	5	11,1	3	0,0	0	0,0
Limnephilidae	2	3,7	1	0,0	1	0,0
KNOTT	9	2111,1	11	2407,4	23	825,9
FJÆRMYGG	138	70,4	264	48,1	71	18,5
FÅBØRSTEMARK	6	7,4	56	18,5	13	0,0
ANNET	4	33,3	31	3,7	22	11,1
H' (antall arter)	2,02 (12)	1,47 (11)	1,97 (13)	1,13 (6)	1,36 (16)	0,67 (6)

3.2.4 Oppsummering

Generelt var tettheten av bunndyr, antall arter og diversitet høyest der substratet består av alt fra sand, grus og små til hodestore stein og hvor vannhastigheten er relativt langsom. Slike forhold utgjør imidlertid en begrenset del bekkenes areal. Dette fordi de fleste av de undersøkte bekkene er svært bratte og domineres av et substrat bestående av store stein, blokk og fjell. Dette gjelder spesielt de strekningene som berøres. Gode eksempler er Grytelva, øverste del av bekk ved Fuglestein, Daleelva, Sitjeåi og Heiåi.

Selv om mengden dyr, antall arter og diversiteten er høy i sparkeprøvene, må likevel forholdene på dominerende substrat vektlegges. Generelt var antall arter og tetthet av bunndyr lavere på bart fjell og stein. Der det finnes skjul i sprekker i steinen og i mose på stein, hovedsakelig trolig buttgråmose *Rhacomitrium aciculare*, var det relativt mange arter til stede i høye tettheter. Dette gjelder for eksempel Bjoråi, Tveitåni og øverste del av Grytelva og Flatlandsåi, mens Daleelva i Hjelmeland hadde lave tettheter og lav diversitet.

Bunnfaunaen var dominert av nymfer av insektgruppene døgnfluer og steinfluer, og larver av vårfluer, fjærmygg og knott. De to sistnevnte kunne være tallrike også på bart fjell. Den mest artsrike gruppen var steinfluer, med elleve arter både i Tveitåni og Sitjeåi. Døgnfluer var fraværende i flere av bekkene, noe som høyst sannsynlig skyldes surt vann. Snegl ble bare funnet i en av bekkene og fravær av snegl og muslinger kan skyldes både vannkvalitet og høye vannhastigheter.

Det ble ikke påvist sjeldne eller truete arter i noen av bekkene.

3.3 Botaniske vurderinger

Arvid Odland (Høgskolen i Telemark) og Tor Tønsberg (Universitetet i Bergen)

Undersøkelsene i de utvalgte fossene ble utført i perioden 2-5. september i Rogaland, og 24-27. september i Telemark. Det blir gitt en beskrivelse av karakteristiske trekk ved de bekkeavsnittene som planlegges utbygd - både topografisk og vegetasjonsmessig. Målsettingen med undersøkelsen skulle vesentlig være å foreta registrering av vegetasjon som avhenger av høy luftfuktighet og som vil bli påvirket ved en eventuell tørrlegging av bekker. Fosserøykpåvirket vegetasjon er generelt karakterisert som en truet vegetasjonstype, og mange arter knyttet til slike områder er rødlistet.

Generelt sett er utvikling av typisk fosserøykvegetasjon avhengig av konstant høg luftfuktighet og dermed tilførsel av sprut fra en større foss gjennom hele året. Perioder med tørke i ellers fuktige omgivelser vil fort ødelegge utviklingen av slik vegetasjon. Lite vann i en periode vil til en viss grad kunne kompenseres ved at lokaliteten blir beskyttet mot direkte innstråling og/eller et humid klima. Nordlig eksposisjon og trange gjel/kløfter vil derfor være gunstig. På den andre siden må vegetasjonen ligge beskyttet mot vannerosjon. Fosserøyk-vegetasjonen vil derfor bare utvikles i en viss avstand fra fossen den er avhengig av. Både jevn vannføring, og gunstig topografi er derfor forutsetninger for utvikling av fosserøyk-vegetasjon - en foss er i seg selv ikke nok.

Aktuelle rødlistearter trenger imidlertid ikke være knyttet til fosseenger, de kan vokse enkeltvis på steiner, bergvegger eller på trær som påvirkes av elva.

Registreringer av alle beskrevne mosearter er tabellarisk fremstilt for alle elvene i Tabell 30.

3.3.1 Rogaland

3.3.1.1 Tveiteåno

Kraftverket vil utnytte fallet i Tveitåno mellom 100 og 435 m. Elva renner ned en bratt sørvendt fjell-/dalside og munner ut i Suldalsvatn ved Kolbeinstveit.

Det planlagte kraftverket er planlagt å ligge 100 m o.h., på en liten flate der terrenget stiger bratt opp på oversiden. På flaten renner elva i et steinet løp, omgitt av skog (gråor, ask og bjørk).

Over 100 m o.h. renner elva dels i et steinet løp, dels over blankskurt berg. I de bratte dalsidene rundt ligger tette granplantefelt. Det er svært lite mose i og langs elva, av arter kan nevnes *Campylopus atrovirens*, *Marsupella emerginata* og *Racomitrium* spp.

Langs løpet finnes lite sammenhengende vegetasjon på grunn av steinet mark eller klipper.

Ved 110-120 m o.h. [WGS84: 59°30.54’N 006°33.96’E; 32V LL 622 992] forekom *Fuscopannaria ignobilis* (DC) sparsomt på stammen av en gammel, styvet ask på elvebredden. Av regionalt interessante lavarter kan nevnes *Ochrolecha arborea* og *Pertusaria coronata* i 120 -125 m o.h. på stamme av død gråor. Førstnevnte er ifølge

Tønsberg (1992; se også Norsk Lavdatabase: http://www.nhm.uio.no/botanisk/lav/) tatt kun én gang tidligere i Rogaland (helt sør i fylket (Sokndal)).

På noe høyere nivå (240 m) renner elva mer på blankskurt fjell, med lyng, gras og bregnedominert furu- og bjørkeskog rundt. Det finnes sporadisk små fossefall (ved 140 m). Ved 270 m ligger det en ca 10 m høg foss med antydning til fosserøykpåvirka vegetasjon. Grasarter (sølvbunke, blåtopp) og blåknapp dominerte, og det fantes mye torvmoser (*Sphagnum* spp.), heigråmose (*Racomitrium lanuginosum)*, vårmose (*Pellia epiphylla)* og såtemoser (*Campylopus* spp.) Lokaliteten ble likevel ikke vurdert å være spesielt interessant botanisk. I de øvre delene rant elva i store deler på blankskurt berg, stedvis med steiner i elveløpet. På grunn av sterk erosjon var det svært lite vegetasjon i og nært elveløpet.

