



Vassdrag, vannføring og landskap

Trond Simensen, Sweco Norge AS

Priska Helene Hiller, Sweco Norge AS

Kjetil Vaskinn, Sweco Norge AS

1
2011



RAPPORT MILJØBASERT VANNFØRING

FoU-programmet Miljøbasert vannføring

Programmet Miljøbasert vannføring skal styrke det faglige grunnlaget for god forvaltning av regulerte vassdrag. Det skal bidra til at miljøhensyn blir ivaretatt på en balansert og åpen måte med spesiell fokus på fastsettelse av minstevannføring og andre avbøtende tiltak.

Miljøkunnskap er aktuelt i forbindelse med nye vassdragskonsesjoner, revisjon av vilkår i gamle konsesjoner, miljøtilsyn og oppfølging av vannressursloven og EUs vanndirektiv. Programmet finansieres av Olje- og energidepartementet, og er forankret i Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE).

Programmets fase II har en tidsramme på fem år (2007-2011). Programmet er organisert med en styringsgruppe, bestående av representanter fra NVE, Direktoratet for naturforvaltning og energibransjen. Ressurspersoner fra nasjonale og regionale myndigheter bistår med fagkompetanse. Den daglige ledelsen av programmet er knyttet til Skred- og vassdragsavdelingen i NVE.

Vassdrag, vannføring og landskap

Rapport nr. 1 - 2011

Vassdrag, vannføring og landskap

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat
Forfattere: Trond Simensen, Priska Helene Hiller og Kjetil A. Vaskinn
Trykk: NVEs hustrykkeri
ISSN: 1502-234X
ISBN: 978-82-410-0732-3
Forsidefoto: Stryk i Indre Ariselv, Kvalsund, Finnmark. Foto: Trond Simensen

Sammendrag: Rapporten kombinerer kunnskap om hydrologi med landskapsfaglige vurderinger. Målet med prosjektet har vært å utvikle et bedre erfaringsgrunnlag omkring hvordan ulike vassdrag ser ut ved ulike vannføringer. Undersøkelsen konsentrerer seg om små og mellomstore vassdrag som kan være aktuelle for småkraftutbygging.

Det er gjennomført en visuell undersøkelse av vannføringens betydning for landskapsopplevelsen basert på vannføringsmålinger og fotografering i åtte vassdrag. Variasjoner i vannføringen i vassdragene er dokumentert på en systematisk og etterprøvbart måte. På bakgrunn av dette er det gjort kvalitative vurderinger av hvilken betydning vannføringsendringene har for landskapsopplevelsen.

Det gis råd om hva kunnskapen kan brukes til i forvaltnings-sammenheng og forslag til oppfølgende undersøkelser.

Emneord: Landskap, vannføring, fosser, vannkraftutbygging, miljøkonsekvenser, visuelle virkninger.

Norges vassdrags- og energidirektorat
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

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

Mars 2011

Innhold

Forord	5
Forfatternes forord.....	6
Sammendrag	7
1. Innledning.....	9
Mål	9
Bakgrunn	9
2. Metode	10
Avgrensing av oppgaven	10
Begreper og definisjoner brukt i undersøkelsen.....	10
Metodikk for gjennomføring av undersøkelsen.....	15
Kriterier for utvalg av vassdrag	16
Gjennomføring av vannføringsmålingene.....	16
Gjennomføring av fotograferingen	17
Tolking av dataene.....	17
Visuelle virkninger og landskapsvirkninger	19
Mulige feilkilder og usikkerhetsmomenter	19
3. Vassdragene	22
Forslandselva	24
Herand.....	27
Femtevasselva.....	30
Malmeelva	33
Ruossevakkejåhkå (Musken).....	37
Ingdalen	40
Hokfossen.....	43
Tverrgjuvlo.....	46
Rutenettevaluering for Ingdalen, Hokfossen og Tverrgjuvlo	49
4. Konklusjoner og oppsummering	50
5. Anbefalinger.....	52
6. Referanser	55
VEDLEGG: Vannføringsbilder	

Forord

Vurdering av landskapsverdier er en viktig del av behandling av inngrepssaker i vassdrag og ved fastsetting av vannføring. Det finnes begrenset kunnskap om hvordan ulike vannføringer i vassdragene påvirker landskapsopplevelsen.

Målet med prosjektet har vært å vise hvilken betydning ulike vannføringer har for landskapsopplevelsen i ulike typer av vassdrag. På grunnlag av fotografering ved ulike tidspunkt og vannføringer i åtte forskjellige vassdrag er det gjort kvalitative vurderinger av dette. Undersøkelsen konsentrerer seg om små og mellomstore vassdrag som kan være aktuelle for småkraftutbygging.

Prosjektet er gjennomført av Sweco Norge AS.

Vi håper resultatene fra prosjektet vil gi bedre grunnlag for faglige vurderinger knyttet til landskap ved fastsetting av vannføring.



Steinar Schanche
leder styringsgruppe



Anne Haugum
programleder

Forfatternes forord

Prosjektet er utført av Sweco Norge AS (heretter Sweco). Rapporten er utarbeidet av hydrolog (siv.ing.) Priska Hiller, hydrolog (dr.ing.) Kjetil Vaskinn og landskapsarkitekt (cand.agric.) Trond Simensen. Sistnevnte har vært oppdragsleder.

Takk til NTNU og kraftselskapene som har stilt data til rådighet for gjennomføring av undersøkelsen. Oversikten nedenfor viser hvem som har vært involvert i undersøkelsen i de ulike vassdragene.

Vassdrag	Vannføringsmåling og fotografering	Finansiering/prosjekteier
Musken	Sweco	Nord-Salten Kraft AS
Femtevasselva	Sweco	Nord-Salten Kraft AS
Forslandselva	Sweco	HelgelandsKraft AS
Ingdalen	NTNU	NTNU
Hokfossen	NTNU	NTNU
Malmelva	Sweco	Istad Kraft AS
Tverrgjuvlo	NTNU/BKK	NTNU/BKK
Storelvi	Sweco	Herand Kraft

Fra Sweco har følgende personer bidratt i forbindelse med vannføringsmåling og fotografering: Kjetil Vaskinn, Egil Andreas Vartdal, Frøydis Sjøvold, Gunn Frilund og Priska Hiller. I vassdragene hvor NTNU har levert data, har Ånund Killingtveit, Lars Jenssen og Priska Hiller utført disse oppgavene.

Vi takker NVE for initiativ og bidrag til at prosjektet kunne gjennomføres og håper resultatene vil komme til nytte i vassdragsforvaltningen framover.

For forfatterne:



Trond Simensen

Sammendrag

Rapporten kombinerer kunnskap om hydrologi med landskapsfaglige vurderinger. Målet med prosjektet har vært å utvikle et bedre erfaringsgrunnlag omkring hvordan ulike vassdrag ser ut ved ulike vannføringer. Undersøkelsen konsentrerer seg om små og mellomstore vassdrag som kan være aktuelle for småkraftutbygging. Det er gjennomført en visuell undersøkelse av vannføringens betydning for landskapsopplevelsen. I åtte vassdrag er det utført vannføringsmålinger. Samtidig har vassdragene blitt fotografert systematisk. Det er laget bildeserier for hvert vassdrag, der vannføringen på hvert bilde er fastslått og relatert til varighet, det vil si hvor ofte den aktuelle vannføringen opptrer i en gitt tidsperiode. På bakgrunn av bildeseriene og resultatene fra vannføringsmålingene er det gjort kvalitative vurderinger av hvilken betydning vannføringsendringene har for landskapsopplevelsen.

Etter studier av åtte vassdrag ble følgende konklusjoner trukket:

1. Et hvert vassdrag er unikt

Selv ved identisk vannføring vil ulike vassdrag se totalt forskjellige ut. Selv vassdrag med liten vannføring kan framstå som nøkkelementer i landskapet og oppleves med stor inntrykkstyrke. Samtidig kan vassdrag med stor vannføring ha svært liten betydning for opplevelsen av landskapet.

2. Det finnes ingen "normal" vannføring i et vassdrag

Normal tilstand for et vassdrag er at vannføringen endrer seg fra time til time, fra dag til dag og fra uke til uke. Videre er det normalt at det er variasjoner mellom tørre og våte år. Normaltilstand i et vassdrag innebærer hele spennet i vannføringer fra flom til tørke. Gjennomsnittsverdier for vannføring gir ikke et representativt bilde av dette. Kurver som viser vannføringsvariasjonene over tid og varighetskurver, gir et mye mer presist bilde av normal tilstand i et vassdrag. Disse kurvene viser også hvordan en mulig utbygging påvirker vannføringen i elva.