Det var bygget traktorvei opp dalsiden, og denne krysset elveløpet flere steder.

3.3.1.2 Tveitliåna

Steine småkraftverk er planlagt ved 120 m o.h. i Tveiteliåna, og det skal nytte fallet under 320 m o.h. Elva renner i sørvestlig eksposisjon og munner ut i Steinsåna, en sideelv til Suldalslågen.

Ved 120 m renner elva i et relativt flatt parti på grovt, elveavsatt materiale og omgitt av skog (gråor, furu, bjørk og rogn). Der terrenget stiger bratt oppover renner elva på bankskurt fjell, med mer eller mindre steiner i elveløpet. Mange steder vokser ganske tett skog ned til elva. Det er plantet mye granskog i området, og det finnes også plantefelt med hemlokk (*Tsuga heterophylla*). Denne sprer seg selv i området!

Det finnes nesten ikke moser i og langs elveløpet, noe som trolig skyldes tidvis stor vannføring og dermed stor erosjon. Høyere oppe renner elva mer i et blokkrikt elveløp. I kanten av elva her finnes stedvis mye mose, med vanlige kystmoser som storstylte (*Bazzania trilobata)*, kystjamnemose (*Plagiothecium undulatum)*, heigråmose *(Racomitrium lanuginosum)*, kystkransmose *(Rhytidiadelphus loreus)* og stripefoldmose (*Diplophyllum albicans).*

Ved 140 m o.h. [WGS84:59°29.44’N 006°26.36’E; 32V LL 550 974] vokste *Stereocaulon delisei* (R) meget sparsomt på en blokk i elva sammen med rike forekomster av *S. vesuvianum* og *S. subdenudatum*.

Ved 145 m o.h. ble *Bryoria furcellata* påvist på furustammer på elvekanten 5 m over selve elveløpet. I følge NLD er arten tatt kun to ganger tidligere i Rogaland (begge i Hjelmeland i 1949 [leg. Dahl] og i 1970 [leg. Krog]).

Den taxonomisk omdiskuterte laven *Stereocaulon subdenudatum* er ifølge NLD kun kjent fra Hordland og Nordland; altså ikke Rogaland. Forekomsten i Tveiteåna representerer derfor ny sørgrense for arten.

Ved 160 m o.h. fantes lavene *Lecidea roseotincta* og *Mycoporum antecellens* på stammer av gråor. Begge har sin sørgrense i Norge i Rogaland; førstnevnte har sin hovedutbredelse i Trøndelag.

Ved 240-250 m fantes det et ca 10 m høyt fossefall, også med en fosserøyksone. Det var imidlertid minimalt med vegetasjon i og rundt fossen. Spredte atrer/ tuer med rosenrot, blåknapp, fjellmarikåpe og blåtopp, samt små tuer med bergpolstremose (*Amphidium*

mugeotti), pelssåtemose *(Campylopus atrovirens)* og stripeposemose (*Diplophyllum albicans)* på beskytta steder.

3.3.1.3 Bekk ved Fuglastein

Renner i sørvestlig retning, og det er planlagt to kraftverk i bekken. Det øvre vil nytte fallet fra 217 til 70 m o.h. Nedre Fuglestein vil nytte fallet fra riksveien (61 m o.h.) og ned til Jelsafjorden (1 m o.h). I områdene mellom 60 og 70 m o.h. renner bekken relativt flatt gjennom et jordbruksområde.

Nedre del

Fra riksveien renner bekken bratt ned til fjorden, i stryk på blankskurt fjell eller mellom store blokker. Bekkeløpet er her omgitt at tett skog (lind, ask, svartor, hegg og osp). På store blokker og klipper var det til dels mye mose, bl.a. krusfagermose (*Plagionium undulatum*), storthujamose (*Thuidium tamariscinum*), se ellers tabell 2.

Av lav kan nevnes (10-20 m o.h.) *Arthonia* sp., *Opegrapha* sp., og *Pertusaria hymenea* på glatt bark av ask; dessuten *Leptogium cyanescens* på mosekledd bergvegg.

Øvre del

Kraftverket er tenkt plassert ved ca 70 m, i utkanten av en beitemark på bart fjell/fluviale sedimenter. Bekken renner her til dels på fjell, eller nedskåret i en beitemark. Vegetasjonen indikerer et oseanisk klima med mye kystmaure, knappsiv, smørtelg, grøftesoleie og englodnegras. Over 80 m renner bekken gjennom tett skog (ask, svartor, rogn), og her inngår kystplanter som eføy, junkerbregne og skoggrønnaks.

Ved 120 m renner bekken i en storsteinet ur og forsvinner mer eller mindre. Videre oppover er bekken omgitt av granplantefelt. Den renner vekslende på bart fjell og steinet løp i relativt åpent terreng. I og langs bekkeløpet finnes en del moser, vesentlig vanlige arter, se tabell 1.

Ved 60 m o.h. fantes lavene *Bryoria bicolor* og *Platismatia norvegica* på ei vestvendt bergvegg ved bekken. Begge disse krever høg luftfuktighet.

3.3.1.4 Grytelva

Kraftverket er tenkt bygd der Grytelva renner ut i Grytevatnet (31 m o.h.) og det vil utnytte fallet fra 370 m o.h. Elva renner bratt ned en dalside med østlig eksposisjon. I de nedre partiene renner elva i et løp med mye store blokker. I kanten finnes spredte trær, og sterkt beita kulturmark går ned mot elveløpet. I kanten av elva finnes mye kystplanter (revebjelle, raggtelg, kystmaure, bjønnkam) som indikerer et humid klima. Det er stedvis mye mose på de store steinene i elveløpet, men arter vanlige på Vestlandet dominerer, f.eks. sotmoser (*Andraea spp.),mattehutremose (Marsupella emarginata),* taggmose *(Atrichum undulatum),* stripeposemose *(Diplophyllum albicans),* kystjamnemose *(Plagiothecium undulatum),* storthujamose *(Thuidium tamariscinum*), vengemose *(Dounia ovata),* småstylte *(Bazzania tricrenata)* og pelssåtemose (*Campylopus atrovirens).*

På noe høyere nivå finnes det en gras- og blåbærdominert lauvskog inntil elveløpet de fleste stedene. Elva renner for det meste i et trangt gjel med stein eller bart fjell i løpet. Det blir gradvis mindre og mindre mose på steinene i elvelpet. Det ble ikke registrert fosser eller fosserøykpåvirka lokaliteter i elveløpet.

Lavfloraen var ikke særlig spennende. *Pilophorus strumaticus* (30-35 m o.h.) på blokk i selve elveløpet og *Micarea coppinsii* (40 m o.h.) på rogn på ei øy i elveløpet kan nevnes.

Sistnevnte, som hovedsakelig vokser på røsslyng i kyst-lynghei, ser ut for her å ha sin sørøstgrense i Norge (se NLD).

3.3.1.5 Bekk fra Nøksvatn

To kraftverk er planlagt i bekken som renner bratt ned den sørvendte fjellsida fra Nøksvatn i Hjelmeland. Bekken renner ut i Jøsenfjorden ved Dale, ca to km vest for Vadla. Det nederste kraftverket er planlagt bygd på oppsida av riksvegen ved 60 m o.h., det øvre ved 257 m.

Flora og vegetasjonen langs bekken indikerer et markert oseanisk klima, arter som revebjelle, smørtelg, bjønnkam og kystmaure er vanlige og stedvis dominerende langs elveløpet. Ellers dominerer lite kravfulle lyng og grasarter. Av moser var arter som storthujamose (*Thuidium tamariscinum)*, kystkransmose (*Rhytidiadelphus loreus)*, storstylte (*Bazzania trilobata)*, småstylte (*B. tricrenata)*, strripelommemose (*Diplophyllum albicans)*, vengemose (*Dounia ovata)*, kystjamnemose (*Plagiothecium undulatum)*, vårmose (*Pellia epiphylla)* og såtemoser (*Campylium* spp.) vanlige langs bekkeløpet.

I selve bekkeløpet er det lite mose, men mattehutre (*Marsupella emarginata)*, sotmoser (*Andraea* spp.) og gråmoser (*Racomitrium* spp.) var vanlige.

Øvre del

I den øvre delen (257-507 m) renner bekken bratt ned fjellsida fra Nøksvatn. Terrenget er relativt åpent, og bekken renner i et steinet løp, eller over blankskurt berg. Det er lite moser i og langs bekkeløpet, og det finnes ikke større fosser eller fosserøykpåvirka områder.

Den for Norge nylig angitte laven *Micarea adnata* ble påvist på basis av furu 1-2 m fra bekken, 210 m o.h.. Denne laven tilhører skorpelavene som ikke er rødlistebehandlet. Det er imidlertid lite sannsynlig at denne arten, som hører hjemme i fuktig furuskog, vil bli rødlistet i Norge. I Sverige er den rødlistet som sårbar (V).

Nedre del

Mellom ca 250 og 120 m renner bekken i et relativt flatt parti med sterkt påvirka kulturmark helt ned til elveløpet. Løpet domineres av små steiner og noe blokker.

I de nedre delene (60-120 m) renner bekken i et trangt dalføre der den østvendte sida er sterkt påvirket av vegen opp til Dale. Store steiner, sprengstein og klipper utgjør det meste av bekkekanten. Bekken renner i små stryk med store steiner i løpet. Spredte trær (ask, svartor, hassel, bjørk og osp) vokser langs bekken og danner mye skygge. Det finnes ikke fosser eller fossereøykpåvirka områder.

En liten forekomt av *Fuscopannaria sampaiana* (DC) på styvet ask (sammen med *Thelotrema lepadinum*) på "øy" i elveløpet, 110 m o.h. [WGS84: 59°19.53'N 006°24.22'E, 32V LL 522 791].

Kystartene *Fuscopannaria rubiginosa*, *Lobaria amplissima*, *Pannaria conoplea*, *Peltigera collina* og den svakt sørlige arten *Ochrolechia subviridis*, samtlige på styvet ask ble registrert mellom125-170 m o.h.

3.3.2 Telemark

3.3.2.1 Bjoråi

Bjoråi mikrokraftverk vil utnytte fallet i Bjoråi mellom 633 og 563 m o.h. Elva renner mellom Nordbøtjørni (652 m) og Sundsvatn (557 m), i et åpent og relativt flatt dalføre. Elveløpet utgjøres stort sett av blankskurt fjell, dels av blokker, stein, grus. Det finnes ikke antydning til fosser eller stryk. I løpet finnes trær (bjørk, rogn, gran og furu) og busker (gråor, ørevier og lappvier). I overgangen mot fastmark finnes mange steder en markert erosjonskant som indikerer perioder med stor vannføring. Det er lite moser i og langs elva, og de som finnes er vanlig forekommende arter. Vekslinger mellom røsslyngrabber, tørr tyttebærskog og fattig sumpskog dominerer langs elva. Vanlige arter er blåtopp, bjønnskjegg, røsslyng, blokkebær, tepperot og einer. Her fantes dessuten noen arter med en vestlig utbredelse i Norge: knegras, grønnstarr, blåknapp, heisiv og poselyng (ganske vanlig).

Rødlistede eller regionalt interessante lav ble ikke observert.

3.3.2.2 Sitjeåi

Sitjeåi minikraftverk vil utnytte fallet i Sitjeåi mellom ca 320 (i beskrivelsen står det 120 m, men det må være feil) og 556 m o.h. Elva kommer fra Blåstøltjønni (716 m o.h.) og renner i sørvestlig retning ned til Fyresvatnet (280 m o.h.). I det aktuelle reguleringsområdet ligger elva for det meste bratt nedskåret i dalføret.

I de øvre delene renner elva for det meste på blankskurt fjell, spredt med steiner og blokker. Lyngdominert granskog utgjør stort sett det meste av den dominerende vegetasjonen langs elva.

I de nedre delene renner elva brattere, og er omgitt av bratte dalsider. Elveløpet har her mer stein og blokker. Det finnes mindre stryk, men ingen fosser/fosserøykpåvirka områder.

Nederst ligger rester av et gammelt kraftverk, og vi antar at det planlagte minikraftverket også vil ligge her. Elva renner her i et flatere, storsteinet løp, omgitt av velvokst og tett gråorskog ispedd ask og gran. Her finnes det også bebyggelse inntil elva flere steder. Noe høyere, hvor elva renner brattere ligger tette granplantefelt, med innslag av gråor og bjørk. Det ble ikke registrert fosser i de nedre delene av elva. Det finnes en del mosevegetasjon langs elveløpet, men bare vanlige arter ble registrert.

Rødlistede eller regionalt interessante lav ble ikke observert.

3.3.2.3 Modølsåi

Modølsåi kraftverk vil utnytte fallet i Modølsåi mellom 310 og 455 m o.h. Elva renner i sørvestlig retning og ut i Nedre Dalåni ved Fyresdal flyplass.

Nederst renner elva i et relativt flatt, stein og blokkrikt løp omgitt av skog bestående av gråor, gran, bjørk og rogn. Lyngarter dominerer i feltsjiktet. I erosjonskanter langs elva dominerer blåtopp for det meste.