3. Det visuelle inntrykket av et vassdrag er ikke nødvendigvis proporsjonalt med vannføringen

Mektigheten i et vassdrag eller betydningen av en foss som landskapselement, avtar naturlig nok med synkende vannføring. Men det visuelle inntrykket av redusert vannføring endres ikke nødvendigvis proporsjonalt med reduksjonen i vannføring. Dette har blant annet sammenheng med at vannhastigheten reduseres raskere enn det vandekte arealet når vannføringen reduseres. Samtidig har den detaljerte utformingen (mikrotopografien) på tverrsnittet i elva stor betydning for hvordan vannet spres i fallet. Særlig gjelder dette fossefall med høyt vertikalt fall. Her vil utformingen av fjellterskelen øverst i fossen ha avgjørende betydning for hvordan vannet spres og hvordan fossefallet ser ut.

4. *Det er mulig å identifisere kritiske vannføringer for opplevelsen av et vassdrag som landskapselement*

Enkelte vassdrag mister sin betydning som landskapselement ved lave vannføringer, mens andre vassdrag kan ha stor betydning som landskapselement også ved lave vannføringer. Tverrgjuvlo, Hokfossen, Musken og Malmelva mister mye av betydningen som landskapselement før vannføringen er nede i Q₈₀. Femtevasselva og fossene i Herand oppleves i langt større grad som kraftfulle og framtreddende landskapselementer også ved vannføring lik Q₉₅. Vassdragsavsnittet som er fotografert i Forslandselva viser en frapperende liten endring i visuell framtoning når vannføringen reduseres fra Q₅₀ til Q₉₅.

Rapporten inneholder konkrete anbefalinger til forvaltningen om hva kunnskapen fra undersøkelsen kan brukes til. Dette gjelder i første rekke hvordan landskapshensyn kan håndteres i vassdrag som er aktuelle for vannkraftutbygging. Det blir gitt råd om når visuelle virkninger av en redusert vannføring bør dokumenteres, og hvordan det kan gjøres. Videre blir det gitt råd om hvordan landskapshensyn kan ivaretas ved fastsetting av minstevannføring, slukeevne og vannføringsregime.

Til slutt blir det gitt forslag til oppfølgende undersøkelser som kan gjennomføres for å utvikle mer kunnskap innenfor fagområdet. Rapportforfatterne foreslår følgende oppfølgende undersøkelser:

- Utvikling av kriterier for når det er rimelig å pålegge utbygger/tiltakshaver krav om å dokumentere landskapsvirkningene av endret vannføring.
- Vurdering av behovet for en enkel veileder for dokumentasjon av landskapsvirkninger av vannføringsendringer i en konsesjonssøknad.
- Tilsvarende undersøkelser som er utført i forbindelse med denne rapporten, kan gjennomføres ved bruk av videokamera med lydopptaker.
- Gjennomføring av spørreundersøkelser om hvordan menigmann opplever vannføringsendringer.
- Undersøkelser av sammenhengen mellom vannføring, produksjon og prosjektøkonomi for et utvalg vannkraftprosjekter.
- Bruk av metoden som er vist i rapporten for å dokumentere visuelle virkninger av vannstandsendringer i reguleringsmagasiner.
- Utprøving av tiltak for å påvirke det visuelle inntrykket av et vassdrag med redusert vannføring med enkle fysiske virkemidler.
- Utvikling av programvare for kobling av vannføringsdata til bilder automatisk.

1. Innledning

Mål

Målet med rapporten er å kombinere kunnskap om hydrologi med landskapsfaglige vurderinger, for å utvikle et bedre erfaringsgrunnlag omkring hvordan ulike elver ser ut ved ulike vannføringer. Dette skal igjen gi et bedre grunnlag for faglig begrunnede anbefalinger omkring minstevannføring og årstidsvariasjoner for slipping av vann.

Bakgrunn

Fosser og stryk er blant våre kjæreste, mest beundrede og fotograferte landskapselementer. Til tross for at landskapshensyn kan være avgjørende for tildeling av konsesjon til vannkraftutbygging og fastsettelse av pålegg om minstevannføring, finnes det svært lite dokumentasjon og forskning omkring hvordan ulike vannføringer påvirker opplevelsen av et vassdrag.

Krav om minstevannføring ved vannkraftutbygging blir normalt begrunnet ut fra økologiske hensyn og hensyn til landskapsopplevelse. I Norge har det vært utført en god del forskning omkring vannføringsregimer og påvirkning på økologiske forhold i vassdrag, ikke minst gjennom FoU-programmet ”Miljøbasert vannføring” i regi av NVE¹. Når det gjelder landskapsopplevelse, har det ikke vært en tilsvarende kunnskapsutvikling. Pr. i dag er det derfor vanskelig å gi et faglig begrunnet råd om hvilket vannføringsregime som kan anbefales for å ivareta landskapshensyn og å sikre inntrykket av en levende elv. Rapportforfatterne mener det er behov for mer systematisk kunnskap om hvordan vassdrag ser ut og oppleves ved ulike vannføringer, for å kunne fastsette minstevannføring på et faglig grunnlag. Vi håper dette prosjektet kan være et bidrag til en nødvendig kunnskapsheving på området.

SWECO har erfaring fra en rekke ulike vassdrag når det gjelder å koble hydrologiske data med fotografier av ulike elvestrekninger på bestemte tidspunkt. Dette er arbeid som er utført i forbindelse med konsekvensutredninger og konsesjonssøknader for ulike kraftselskap. I dette prosjektet er disse dataene videreutviklet og systematisert, for å se om det er mulig å trekke ut generell kunnskap ved å sammenlikne en serie med enkeltteksempler.

¹ En sammenstilling av dagens kunnskap finnes i boka ”Økologiske forhold i vassdrag – konsekvenser av vannføringsendringer (Saltveit, 2006). Se for øvrig NVE sine nettsider www.nve.no

2. Metode

Avgrensning av oppgaven

Undersøkelsen av vassdragene konsentrerer seg om små og mellomstore vassdrag som kan være aktuelle for småkraftutbygging².

Begreper og definisjoner brukt i undersøkelsen

Alminnelig lavvannføring, Q_{alv}

Alminnelig lavvannføring blir beregnet ved først å sortere hvert enkelt års vannføringsverdier (døgnmidler) i en serie fra et uregulert vassdrag fra største til minste. Fra de sorterte seriene tas de 15 laveste verdiene ut. De resterende vannføringsverdiene danner en ny serie som blir sortert fra største til minste. Alminnelig lavvannføring er da den laveste verdien i denne tallrekken etter at den laveste tredjedelen er fjernet. I praksis ligger den alminnelige lavvannføringen veldig nær den gjennomsnittlige lavvannføringen, som er det aritmetiske middel av de minste vannføringene som er observert i et uregulert vassdrag.

Foss

Vannfall som dannes der hvor elveløpet går over en mer eller mindre bratt avsats. Vannet kan enten falle fritt eller løpe langs fjellsiden. Fordeles fallhøyden over en lengre strekning kalles det gjerne fossestryk eller stryk, men det er intet skarpt skille mellom disse begrepene. NVE definerer foss på følgende måte: En foss er en del av elva der vannet har et tilnærmet loddrett fall. Med tilnærmet loddrett fall menes et fall som er brattere enn 30 grader eller omkring 2 meters fall per meter horisontal lengde.

Hydrologi

Læren om vannets kretsløp, forekomst og bevegelse.

Hydrologisk regime

På grunn av store variasjoner i topografi, nedbørsforhold og klima er norske vassdrag svært forskjellige. Hydrologisk er det vanlig å dele norske vassdrag inn i fem typeområder: bre-, fjell-, innlands-, overgangs- og kystregimer. Denne inndelingen baserer seg på variasjonen i avrenningen over året med hensyn til flomperioder og perioder med lavvannføring, som særlig har sammenheng med nedbørs- og temperaturforhold (NVE 1998).

Landskap

“Landskap” betyr et område, slik folk oppfatter det, hvis særpreg er et resultat av påvirkningen fra og samspillet mellom naturlige og/eller menneskelige faktorer.

² “Små kraftverk” defineres her som kraftverk med installert effekt mellom 1000 kW og 10 000 kW (1 - 10 MW)

Landskapskarakter

Uttrykk for samspillet mellom et landskapsområdes naturgrunnlag, arealbruk, historiske og kulturelle innhold, og romlige og visuelle forhold som særpreger området og skiller det fra omkringliggende landskap.

Landskapstype

Klassifiseringsenhet for landskapsområder med enhetlig visuelt preg og kjennetegnet ved karakteristisk fordeling av landformer og landskapselement.