På høyere nivå renner elva mer i små stryk på blankskurt berg, dels i trange kløfter med mye store blokker. Det ble ikke registrert fosser eller foserøykpåvirka områder. Det er minimalt med mose i elveløpet, og i erosjonskanten, og på blokker langs elva finnes bare vanlige arter.

Rødlistede eller regionalt interessante lav ble ikke observert.

3.3.2.4 Flatlandsåi

Flatlandsåi minikraftverk vil utnytte fallet mellom 260 og 545 m o.h. Elva kommer fra Ånevatnet (609 m) og renner ut i Vråvatn (248 m). I det aktuelle partiet renner elva bratt ned en sørvestvendt fjellside, i et bratt nedskåret løp. Det er bygget en traktorvei langs elva oppover fjellsiden.

Det "planlagte" kraftverket nederst er allerede påbegynt. Det ligger like ved en ca 5 m høg foss. Det finnes imidlertid ingen markert fosserøyksone i denne fossen, men en del puter med vanlig forekommende mosearter. Ovenfor renner elva i trang, skyggefull kløft, og også her er det mye mosevegetasjon i bergveggene langs elva. Trivialarter dominerer, men med innslag av mer kystbundne arter som stripelommemose (*Diplophylum albicans)*, og kystkransmose *(Rhytidiadelphus loreus)*.

Videre oppover dalsiden renner elva i små stryk og dypt nedskåret i en renne. Løpet består vesentlig av blankskurt fjell, stein og blokker. De bratte sidene av elva er har en glissen gran- og furuskog dominert av lyng- og grasarter.

Mellom 350 og 400 m renner elva bratt ned en blankskurt løp i en fjellside. Terrenget rundt er åpent og sørvendt og det finnes ingen markert foss /fosserøyksone heller ikke her.

I de øvre delene av elva finnes det minimalt med moser i elveløpet.

Rødlistede eller regionalt interessante lav ble ikke observert.

3.3.2.5 Heiåi

Heiåi minikraftverk vil utnytte fallet mellom 250 og 550 m o.h. Elva renner elva bratt ned en nordvendt fjellside og munner ut i Vråvatn (248 m).

Nederst, der kraftverket vil ligge renner elva relativt flatt på et blokkrikt substrat. Områdene rundt domineres av en storvokst gråorskog. Det finnes endel mose (vanlige arter) på steiner og blokker i elveløpet.

Videre oppover renner elva i trange kløfter, vesentlig på bart fjell men det kan også være mye stein i elveløpet. Skogen rundt elva veksler mellom granplantefelt og gråorskog med innslag av bjørk og svartvier.

Over ca 350 m er terrenget brattere, og elva renner for det meste på svaberg. Over ca 400 m renner elva på blankskurt fjell i et mer åpent terreng omgitt av gran- og furuskog dominert av lyngarter og lav. Ved ca 520 flater terrenget ut igjen.

Det er minimalt med mose i og langs elveløpet, og ingen fosser ble registrert.

Rødlistede eller regionalt interessante lav ble ikke observert.

3.3.3 Vurdering

Tabell 31 viser en samlet vurdering av de undersøkte elveavsnittene, med angivelse av forekomst av sjeldne/truete/eller regionalt interessante arter/vegetasjon/naturtyper i eller langs de elveavsnittene som planlegges utbygd. Det ble altså ikke påvist rødlista karplantearter eller mosearter i elvene, men tre rødlista lavarter ble funnet. Det ble ikke funnet velutvikla fosserøykpåvirka eller andre sjeldne naturtyper i de undersøkte områdene.

Det innsamlede mosematerialet fra Rogaland inneholdt ingen rødlistearter. Funn av pelssåtemose (*Campylopus atrovirens*) og flommose (*Hyocomium armoricum*) representerer uten tvil noen av de mest oseaniske artene i området og er bare utbredt på Vestlandet mellom Kristiansand og Møre (Størmer 1967). Arter som rødflik (*Lophozia sudetica*), skeiflik (*L. wenzelii*), rustmose (*Tetralohozia setiformis*) og fjellbinnemose (*Polytrichastrum alpinum*) har sin hovedutbredelse i fjellet, men går ned i sørboreal eller sågar ned i boreonemoral skogsone. Her vokser de ofte i nærheten av fossefall og trives godt under slike forhold som karakteriseres ved konstant kjølig mikroklima gjennom hele sommeren. Ekornmose (*Leucodon sciuroides*) blir ofte regnet som en svakt østlig art.

Forekomst av middels næringskrevende arter som piskraggmose (*Anomodon attenuatus*), glansmose (*Homalia trichomanoides*) og storrundmose (*Rhizomnium magnifolium*) indikerer at bekkeløpet ved nedre Fugleåni må få tilført litt ekstra mineralnæring fra berggrunn eller morene (se ellers tabell 30).

I Rogaland ble tre rødlista lavarter påvist: *Fuscopannaria ignobilis* (DC): på en styvet ask, *Fuscopannaria sampaiana* (DC): på en styvet ask, og *Stereocaulon delisei* (R): meget sparsom forekomst på blokk. For faktaark om disse artene, se Tønsberg *et al*. (1996).

En del regionalt interessante arter ble observert: *Lecidea roseotincta* og *Mycoporum antecellens* har begge har sine sørligste forekomster i Norge i Rogaland. *Micarea coppinsii* har sin sørøstgrense i Rogaland. *Micarea adnata* er rødlistet i Sverige. I Norge er den kun kjent fra Rogaland og Hordaland. *Bryoria bicolor* og *Platismatia norvegica* er fuktighetskrevende arter. Forekomsten av styvet ask er gunstig for rødliste arter (se Tønsberg *et al*. 1996); foruten to av de rødlistete artene var følgende arter begrenset til dette habitatet/substratet (*Lobaria amplissima*, *Ochrolechia subviridis*, *Pannaria conoplea* og *P. rubiginosa*).

I Telemark ble det ikke i noen av bekkekløftene observert rødlistelav eller regionalt interessante arter.

Tabell 30. Innsamla moser bestemt av Arne Pedersen. b = innsamling gjort på bark, H = belegg til Oslo-herbariet. A = Nedre Fugleåni, B = Grytelva, C = Dale (70 m o.h.), D = Dale (20 m o.h.), E = Tveitliåna, F = Tveiteåno, G = Heiåi

	Latinske navn	A	B	C	D	E	F	G	Norske navn
LEVERMOSER	*Cephaloziella divaricata*						H		Flokepistremose
	Diplophyllum albicans		X		x				Stripefoldmose
	Frullania dilatata				b				Hjelmblæremose
	F. tamarisci				H		b		Matteblæremose
	Lejeunea cavifolia				b		b		Glansperlemose
	Lophozia silvicola		X						Skogflik
	L. sudetica		X				H		Rødflik
	L. ventricosa v.ventricosa				b				Grokornflik
	L. wenzelii					X			Skeiflik
	Marsupella aquatica					H			Bekkehutremose
	Metzgeria furcata	X			b		b		Gulbandmose
	Plagiochila porelloides	x					x	x	Berghinnemose
	Radula complanata				b		b		Kransflatmose
	Scapania nemorea		H		H				Fjordtvebladmose
	S. scandica						H		Butt-tvebladmose
	S. subalpina							H	Tvillingtvebladmose
	S. undulata v. dentata							H	Bekketvebladmose
	Tetralophozia setiformis		H						Rustmose
	Tritomaria exsectiformis		X						Stihoggtann
	T. quinquedentata		X						Storhoggtann
BLADMOSER	*Andreaea rupestris*		X			X			Bergsotmose
	Anomodon attenuatus	H							Piskraggmose
	Blindia acuta							H	Rødmesigmose
	Brachythecium plumosum	x		H					Bekkelundmose
	B. rivulare	H							Sumplundmose
	Campylopus atrovirens		H			x			Pelssåtemose
	C. flexuosus				H				Trøsåtemose
	Dryptodon patens (=Grimmia p.)					H			Rennemose
	Homalia trichomanoides	H							Glansmose
	Hyocomium armoricum		H						Flommose
	Isothecium myosuroides				H		x		Musehalemose
	Leucodon sciuroides	x			b		b		Ekornmose
	Mnium hornum	x							Kysttornemose
	Paraleucobryum longifolium							H	Sigdnervemose
	Plagiothecium succulentum	H							Skrumpjamnemose
	Polytrichastrum alpinum						x		Fjellbinnemose
	Pseudotaxiphyllum elegans		H						Skimmermose
	Racomitrium aciculare			x				H	Buttgråmose
	R. heterostichum		X						Berggråmose
	Rhizomnium magnifolium	H							Storrundmose
	Tortella tortuosa						b		Putevriemose
	Zygodon rupestris				b		b		Trådkjølmose

Tabell 31. Samlet vurdering av undersøkte elveavsnitt. Forekomst (1) eller ikke forekomst (0) av sjeldne/truete/eller regionalt interessante arter/vegetasjon/naturtyper i eller langs de elveavsnittene som planlegges utbygd. Regiontilknytning til de aktuelle elveavsnittene sensu Moen (1998): O2=klart vestlig seksjon, O1=svakt vestlig seksjon, BN=Boreonemoral, SB=sørboreal, MB=mellomboreal, NB=nordboreal

A: 1 = forekomst av sjeldne naturtyper sensu DN 1999
B: 1 = forekomst av truete vegetasjonstyper sensu Fremstad & Moen 2001
C: 1 = forekomst av trua (rødlista) karplanter
D: 1 = forekomst av regionalt interessante karplantearter
E: 1 = forekomst av trua (rødlista) moser
F: 1 = forekomst av regionalt interessante mosearter (Flommose (*Hyocomium armoricum*))
G: 1= forekomst av truete lav
H: 1 = forekomst av regionalt interessante lavarter

	Rogaland							Telemark				
	Tveitliåna	Grytelva	Fugl. Øvre	Fugl. nedre	Tveiteåno	Bekk fra Nøksvatn	Bekk fra Nøksvatn	Bjoråi	Modølsåi	Sitjeåi	Flatlandsåi	Heiåi
Høgd	120-320	31-370	70-217	1-61	100-435	257-507	60-256	563-633	310-455	320-556	260-545	250-550
Retning	SV	Ø	S	S	S	S	S	Ø	SV	SV	S	N
Seksjon	O2	O2	O2	O2	O2	O2	O2	O1	O1	O1	O1	O1
Sone	SB-MB	BN-MB	BN-SB	BN	SB-MB	SB-NB	BN-SB	MB-NB	SB-MB	SB-MB	SB-MB	SB-MB
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
H	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0

3.4 Fugl

3.4.1 Registreringer av fossekall i Rogaland

Vegard Ankarstrand Larsen, Stavanger

Alle lokalitetene ble undersøkt i perioden 5- 9. juni 2004. Lokalitetene ble undersøkt langs vassdraget fra 200 meter ovenfor det planlagte inntaket, langs hele rørgatestrekningen (området som får fraført vann) og inntil 500 meter ned fra det planlagte utløpet. Alle lokalitetene ble undersøkt ved å gå hele den undersøkte strekningen langs elveløpet så langt som dette lot seg gjøre. Ved utvalgte punkt som ble vurdert som typiske fossekallhabitat ble det gjennomført observasjonspauser for å registrere eventuell aktivitet. Potensielle hekkeplasser (for eksempel i juv, fosser og under bruer) ble spesielt godt undersøkt. Fremgangsmåten er spesifisert i detalj for hver lokalitet.

Vassdragets utforming og det antatte potensialet det hadde som fossekallhabitat ble beskrevet for senere å kunne sammenligne med situasjonen etter utbygning. Alle observasjoner av fossekall ble registrert. Funnsteder og strekninger som var representative for elva ble fotografert. Lokalitetene er vist på kart med inntegnede observasjoner. Alle observasjoner er oppgitt med UTM-koordinat, og koordinatene referer til WGS84 systemet.

Det er ikke gjort undersøkelser om lokalitetenes funksjon for fossekallen utenom hekketiden, og derfor omtaler rapporten ikke dette. Men områder hvor fossekallen ikke velger å hekke kan likevel ha verdi som furasjerings- og/eller overvintringsområde.

Det ble ikke innhentet data for nedbørsmengder eller vannføring for å vurdere om vannføringen under feltarbeidet var representativ sommervannføring. Men inntrykket av elveleiet og vegetasjonen rundt var fra samtlige lokaliteter at vannføringen var normal for årstiden.

3.4.1.1 Tveiteåno

Lokaliteten ble undersøkt om kvelden 8. juni og om morgenen 9. juni 2004 med totalt 6,5 t observasjon. Det var delvis skyet oppholdsvær og sol. Temperaturen varierte mellom 12-20°C. Hele elveløpet ble undersøkt. Enkelte steder gjorde terrenget det umulig å følge elven, og elven ble på disse strekkene observert fra oversiktspunkt.

Observasjonsforholdene var ikke optimale på grunn av anleggsarbeidet. Utbygger drev alt et omfattende sprengningsarbeid ved elva, og steinsprang gjorde ferdsel i deler av området farlig. Dette la sterke begrensninger på observasjon av strekningen mellom kote 275 og kote 100, hvor sprengningsarbeidet pågikk kontinuerlig.