Matematisk modell

Matematisk formel eller regneprogram som brukes for å beskrive en prosess.

Medianvannføring

Q_{50} (se også "persentil")

Medianvannføring (Q_{50}) (se varighetskurve) betyr at det i en gitt måleperiode har vært høyere vannføring enn Q_{50} -verdien i 50 % av tiden det har vært målinger, mens det har vært lavere vannføringsverdier i 50 % av tiden. Medianvannføringen (Q_{50}) er vanligvis lavere enn middelvannføringen (se middelvannføring, Q_m), fordi høye flomvannføringer som kun opptrer i noen korte perioder øker middelvannføringen betydelig, mens lave vannføringer derimot blir mindre vektet. Q_{50} tar mer hensyn til disse lave og ofte langvarige vannføringene.

Middelvannføring, Q_m

Den gjennomsnittlige vannføring som beregnes som aritmetisk middel over en periode.

Persentil

Persentiler er et uttrykk for tallverdier som relaterer seg til en varighetskurve/tidsserie og brukes her om den vannføring som blir overskredet i en bestemt del av tiden.

Q -verdien angir denne tiden i %. Q_{95} betyr for eksempel at det i en gitt måleperiode har vært høyere vannføring enn Q_{95} -verdien i 95 % av tiden det har vært målinger, mens det har vært lavere vannføringsverdier i 5 % av tiden. Persentilverdier kan tas fra varighetskurver for året eller for perioder av året. For eksempel betyr "Q_{95 sommer}" at om sommeren er det på 95 % av dagene en høyere vannføring enn $Q_{95 \text{ sommer}}$. Q_{50} kalles også medianvannføring. "Sommer" gjelder perioden 1. mai – 30. sept., mens vinter gjelder perioden 1. okt. – 30. april.

Vannføring

Transportert vannmengde pr. tidsenhet. Målt i m^3/s eller l/s ved lave vannføringer.
 $1 m^3/s = 1000 l/s$.

Vanndekt areal

Hvor stort areal i elva som er dekt av vann, uavhengig av vanndybde. Måles som et flatemål (for eksempel m^2) eller m^2/m (m^2 pr. løpemeter med elv).

Vannføringskurve

Angir sammenhengen mellom vannstand og vannføring.

Kurve for vannføringsvariasjon over tid

Viser forløpet til vannføringen over en valgt tidsperiode med valgt tidssteg (f.eks. døgn eller måned), se eksempel i 1 og 2. Fra kurvene ser man hvordan avrenningen er fordelt over tid og hva slags avrenningsregime vassdraget har. Figur 1 viser et kystregime med en veldig variabel vannføring gjennom året. Egenskaper ved nedbørsfeltet (feltstørrelse, innsjø- og breandel etc.) og nedbørsforholdene avgjør hvordan avrenningsforløpet er. Figur 2 er et eksempel på et fjellregime med høy avrenning om våren og sommeren (på grunn av snøsmelting) og lav avrenning om vinteren.

Vannstand

Nivå på vannflate. I forbindelse med vannføringsmålinger måles dette på et sted uten hastighet.

Varighetskurve

En varighetskurve er en sortering av alle målte vannføringsverdier over en tidsperiode. Kurven forteller hvor stor del av tiden en viss vannføring blir nådd eller oversteget. Varighetskurver benyttes mye innen hydrologien. Det kan lages varighetskurver for hele året eller for deler av året. Det er vanlig med kurver for sommer (1/5 – 30/9) og for vinter (1/10 – 30/4). Se eksempel i Figur 3.

Visuell

Det som angår synet. Forestillinger og inntrykk vi danner oss på grunnlag av det vi ser.

Visuelt influensområde

Område hvor det forventes at tiltaket vil påvirke opplevelsen av landskapet.

Q

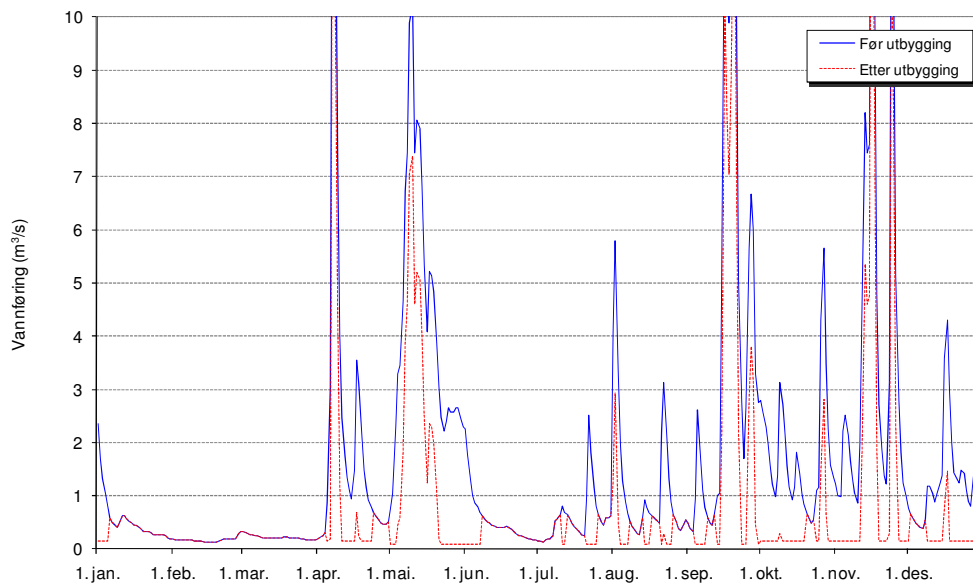
Q brukes som en betegnelse for vannføring som regel uttrykt som liter i sekundet (l/s) eller kubikkmeter i sekundet (m³/s).

Q-verdier (Q₉₅, Q₅₀, Q₈₀ osv.)

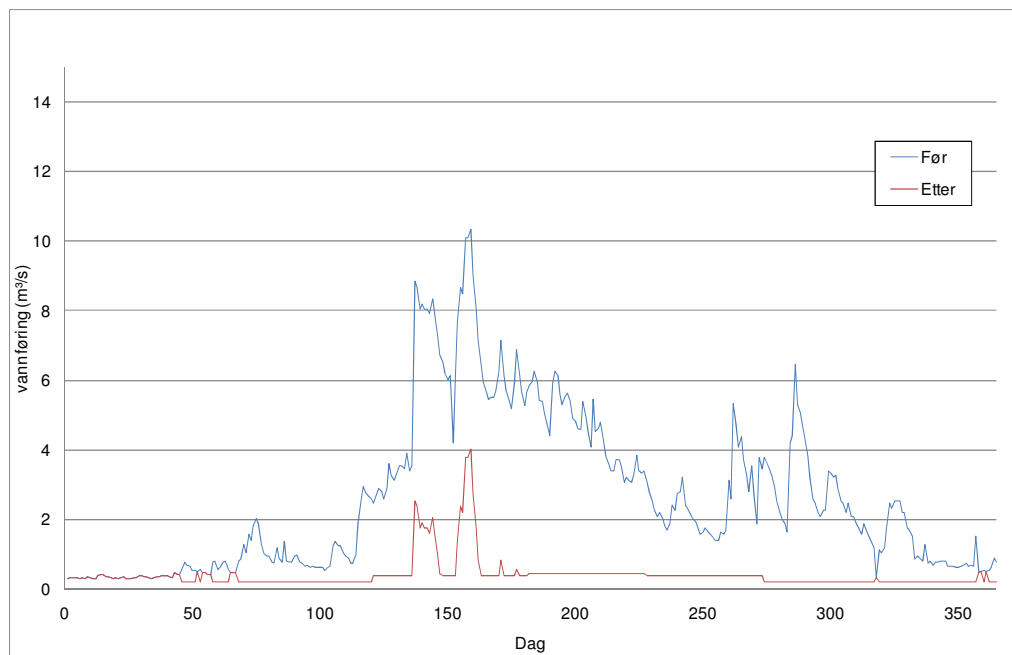
Se Persentil.

Q_m

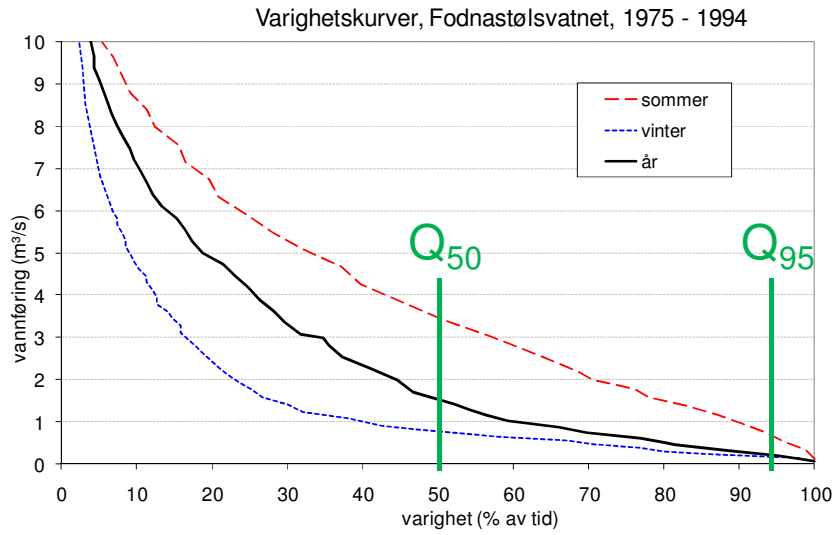
Se middelvannføring.



Figur 1 Vannføringskurven til Malmeelva for et middels år før og etter en mulig utbygging



Figur 2 Vannføringskurve for Storelva for et middels år før og etter en mulig utbygging



Figur 3 Varighetskurve for sommer, vinter og år. Q_{50} og Q_{95} er tegnet inn. X-aksen viser vannføring målt i kubikkmeter pr. sekund. Y-aksen viser hvor stor del av tiden (målt i % av årets dager) den aktuelle vannføringen har opptrådt gjennom måleperioden

Metodikk for gjennomføring av undersøkelsen

Det er gjennomført en visuell undersøkelse av vannføringens betydning for landskapsopplevelsen, basert på fotografering av åtte vassdrag. En kombinasjon av kvantitativ og kvalitativ metodikk er lagt til grunn. Variasjoner i vannføringen i vassdragene er dokumentert på en systematisk og etterprøvbar måte. På bakgrunn av dette er det gjort kvalitative vurderinger av hvilken betydning vannføringsendringene har for landskapsopplevelsen. Undersøkelsen ble gjennomført i seks trinn:

1. Det ble utført vannføringsmålinger i åtte ulike vassdrag. På bakgrunn av vannføringsmålingene ble middelvannføring beregnet for vassdragene, og det ble utarbeidet hydrologiske varighetskurver og kurver som viste årstidsvariasjoner, døgnvariasjoner og forskjeller mellom tørre, våte og normale år.
2. De utvalgte vassdragene ble fotografert systematisk (normalt gjennom en sommersesong). Dette ble gjort ved oppsetting av digitalt kamera som fotograferte med forhåndsbestemt tidsintervall, og i ett tilfelle ved at en person fotograferte elva fra samme sted på ulike tidspunkt/ved ulike vannføringer.
3. Ved hjelp av data fra vannføringsmålingene ble vannføringen (målt i m^3/sek) bestemt for det enkelte bilde av vassdraget. Det ble deretter gjort et utvalg av bilder av vassdragene, med sikte på å dokumentere spennet i vannføring fra flom, via middelvannføring til lave vannføringer. Vannføringsbildene ble sortert i synkende rekkefølge fra stor til liten vannføring. Med bakgrunn i de hydrologiske varighetskurvene ble det lagt særlig vekt på å presentere bilder av vannføringer innenfor det intervallet som normalt brukes ved fastsetting av minstevannføring. Hvilke vannføringsverdier som er dokumentert med bilder, er naturlig nok avhengig av hvilke vannføringer som har opptrådt i perioden for fotografering (i nedbørrike somre er det vanskelig å dokumentere de laveste vannføringsverdiene).
4. For sammenlikningens skyld ble det laget en kort beskrivelse av viktige fysiske og opplevelsesmessige forhold ved det enkelte vassdrag. I tillegg til de hydrologiske forholdene er også topografiske egenskaper ved elva/fossen trukket inn i vurderingene (fallhøyde, rolig strømming/stryk/fritt fall m.m.) med en kort vurdering av landskapstype og hvordan vassdraget forholder seg til landskapet omkring.
5. Vannføringsbildene i vedlegget ble til slutt redigert på en måte som gjorde det mulig å sammenlikne direkte hvordan vannføring ved bestemte vannføringer oppleves i ulike vassdrag.
6. Siste punkt i arbeidsopplegget var en drøfting av resultatene. Her diskuterte vi blant annet om det gikk an å trekke generelle konklusjoner omkring landskapsvirkninger ved ulike vannføringsverdier, og hvordan typiske minstevannføringer oppleves i ulike vassdrag. Avslutningsvis ble det utarbeidet anbefalinger om videre arbeid og FoU-aktivitet knyttet til temaet.

Kriterier for utvalg av vassdrag

Undersøkelsen konsentrerer seg om små og mellomstore vassdrag med en middelvannføring mellom 0,2 m³/s og 3,7 m³/s. Dette er typiske vannføringer i vassdrag som er aktuelle for utbygging av små kraftverk³. Ved oppstart av prosjektet ble 31 ulike vassdrag vurdert som aktuelle for undersøkelsen. Dette var vassdrag hvor Sweco eller NTNU har vært involvert med bildetaking ved ulike vannføringer. Det ble gjort en siling av aktuelle vassdrag ut fra kvaliteten på vannføringsdataene, kvalitet på bilde-seriene og hvilke vannføringer som var dokumentert med fotografi. Det var ønskelig med fotodokumentasjon av typiske verdier for minstevannføring. Bilder tatt med automatisk tidsinnstilt kamera ble prioritert ved valg av bildeserier, da det er lettere å sammenlikne bilder når fotostandpunkt og bildeutsnitt er eksakt likt fra bilde til bilde. Videre var det ønskelig med en viss geografisk spredning, slik at de utvalgte vassdragene representerte ulike sider av norsk vassdragsnatur. Etter en siling ut fra disse kriteriene satt vi igjen med åtte vassdrag som ble vurdert i undersøkelsen (se Figur 10).

Gjennomføring av vannføringsmålingene

Vannføringsmålingene har blitt gjennomført ved bruk av automatiske vannstandsloggere. En trykksensor måler vannstanden med valgte intervall, vanligvis en time. I tillegg til måling av vannstand er det etablert vannføringskurver for de enkelte målesteder gjennom måling av vannføring ved ulike vannstander. Kvaliteten på vannføringskurven er avhengig av antall vannføringsmålinger, kvaliteten på vannføringsmålingene samt hvor godt målingene dekker det aktuelle variasjonsområdet for vannføringen. Målingene er gjennomført etter vanlig standard i Norge og nøyaktigheten til målingene ligger på $\pm 5\%$.

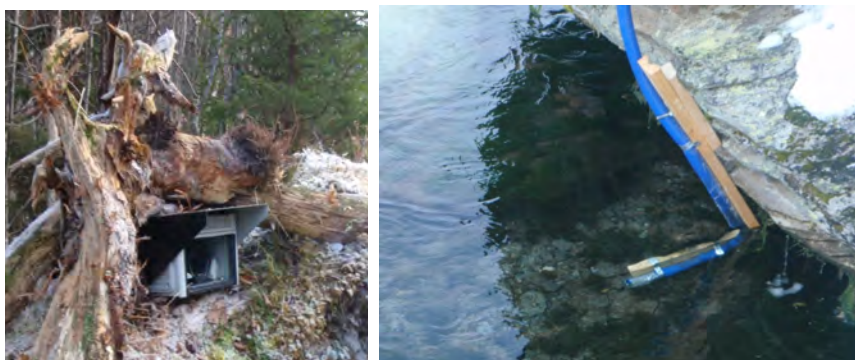
I de tilfellene det ikke var målestasjon i det aktuelle vassdraget, ble det valgt en annen nærliggende stasjon med godt samsvar i vannføringsvariasjoner gjennom året.

Ved valg av sammenlikningsstasjon for et vassdrag er det valgt å benytte samme metodikk som gjøres ved valg av sammenlikningsstasjon i forbindelse med utarbeidelse av konsesjonssøknader. NVE gir i rapportveileder i planlegging, bygging og drift av småkraftverk (NVE 2010) en beskrivelse av hvilke faktorer som bør vektlegges. Sammenlikningsstasjonen er valgt slik at feltparametrene er mest mulig sammenfallende med feltet til fossen, både med hensyn til feltstørrelse, sjøprosent, snaufjell og bre. Videre er det lagt vekt på høydeforholdene i feltet og hvilket hydrologisk regime en har. Viktige faktorer her er om en har hyppige regnflommer om høsten eller om snøsmelteflommene om våren dominerer og om en kan forvente lange perioder med lav vannføring. Dersom en har hatt flere serier å velge mellom er de seriene med god datakvalitet valgt.