Det ble ikke funnet fossekall på den undersøkte lokaliteten, men hele strekningen ble vurdert som en typisk fossekallbiotop. Det ble observert mange områder som egnet seg

for furasjering, og flere typiske hekkeplasser. Formen på elveleiet og størrelsen på elven tydet på at vannføringen var tilstrekkelig til at det kunne hekke fossekall i vassdraget.

Hele den undersøkte lokaliteten kunne brukes som furasjeringsområde for fossekall, og det er svært sannsynlig at lokaliteten under normale forhold også ville blitt brukt som hekkeområde av minst et hekkende par.

Tross gode forhold ble det ikke sett fossekall på lokaliteten. Dette var overraskende, men skyldes trolig det pågående anleggsarbeidet. Det hadde nylig blitt hogd skog langs elvebredden for å legge rørgate. Videre pågikk tungt sprengningsarbeid som lagte mye støy og sendte store steinmasser ut i elven.

Det er vanskelig å anslå hvor mange fossekallterritorier det er plass til på den aktuelle strekningen, men på grunn av elvens størrelse og de fine furasjeringsområdene er det er trolig rom for mer enn ett hekkende par.

3.4.1.2 Tveitliåna

Lokaliteten ble undersøkt om kvelden 5. juni og morgenen 6. juni 2004 med totalt 6 t observasjon. Det var gode observasjonsforhold under feltarbeidet, vekslende mellom delvis skyet og overskyet. Det var vindstille og 15 °C. Strekningen som skulle reguleres ble undersøkt i hele sin lengde to ganger. I tillegg ble elven undersøkt helt ned til Underbakkatjørna (UTM 03554 65971). Det var relativt enkelt å ta seg frem langs elveløp og elvebredd, så lokaliteten ble grundig undersøkt.

Det ble funnet et fossekallreir ved foss kote 300 (UTM 035517 659792). Reiret var i bruk, og fossekall ble observert da den fløy inn og ut av reiret (bilde 8).

Hele strekningen som ble undersøkt var et godt habitat for fossekall. Foruten reiret som ble funnet ved kote 300 fantes det flere typiske hekkebiotoper i juv langs strekket. Det ble imidlertid ikke observert fossekall nedenfor området der reiret ble funnet.

Mest sannsynlig ble hele den undersøkte lokaliteten utnyttet som furasjeringsområde av fossekallen. Det var også flere egnede lokaliteter for hekking langs strekningen.

Det ble ikke observert fossekall nedenfor reiret, til tross for at dette strekket ble grundig undersøkt. Dette kan komme av tilfeldigheter, eller tyde på at det bare var ressurser nok til ett territorium på strekningen, og at det hekkende paret foretrakk vannspeilet ovenfor reiret som furasjeringsområde.

3.4.1.3 Bekk ved Fuglastein

Lokaliteten ble undersøkt den 8. juni fra kl 09.00 til 13.00. Det var delvis skyet oppholdsvær og gode observasjonsforhold. Temperaturen var 12 °C. Lokaliteten ble undersøkt i hele sin lengde fra det øverste planlagte inntaket (kote 217) til det øvre kraftverket og videre helt ned til fjorden. To kraftverk er planlagt i bekken, men området behandles her under ett.

Det ble ikke observert fossekall langs bekkeløpet, og den undersøkte strekningen virket ikke særlig egnet som hekkeområde for arten. Fra kote 60 og fram til bekken rant ut i sjøen, var bekken stor nok til å kunne brukes som furasjeringsområde for fossekall. Det var liten vannføring i bekken. Grunneier fortalte at vannføringen varierte kraftig gjennom

året, og at vannet i perioder tilsynelatende kunne forsvinne helt (fra områdene over bakken).

Lokaliteten var trolig lite attraktiv for fossekall fordi bekken var for liten og vannføringen ustabil. Den nedre delen av lokaliteten (fra kote 60 og fram til sjøen) kan muligens utgjøre et furasjeringsområde for arten.

3.4.1.4 Grytelva

Lokaliteten ble undersøkt 7. juni 2004 fra kl 08.00 til 13.00 med totalt 8,5 t observasjon. Det var vindstille, overskyet og regn, 12 °C. Tåken lå tett over 350 moh, og det var derfor bare middels gode observasjonsforhold. Lokaliteten ble undersøkt ved å følge de to innløpselvene til Grytevatn (31 moh) opp til kote 45 der de slo seg sammen. Elven delte seg igjen ved kote 325. Begge løpene ble videre undersøkt opp til kote 400. Nedre halvdel av elven (fra Grytevatnet og opp til kote 175) ble mest grundig undersøkt. Elven var vanskelig å følge langs enkelte strekk, særlig fra kote 175 til kote 220. Her måtte en følge stien, og hadde derfor dårlig sikt til elven. På dette strekket ble elven undersøkt ved å gjøre utstikkere fra stien til elveløpet omtrent hver 20 høydemeter.

Det ble observert en furasjerende fossekall (adult) langs elvebredden ved kote 175. Det ble ikke funnet reir av fossekall. Hele elvestrekningen fra kote 325 til utløpet i Grytevatnet (31 moh) ble vurdert som et egnet furasjeringsområde for fossekall, med flere potensielle hekkeplasser. Området over kote 325 kan også gjøre nytte som furasjeringsområde, men er kanskje noe mindre attraktivt for fossekallen enn det nedre området. Grunneier Olaij Sildelid jr. fortalte at han av og til så fossekall i elva, særlig de første 150 meterne ovenfor Grytevatn.

Hele den undersøkte lokaliteten ble sannsynligvis brukt som furasjeringsområde for fossekall. Strekningen var lang og hadde flere gode furasjeringsområder og hekkeplasser. Dette kombinert med tilstrekkelig vannføring gjør at iallfall ett fossekallpar burde kunne hekke innen lokaliteten.

Elven var enkelte steder vanskelig å undersøke på grunn av bratt og ufremkommelig terreng. Tett vegetasjonen og delvis ufremkommelig terreng kombinert med tåke begrenset sikten, og fugl kan derfor ha blitt oversett på denne lokaliteten.

3.4.1.5 Bekk fra Nøkksvatn

Lokaliteten ble undersøkt 5. juni 2004, kl 14.00 til 18.30. Det var gode observasjonsforhold under feltarbeidet, med sol og delvis skyet vær. Temperaturen var 16 °C. Lokaliteten var enkelte steder vanskelig tilgjengelig fordi området var svært bratt. Derfor ble stien benyttet på enkelte strekk, og vassdraget måtte her undersøkes fra utkikkspunkt. Dette gjelder strekningen fra kote 475 til 300. Resten av bekkeløpet ble undersøkt på vanlig måte. Det er planlagt to kraftverk i bekken fra Nøkksvatn, men hele bekken behandles her under ett.