³ "Små kraftverk" defineres her som: Mikrokraftverk (installert effekt under 0,1 MW), minikraftverk (0,1-1 MW) og småkraftverk (1-10 MW)

Gjennomføring av fotograferingen

Bildene ble tatt med digitalt kamera av ulike typer. De fleste bildene er tatt med automatisk tidsinnstilt kamera som tar bilder med valgte intervall, for eksempel hver time. I tilfellet Malmeelva ble bildene tatt manuelt. Ved utplassering av kamera er det flere hensyn å være oppmerksom på. Kameraet bør stå skjermet og stødig med god sikt mot vassdraget og med tilgjengelighet til vedlikehold. Videre er det ønskelig at kameraet fotograferer et utsnitt som er representativt for hvordan folk opplever vassdraget, for eksempel fra et viktig utsiktspunkt eller liknende. Det er ønskelig at bilder av vassdragene viser forholdet til landskapet omkring. Bildene fra Musken er et godt eksempel på dette, men en slik kameraplassering er ikke alltid mulig på grunn av terrengforhold og vegetasjon.



Figur 4 Automatisk digitalt kamera (til venstre) for fotografering av tidsserier, for anledningen trygt plassert under ei trerot. Automatisk vannstandslogger til høyre

Tolking av dataene

Vurdering av vanddekt areal og fossens betydning for landskapsopplevelsen er for det meste basert på kvalitative observasjoner, men i tre av vassdragene ble matematisk beregning av vanddekt areal brukt som indikator. For fossene i Ingdalen, Hokfossen og Tverrgjuvlo ble en rutenettsmetode testet ut der vanddekt areal telles på hvert bilde. Vannføringsbildene ble skrevet ut på rutet ark. Rutene som var dekket med vann ble deretter talt. Vanddekt areal måles med denne metoden i ruter. Antallet er avhengig av kameraoppsetting (posisjon, zoom, vinkel) og utskriftsformat. Denne metoden er enkel, lett forståelig og lett gjennomførbar.

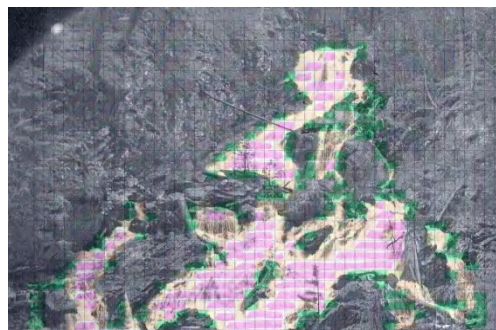
Forutsetningene for å bruke en slik rutenettmetode er at rutestørrelsen er tilpasset fossens størrelse og at kameraet står i samme posisjon under fotograferingen, slik at utsnittet blir eksakt det samme for hvert bilde. Videre må det være et entydig prinsipp for hvordan ruter som er delvis dekket av vann skal telles⁴. Når disse forutsetningene er til stede, er det mulig å beregne sammenhengen mellom vannføring og vanddekt areal matematisk. Metoden med rutetelling er relativt tidkrevende og er derfor ikke

⁴ Dette ble gjennomført ved at ruter som var dekket helt med vann ble farget med rødt, ruter med 75 % vanddekning ble markert med oransje, 50 % med gult og når mindre enn 25 % av ruten var dekket med vann ble ruten farget grønn

gjennomført i alle vassdragene. Det er mulig å automatisere både sortering av bilder, kobling av vannføringsdata til bilder og telling av ruter ved å utvikle et dataprogram for formålet. For en utdypende beskrivelse av rutenettsmetoden viser vi til Hiller (2010).



Figur 5 Hokfossen 18.10.2009 08:10, $Q = 0,224$ $m^3/s = ca. Q_{28}$



Figur 6 Rutenettstilling av vandekt areal. Her en optelling av vannføringen i bildet i figuren til venstre. $A = 335,5$ ruter

Rutenettmetoden kan hjelpe oss med å finne sammenhengen mellom vannføring og vandekt areal i det enkelte vassdrag, men gir ikke svar på spørsmålet om hvilken betydning vannføringen har for landskapsopplevelsen. Det finnes ulike metodiske tilnærminger for å vurdere hvilken betydning et vassdrag (og vannføringen i vassdraget) har for landskapsopplevelsen. Siden landskapsopplevelse vanskelig kan måles objektivt er det nødvendig å gjøre kvalitative vurderinger for å fange opp landskapsperspektivet i vassdragsforvaltningen. Kvalitative vurderinger har, særlig fra en teknisk-naturvitenskapelig fagtradisjon, blitt kritisert for å være subjektive og bære preg av synsing. Enkelte har derfor forsøkt å utvikle metoder for å kvantifisere opplevelsesverdiene knyttet til fossefall. Den amerikanske forskeren Plumb (1993) har for eksempel kommet fram til en matematisk formel for inntryksstyrken til et fossefall (visual magnitude) basert på faktorene høyde, bredde og vannføring. I rapporten kommenterer forfatteren at også en rekke andre forhold har betydning for opplevelsen, som ikke fanges opp av den aktuelle formelen. Beisel (2006) har i sitt system "International Waterfall Classification System" utviklet en logaritmisk formel hvor flere faktorer (som for eksempel vannets falltid) tas med i beregningen. Gulliksen Øy (2007) foreslår å tallfeste "det visuelle tapet" i en vannkraftutbygging ved en kvantifisering av landskapsopplevelsen. Dette skal skje ved en tallfesting av opplevelsesverdier eller estetiske verdier knyttet til fossefallet.

Felles for alle disse metodene eller foreslåtte metodene er at flere av faktorene som mates inn i formlene, vanskelig lar seg måle objektivt. Dette blir løst metodisk ved at de ikke-målbare faktorene gis en tallverdi basert på relativt svakt vitenskapelig funderte kriterier som innebærer et stort element av subjektivt skjønn. Vår vurdering er at en kvantifisering av ikke-målbare faktorer, basert på poenggivning ut fra subjektive kriterier, ikke medfører større objektivitet. Metodene vi har vurdert for å

kvantifisere landskapsvirkninger, har etter vår mening ikke kommet langt nok til at de har vært aktuelle å bruke i dette prosjektet.

Tolkning av vannføringsdataene er derfor gjort ved kvalitative vurderinger av vassdragenes inntryksstyrke basert på bildematerialet. Metoden innebærer bruk av skjønn. Samtidig er det lett å etterprøve vurderingene som er gjort i rapporten, ved å studere bildeseriene som ligger bak vurderingene. Bildene er derfor godt egnet som et diskusjonsgrunnlag. Lesere som trekker andre konklusjoner enn rapportforfatterne, må gjerne ta kontakt for å diskutere konklusjonene.

Visuelle virkninger og landskapsvirkninger

En vurdering av landskapsvirkninger av ulike vannføringer i et vassdrag favner videre enn en vurdering av rent visuelle virkninger for et enkelt vassdragsavsnitt. For å vurdere landskapsvirkninger må en også vurdere synlighet og eksponering i et større landskapsrom, og hvor stor betydning vassdraget har for opplevelsen av landskapets karakter. Rapportforfatterne har ikke hatt anledning til å besøke alle vassdragene som har vært fotografert. Det har derfor ikke vært mulig å gjøre systematisk vurdering av fossenes eller vassdragenes betydning som landskapselementer i en større romlig sammenheng. I rapporten fokuseres det derfor på de rent visuelle virkningene av vassdragsavsnittene slik de framstår på bildet. I for eksempel en konsekvensutredning for landskap vil fossens betydning for opplevelsen av et større område måtte omtales fylldigere.

Mulige feilkilder og usikkerhetsmomenter

Opplevelsen av et landskap har flere sider enn det rent visuelle. Et fotografi av et vassdrag er et øyeblikksbilde som ikke fanger opp opplevelsen av vannmassenes bevegelse og dynamikk, vekslende lydnivå, fossesprut eller andre sansbare forhold. Av praktiske årsaker har vi i denne undersøkelsen likevel valgt å konsentrere oss om de rent visuelle virkningene av vannføringsendringer, dokumentert gjennom fotografier. Fordelen med bruk av fotoserier er at de på en enkel måte gir muligheter for systematisering og sammenlikning av data. Ved tolkning av fotografiene er det en del forhold det er viktig å være oppmerksom på.