Det undersøkte området strakk seg fra utløpet av Nøkksvatn (507 moh) og ned langs bekkeløpet helt til bekken rant under fylkesveien ved Dale, 55 moh. Bekken hadde lav vannføring da den ble undersøkt. Den nedre delen av bekkeløpet var bred tross liten vannføring, og vannføringen så ut til å variere sterkt med nedbørsmengde. Dette ble bekreftet av grunneier. Bekkeløpet fra Nøkksvatn ned til kote 250 var usammenhengende, og bekken gikk skiftevis over og under bakken.

Det ble ikke observert verken fossekall eller spor av fossekall langs strekningen.

Lokaliteten utgjør trolig ikke noe hekkeområde for fossekall. Vannføringen var ved undersøkelsen for liten å til å fylle artens krav til territorium. Fra kote 250 og ned til stedet der bekken gikk under fylkesveien var elven bedre egnet for fossekall, men dette strekket var for kort til å kunne utgjøre et hekkeområde.

Ut fra bekkeleiets uforming og grunneiers uttalelser virker det som vannføringen i bekken varierte sterkt gjennom tid. Dette bidro nok til å gjøre lokaliteten lite aktuell som hekkeplass for fossekall.

3.4.2 Registrering av fossekall og vintererle i Telemark

Jostein Myromslien, Gvarv

Kvar bekk vart følgt opp- eller nedstrøms heile strekninga frå inntak til utløpet av kraftverket. Ettersom samtlege av dei utvalte bekkane var nokså små, var det ikkje mange vintererler og fossekallar å finne. Særleg Heiåi i Kviteseid hadde svært lita vassføring..

3.4.2.1 Bjoråi

Ein vaksen hann vintererle vart sett i bekken nær utløpet av et eventuelt kraftverk (se bilde A) Den sat på steinar i bekken. Dette individet vart også gjennfunne ca. 100 meter nedanfor. Ei vintererle vart og observert i bekken om lag 300 m nedstrøms inntaket (se bilde B). Sannsynlegvis var dette eit nytt ind. Kjønn ikkje registrert. Ut i frå dette vil eg tru at det hekka 1 par vintererle i denne bekken, men muligens lengre oppe enn ved inntaket.

3.4.2.2 Sitjeåi

Ingen fuglar vart observert.

3.4.2.3 Modølsåi

Ingen fuglar vart observert, men spor etter bever i form av nedgnaga trær og gamal hytte på dei midtre partia av bekken.

3.4.2.4 Flatlandsåi

Mot toppen av bekken såg vi ein vaksen fossekall. Den vart først hørt ca. 100 meter nedanfor demninga til Ånevatn. Funnstaden fremgår av bilde C. Same ind. gjennfunne på veg ned (merka 1 på kartet). Flaug da oppstrøms. Ingen hekkeåtferd vart registrert, men biotopen var typisk.

Nesten nede kom ei vaksen vintererle i flukt frå sør-vest over traktorvegen og inn mot bekken. Lite sannsynleg at vintererla hekka her.

3.4.2.5 Heiåi

Denne bekken hadde lita vassføring, og ingen fossekall eller vintererle vart observert. Bekken var dessutan smal.

Bilde A. Vintererlehabitat ved utløpet av mulig kraftverk i Bjoråi.

Bilde B. Vintererlehabitat ca 300 m nedstrøms inntak til mulig kraftverk i Bjoråi.

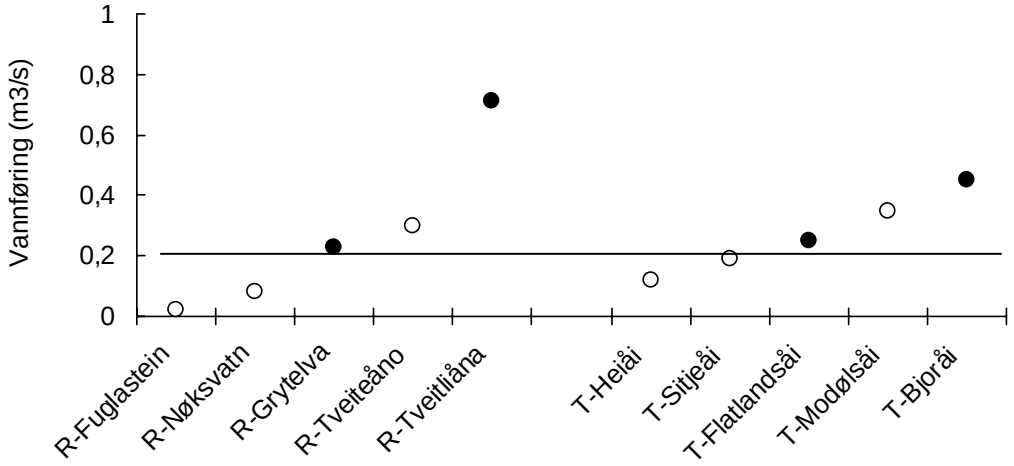
Bilde C. Fossekallhabitat i Flatlandsåi ca 600 m oppstrøms utløpet i Vråvatn.

3.4.3 Vurdering

Jan Henning L'Abée-Lund

Informasjonen som kommer frem av fugleregistreringene indikerer at vannføring er en viktig parameter for elvestrekningens betydning som habitat for fossekall og vintererle (Figur 32). De kontinentale lokalitetene i Telemark og de mer oseaniske lokalitetene i Rogaland gir tilsynelatende likt tilbud til fossekall og vintererle. Det ble ikke registrert fossekall eller vintererle i bekkene som har en midlere årsvannføring under 0,2 m^3/s. Blant bekkene med høyere vannføring er plasseringen av Tveiteåno noe usikker. Det ble ikke påvist fossekall eller vintererle, men ut fra bekkens størrelse og habitattilbud ble den vurdert å være en aktuell fossekallokalitet. Ulik menneskelig aktivitet i forbindelse med anleggsarbeid ble betraktet som årsaken til at fossekall ikke ble observert i dette vassdraget. Modelsåi i Telemark skiller seg derfor fra de andre lokalitetene ved å ha relativt stor vannføring uten å være habitat for fossekall og vintererle.

Datagrunnlaget som nå foreligger synes å indikere at det kan være en nedre grenseverdi i årlig midlere vannføring for om vassdraget kan være et habitat for fossekall og vintererle. Dette skyldes trolig at vannføringen blant annet er viktig for å etablere tilstrekkelig vanndyp for å hindre bunnfrysing og å opprettholde isfrie partier gjennom vinteren. Ytterligere undersøkelser av bekker i andre regioner i landet vil eventuelt bekrefte om denne grenseverdien har generell gyldighet.