Værforhold og isgang

Værforholdene kan påvirke opplevelsen av vassdraget. For eksempel kan is og snø endre inntrykket av den faktiske vannføringen vinterstid. Figur 7 viser fossen i Tverrgjuvlo uten is og snø (til venstre) og med is og snø (til høyre). Vannføringen er lik på begge bilder. På bildet ser is i fossen ut som hvitt vann, slik at vannføringen på bildet framstår som større enn den er.



Figur 7 Tverrgjvblo med og uten is, $Q = 0,07 \text{ m}^3/\text{s}$

Valg av fotostandpunkt og fototeknikk

Som Figur 8 viser, vil valg av fotostandpunkt og bildeutsnitt ha betydning for hvordan vassdraget framstår på et bilde. Valg av brennvidde ved fotografering vil også påvirke hvordan vassdraget og landskapet formidles. Kort brennvidde (vidvinkellinse med stor bildevinkel) vil normalt gi inntrykk av større dybde og mer avstand mellom elementene i bildet enn et normalobjektiv med brennvidde 50 mm. På samme måte vil fotografering med telelinse med lang brennvidde trekke sammen elementene i bilde og gi inntrykk av mindre dybde i bildet. Eksponeringsinnstillingene har også betydning for hvordan vassdraget blir gjengitt som fotografi. Ved eksponeringer med kort lukkertid fryses vannets bevegelse i et øyeblikksbilde. Som motsats til dette gir eksponeringer med lang lukkertid et slørete inntrykk av vannet (se Figur 9).



Figur 8 Hokfossen sett fra to ulike perspektiver. Vannføringen på begge bildene er $0,172 \text{ m}^3/\text{s}$

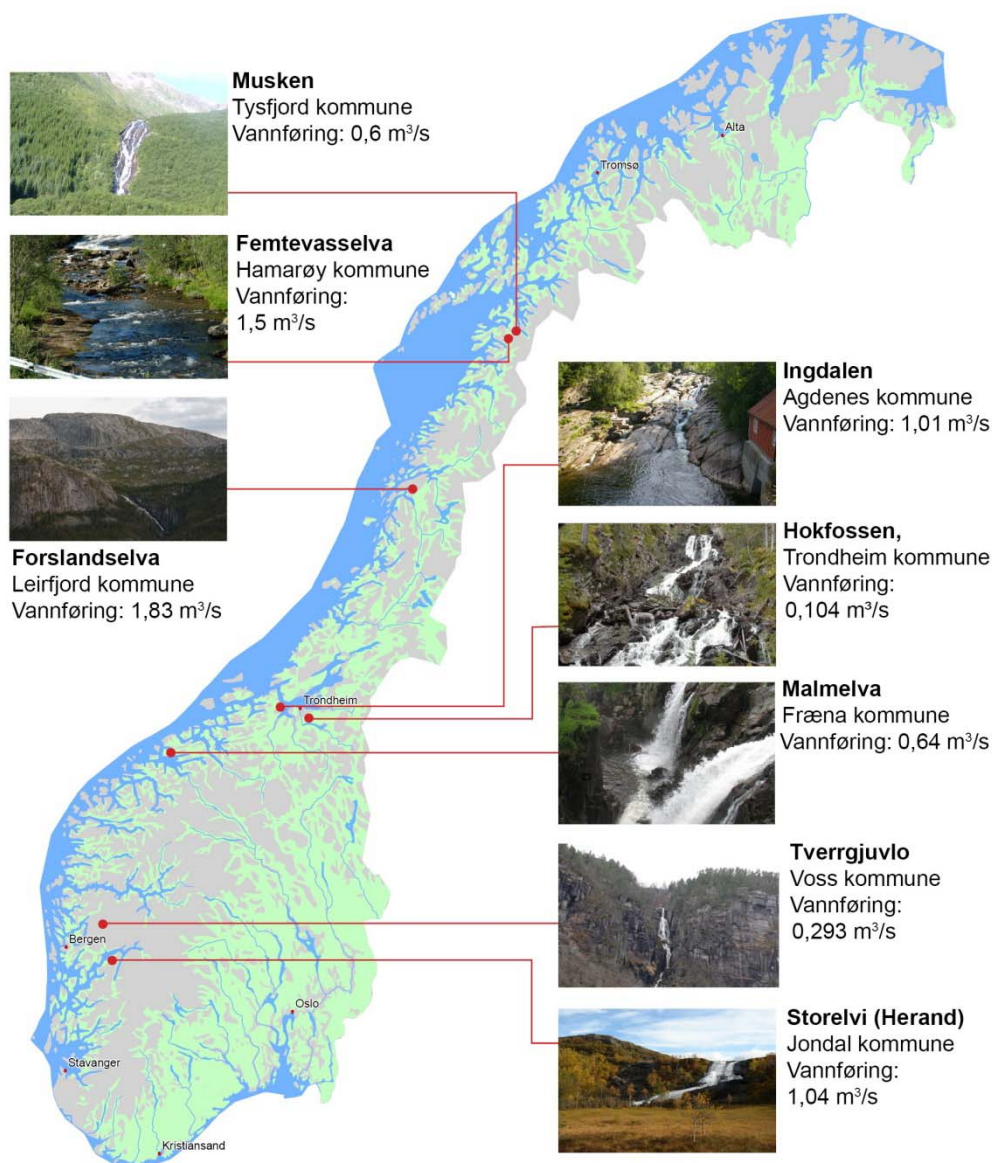


Figur 9 Foss i Storåselva, Snåsa kommune (ikke med i undersøkelsen). Til venstre: lukkertid $1/160$ sekund (blender $f/5.6$). Til høyre: lukkertid $1/6$ sekund til høyre (blender $f/22$)

Alle disse fototekniske forholdene kan påvirke resultatene, men vi har likevel vurdert dem til å være av underordnet betydning i denne undersøkelsen. Vi har først og fremst lagt vekt på å velge representative fotostandpunkt som gir en best mulig oversikt over vassdraget. For å forenkle den praktiske gjennomføringen har vi ikke brukt standardiserte brennvidder, lukkertider osv.

3. Vassdragene

Figur 10 viser geografisk fordeling av de åtte vassdragene som er med i undersøkelsen.



Figur 10: Vassdragene i undersøkelsen

For sammenligningens skyld er de utvalgte vassdragene beskrevet etter en felles mal. Her finnes en kort beskrivelse og viktige nøkkelverdier for hvert vassdrag. De enkelte opplysningene er forklart i Tabell 1. For hvert vassdrag er det vist et kart over området med plassering av kamera. I tillegg er varighetskurvene for hvert vassdrag vist. For å forenkle orienteringen på bildene, viser ”venstre” og ”høyre” til blikkretningen på bildet sett fra kameraet og ikke løperetningen til vannet (som er det vanlige ved beskrivelser av vassdrag).

Tabell 1 Forklaringer til vassdragsdata

Observert strekning/ vassdragsselement	Vassdragsselementet som er vist på bildeserien (foss, stryk, stilleflytende elv osv.)
Beliggenhet	Kommune, fylke
Landskapsregion	Lokalisering i forhold til NIJOS sitt nasjonale referansesystem for landskap hvor Norge er delt inn i 45 landskapsregioner (Puschmann, 2005)
Landskapstype	Inndeling av landskapshovedtype og landskapstype etter systemet "Naturtyper i Norge – Inndeling på landskapsnivå" (Erikstad et al., 2009)
Viktige karaktertrekk ved vassdraget/ observerte vassdrags- elementer	Her beskrives kort egenskaper ved vassdraget som fallforhold, strømningsforhold, vassdragets bredde, veksling mellom ulike vassdragsselementer osv.
Hydrologisk regime	Klassifisering av avrenningsregime etter Vassdrags- håndboka (NVE, 1998). Det er 5 regimer som karakteriserer når det er høy eller lav avrenning i vassdraget: Bre-, fjell-, innlands-, overgangs- og kystregime
Nedbørfelt og avrenningsforhold	Karakteristikken av nedbørfeltet beskrives med areal og høydeforskjell. I tillegg angis arealandel snaufjell og effektiv sjøprosent. Effektiv sjøprosent beskriver andelen til nedbørfeltet som er regulert av innsjøer
Observasjonsperiode (fotoserie)	Tidsperioden der fotografering ble gjennomført
Vannføringsdata	Tidsperioden da vannstandsloggeren var i elva. Nøyaktigheten for målingene ligger på $\pm 5\%$. Punktet "statistikk" viser til hvilket NVE-vannmerke som ble brukt til å beregne statistiske verdier som middelvannføring, varighetskurve osv. Tidsperioden som ble brukt står i parentes

For øvrige faguttrykk vises det til avsnittet om begreper og definisjoner (kap. 2).

Forslandselva



Figur 11 02.09.2006 20:36, $Q = 1,83 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{52} = \text{ca. } Q_{77\text{sommer}}$

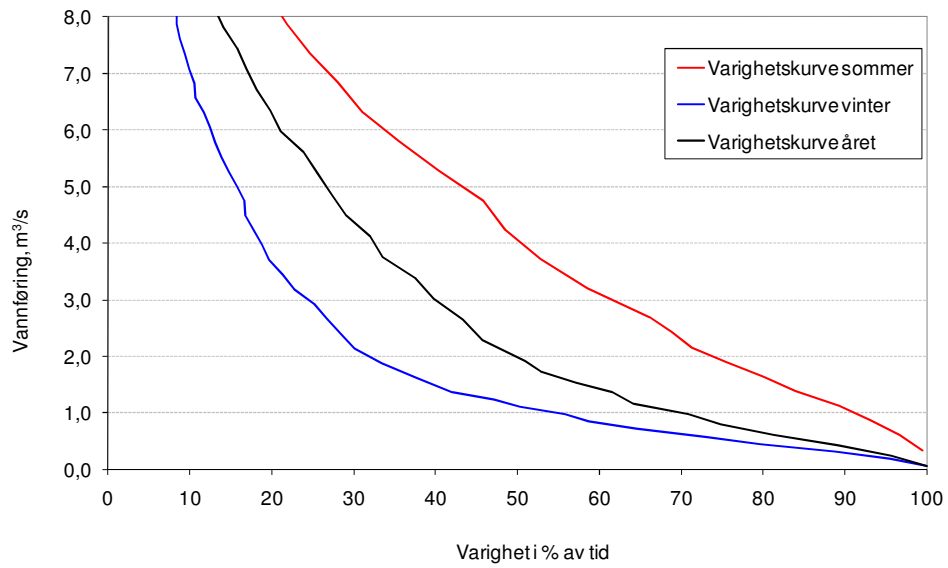
Tabell 2 Nøkkelopplysninger Forslandselva (HelgelandsKraft AS, 2007)

Observert strekning/ vassdragsselement	Foss (Simaforsen)
Beliggenhet	Leirfjord kommune, Nordland
Landskapsregion	32 Fjordbygdene i Nordland og Troms
Landskapstype	Landskapshovedtype: fjord- og dallandskap Landskapstype: nedskåret dallandskap
Viktige karaktertrekk ved vassdraget/ observerte vassdrags- elementer	Simaforsen er en foss med 90 m fall på 650 m horisontal- distanse som ligger like nedenfor tregrensen. Vannet renner i et bratt stryk uten fritt fall. Det hvite vannet er det som trer mest fram i landskapet og som er godt synlig også på avstand. Et vann lengre ned i dalen er regulert, ellers er Forslandsvassdraget lite berørt av tekniske inngrep
Hydrologisk regime	Fjellregime, med høy avrenning om sommeren
Nedbørfelt og avrenningsforhold	Areal: 36 km^2 Høydeforskjell: 666 m 90 % snaufjell, 0,1 % effektiv sjøprosent Nedbørfeltet er relativt lite og har lite løsmasser. Vassdraget reagerer derfor raskt på nedbør og karakteriseres som ei typisk flomelv
Observasjonsperiode (fotoserie)	24.05.2006 – 27.06.2006 17.08.2006 – 13.09.2006
Vannføringsdata	Vannstandslogger mai -06 – april -07 Statistikk: vannmerke 153.1 Storstvatn (1961 – 1990)

Alminnelig lavvannføring, Q_{alv}	0,28 m^3/s	Q_{95} år	0,27 m^3/s
Medianvannføring, Q_{50}	1,98 m^3/s	Q_{95} sommer	0,74 m^3/s
Middelvannføring, Q_m	3,76 m^3/s	Q_{95} vinter	0,21 m^3/s



Figur 12 Oversiktskart Forslandselva med Simaforsen og kameraplassering



Figur 13 Varighetskurver Forslandselva ved utløp Dalsvatnan, 1930 – 2003

Visuelle virkninger av vannføringsendringer i Forslandselva

Bilder av ulike vannføringssituasjoner i Forslandselva er vist i vedlegget. I bildeserien er det brukt noe ulike brennvidder ved fotografering. Bildeutsnittet er likevel i hovedsak det samme på alle bildene.

Tolkning av vannføringsbildene

- Ved middelvannføring ($3,76 \text{ m}^3/\text{s}$) og høyere vannføringer er Forslandselva godt synlig i landskapet. I den øvre og litt slakere delen av fossen er strengen bredere enn i den nedre delen.
- På avstand er det ikke store forskjeller på hvordan fossen framstår på et fotografi ved vannføringer mellom $10 \text{ m}^3/\text{s}$ (en stor vannføring) og $3,76 \text{ m}^3/\text{s}$ (middelvannføring).
- Vannstrengen i den nedre delen av fossen er synlig på avstand helt til de laveste vannføringene, men framstår da bare som en veldig tynn hvit stripe.
- Fossen taper mye av betydningen som et viktig landskapselement ved vannføringer lavere enn $0,65 \text{ m}^3/\text{s}$ (tilsvarende Q_{80} eller $Q_{96\text{sommer}}$). Med en vannføring på $0,29 \text{ m}^3/\text{s}$ (tilsvarende Q_{94} eller $Q_{99\text{sommer}}$) framstår fossen i praksis som tørrlagt.
- Ved en vannføring tilsvarende Q_{94} for hele året ivaretas ikke inntrykket av en levende foss. Ved en vannføring tilsvarende $Q_{96\text{sommer}}$ ivaretas til en viss grad inntrykket av fossen som et viktig landskapselement, om enn redusert. Ved $Q_{88\text{sommer}}$ framstår fossen som klart mer kraftfull enn ved $Q_{96\text{sommer}}$.
- Inntrykket av mektigheten i fossen avtar sprangvis og er ikke direkte proporsjonalt med reduksjonen i vannføring.

Herand



Figur 14 Fodnastølfossen, 03.10.2008 11:57, $Q = 1,04 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{59} = \text{ca. } Q_{89\text{sommer}}$

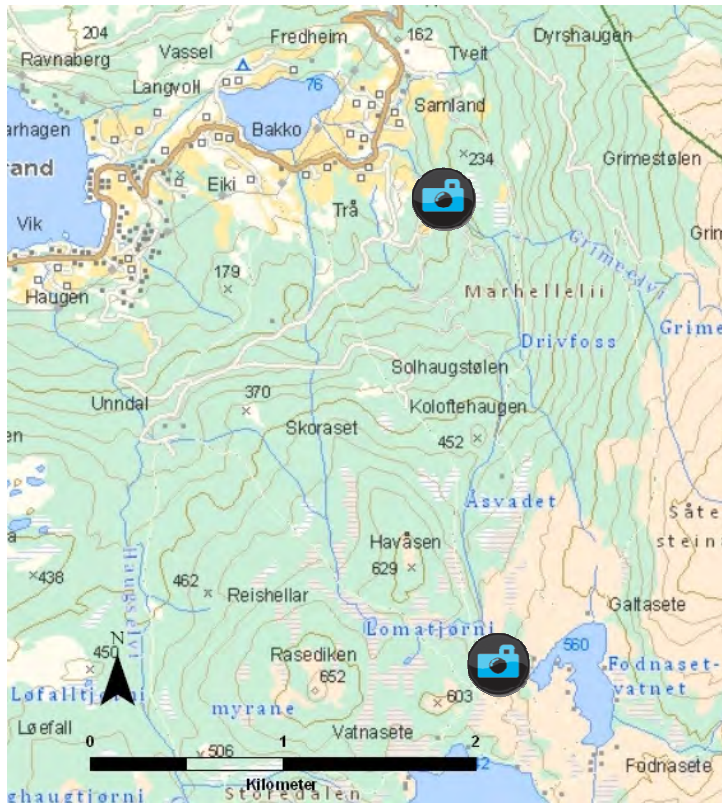


Figur 15 Kalvafossen, 03.10.2008 11:43, $Q = 1,20 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{59} = \text{ca. } Q_{89\text{sommer}}$