Figur 32 Bekker i Rogaland (R) og Telemark (T) uten (o) og med (●) registrert fossekall og vintererle i relasjon til årlig middelvannføring (m^3/s). En linje som representerer 0,2 m^3/s er lagt inn.

4 Referanser

Bakkestuen, V. og Erikstad, L. 2002. Terrestrisk naturovervåking. Metodeutvikling med fokus på arealdekkende modeller - analyse av detaljerte vegetasjonsdata og regionale miljøvariable. NINA Oppdragsmelding 759: 1-35.

Bogen, J. 1996. Erosion and sediment yield in Norwegian rivers. I: *Erosion and sediment yield: Global and regional perspectives*. (Walling, D.E. og Web, B.W. , red.). IAHS publ. no. 236, s 73-84.

Brittain, J. E. og Saltveit, S. J. 1984. Bunndyr. I: *Vassdragsundersøkelser* (Vennerød, K. E. , red.). Universitetsforlaget, Oslo: 191-200.

Braak, C.J.F. ter og Smilauer, P. 1998. CANOCO Reference manual and User's Guide to Canoco for windows. Software for Canonical Community Ordination (version 4). Centre for biometry Wageningen.

Conover, W.J. 1980. Practical nonparametric statistics. 2nd ed. Wiley, New York.

DN (Direktoratet for Naturforvaltning) 1999. Kartlegging av naturtyper. Verdsetting av naturtyper. DN-håndbok 13.

Erikstad; L.; Sloreid, S-E. og Bakkestuen, V. 2004. Bruk av eksisterende kartdata (N50 og N250) for å karakterisere nedbørfelt og elvestrekninger. NINA Oppdragsmelding 818: 1-27.

ESRI 1996. ArcView GEIS / ArcView Spatial Analyst. ESRI Inc., Redlands, California.

Fenstad, G.U., Walløe, L. og Wille, S.Ø. 1977. Three tests for regression compared by stochastic simulation under normal and heavy tailed distribution of errors. Scand. J. Statist. 4: 31-34.

Fremstad, E. og Moen, A. 2001 red. Truete vegetasjonstyper i Norge. NTNU, Rapp. Bot. Ser. 4: 1-231.

Frost, S., Huni, A. og Kershaw, W. E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. Can. J. Zool. 49: 167-173.

Gjessing, J. 1967. Norway's Paleic Surface. Norsk Geografisk Tidsskrift 21: 69-132.

Gottshalk, L., Jensen, J.L., Lundquist, D., Solantie, R. & Tollan, A. 1979. Hydrological regions in the Nordic countries. Nordic Hydrology 10, 273-286.

Holtedahl, O. 1953. Norges geologi. Norges geologiske undersøkelser 164, 1-1118.

Hynes, H. B. N. 1961. The invertebrate fauna of a Welsh mountain stream. *Arch. Hydrobiol*. 57: 344-388.

Krebs, C.J. 1978. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. Harper and Row, New York, New York, USA.

Kristensen, S. E. Etablering av landsdekkende elvenett. Den 15. norske ESRI Brukerkonferanse, Oslo 2004.
http://www.geodata.no/custom/foredrag2004.htm#foredrag8

Kubečka, J., Matěna, J. og Hartvich, P. 1997. Adverse ecological effects of small hydropower stations in the Czezh Republic: 1. Bypass plants. Reg. Riv.: Res. Managem. 13, 101-113.

Metcalfe-Smith, J. L. 1996. Biological Water-quality Assessment of Rivers: Use of Macroinvertebrate Communities. I: *River Restoration* (Petts, G. og Calow, P., red.). Blackwell Science, Oxford: 17–43.

Moen 1998. Nasjonalatlas for Norge. Vegetasjon – Statens kartverk, Hønefoss.

Pearson, K. 1901. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. Phil. Mag. 6. Ser. 2: 559-572.

Pike, R. J. og Wilson, S.E. 1971. Elevation- Relief Ratio, Hypsometric Integral, and Geomorphic Area- Altitude Analysis. Geol. Soc. Am. Bull. 82: 1079-1084.

Rosgen, D. 1996. Applied river morphology.Wildland Hydrology, Pagosa Springs, Colorado.

Solheim, A. L., Andersen, T., Brettum, P., Erikstad, L., Fjelheim, A., Halvorsen, G., Hesthagen, T., Lindstrøm, E.-A., Mjelde, M., Raddum, G., Saloranta, T., Schartau, A.-K., Tjomsland, T. og Walseng, B. 2003. Foreløpig forslag til system for typifisering av norske ferskvannsforekomster og for beskrivelse av referansetilstand, samt forslag til referansenettverk. Rapport Norsk institutt for vannforskning 4634-2003: 1-93.

Smith-Meyer, S. 1995. Geofaglig klassifisering av norske vassdrag. NVE Publikasjon nr 10 1995: 1-109.

Smith-Meyer, S. 1998. Sedimentkilder i et brefritt høyfjellsvassdrag, Foksa. NVE Dokument 16 1998: 1-26.

SPSS 1999. SPSS® Base 9.0 Users Guide. SPSS Inc., Chicago.

Størmer, P. 1967. Mosses with a western and southern distribution in Norway. Universitetsforlaget, Oslo.

Sægrov, I. og Fimreite, G. 1999. Miljøkonsekvenser av mini- og mikrokraftverk. NVE-rapport 8, 1-32.

Tønsberg, T. 1992. The sorediate and isidiate, corticolous, crustose lichens in Norway. Sommerfeltia 14: 1-331.

Tønsberg, T., Gauslaa, Y., Haugan, R., Holien, H. og Timdal, E. 1996. The threatened macrolichens of Norway - 1995. Sommerfeltia 23: 1-258.

Vaskinn, K.A. 1985. Fysisk beskrivende vassdragsmodell. NTNFs utvalg for miljøvirkninger av vassdragsutbygging, Rapport A1. Trondheim.

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Rapportserien i 2005

Nr. 1 Tor Arnt Johnsen (red.): Kvartalsrapport for kraftmarkedet, 4. kvartal 2004 (70 s.)

Nr. 2 Hervé Colleuille, Tina Vestersager: Nasjonalt overvåkingsnett for grunnvann og markvann (Fysiske parameter). Driftrapport 2004. Status pr. januar 2005 (75 s.)

Nr. 3 Jan Henning L'Abée-Lund: Miljøeffekter av små kraftverk (78 s.)