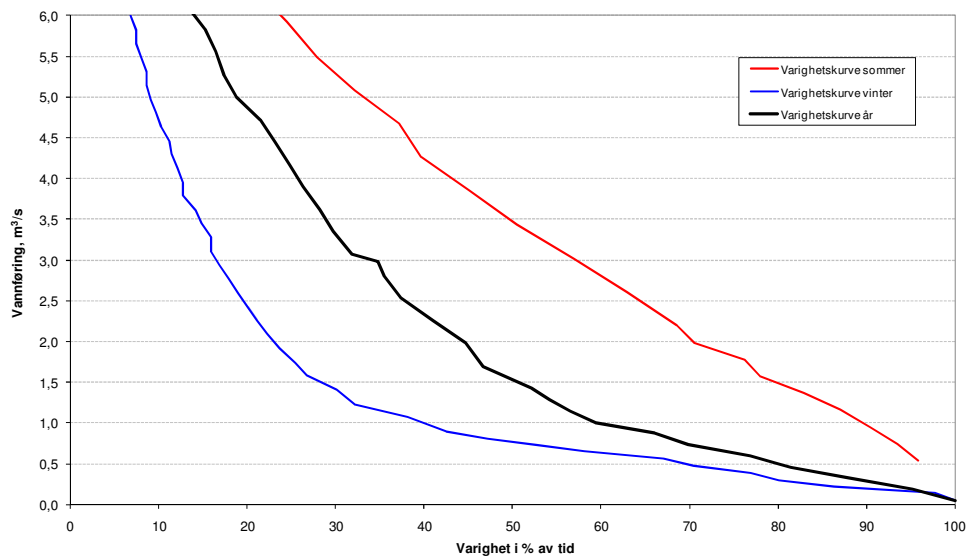
Tabell 3 Nøkkelopplysninger Herand (Herand Kraft AS, 2010)

Observert strekning/ vassdragelement	Fodnastølfossen og Kalvafossen i Storelvi
Beliggenhet	Jondal kommune, Hordaland
Landskapsregion	23 Indre bygder på Vestlandet
Landskapstype	Landskapshovedtype: fjord- og dallandskap Landskapstype: nedskåret fjordlandskap
Viktige karaktertrekk ved vassdraget/ observerte vassdrags- elementer	Fodnastølfossen har 20 m fall på 100 m distanse. Det er bratt stryk uten fritt fall. Fossen er utløpet til Fodnastølsvatnet. Kalvafossen ligger i bratt terreng i skog og har to markerte fall på ca. 5-10 meter
Hydrologisk regime	Fjellregime med høy avrenning om sommeren
Nedbørfelt og avrenningsforhold	Areal: 12,6 km ² virksomt nedbørfelt Høydeforskjell: 650 m 63 % snaufjell, 0 % effektiv sjøprosent Avrenningen på 12,1 % av det naturlige nedbørfeltet er overført til Jukla og Mauranger kraftverk siden 1974
Observasjonsperiode (fotoserie)	11.09.2008 – 12.12.2008
Vannføringsdata	Vannstandslogger 11.09.2008 – 08.12.2009 Statistikk: Fodnastølsvatnet utvidet med Hølen

Alminnelig lavvannføring, Q_{alv}	0,22 m ³ /s	Q_{95} år	0,19 m ³ /s
Medianvannføring, Q_{50}	1,53 m ³ /s	Q_{95} sommer	0,39 m ³ /s
Middelvannføring, Q_m	2,80 m ³ /s	Q_{95} vinter	0,22 m ³ /s



Figur 16 Oversiktskart Herand



Figur 17 Varighetskurver Herand, Fodnastølsvatnet 1975 – 1994

Visuelle virkninger av vannføringsendringer i Herand

Bilder av ulike vannførings situasjoner i Storelvi er vist i vedlegget. Til tross for at flertallet av bildene i Storelvi ble tatt om vinteren (dvs. etter 30. september), er det angitt Q-verdier for sommersesongen for å forenkle sammenlikning med de andre vassdragene. Da de fleste bildene er tatt uten snø i området, er dette akseptabelt. I tillegg gir denne serien mulighet til å sammenlikne inntrykket av fossen med og uten snø i landskapet rundt, men uten is i fossen.

Tolkning av vannføringsbildene

Fodnastølfossen

- Ved høy vannføring er det tre synlige vannstrenger, hovedstrengen til høyre i bildet.
- Den minste vannstrengen helt til venstre forsvinner allerede ved middelvannføring, vannstrengen i midten forsvinner ved medianvannføring.
- Vannet framstår ved alle vannføringer som hvitt.
- Hovedvannstrengen blir gradvis smalere ved synkende vannføring.
- Fossen er fortsatt godt synlig i landskapet ved den laveste vannføringen.
- Ved $Q_{95\text{sommer}}$ kan fossen betegnes som framtreddende landskapselement.
- Snøen påvirker opplevelsen av fossen. Det hvite vannet i fossen blir et tydeligere og mer markant landskapselement når omgivelsene ikke er snødekt, og kontrasten til fargenyansene i landskapet er tydeligere.

Kalvafossen

- Fossen er bare dokumentert ved vannføringer mindre enn eller lik $2,12 \text{ m}^3/\text{s}$. Dette tilsvarer ca. Q_{45} for året, eller ca. $Q_{72\text{sommer}}$.
- Det visuelle inntrykket av fossen endrer seg lite ved de vannføringene som er dokumentert. Endringene i fossens utseende skjer gradvis og er vanskelig å observere.
- Vannet framstår hvitt hele tiden, men vannstrengen blir gradvis litt smalere ved avtakende vannføring.
- Vannsløret til venstre i den øvre delen av fossen blir mindre tydelig, men forsvinner ikke ved de laveste vannføringene.
- Ved $Q_{95\text{sommer}}$ kan fossen betegnes som framtreddende landskapselement.
- Inntrykket av mektigheten i fossen avtar jevnt og gradvis ved redusert vannføring.

Femtevasselva



Figur 18 12.07.2007 10:04, $Q = 1,5 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{47} = \text{ca. } Q_{70\text{sommer}}$

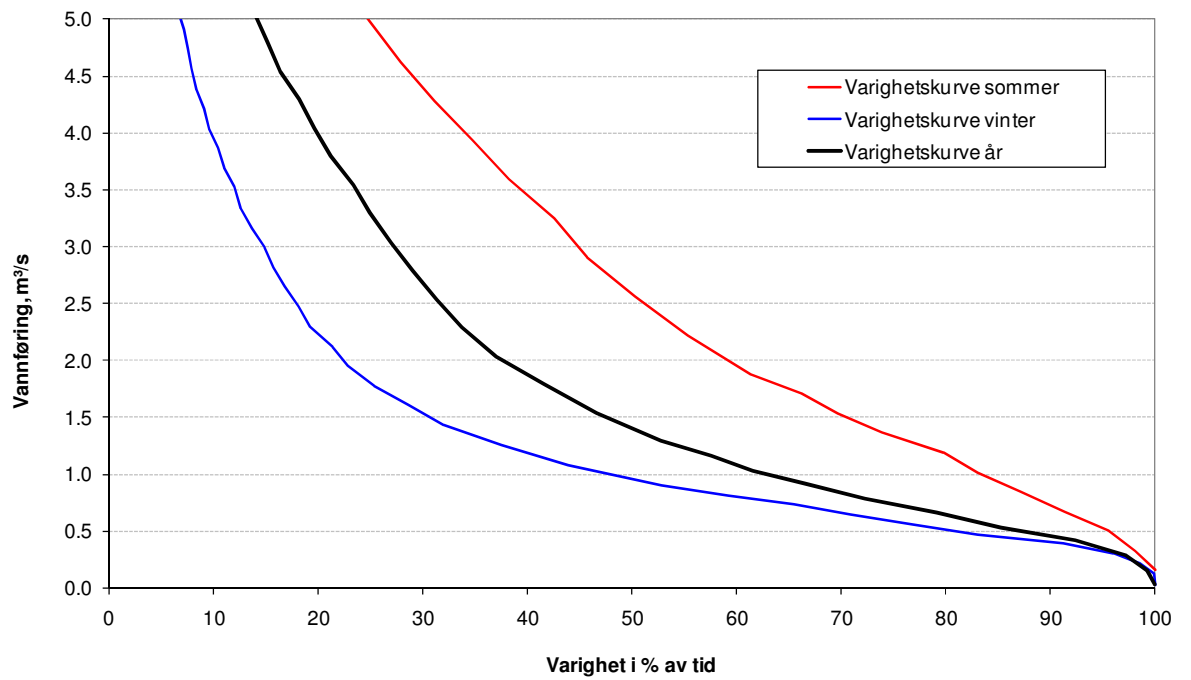
Tabell 4 Nøkkelopplysninger Femtevasselva (Nord-Norsk Småkraft AS, 2009)

Observert strekning/ vassdragsselement	Elveløp i Femtevasselva med jevnt fall uten fosser og større stryk
Beliggenhet	Hamarøy kommune, Nordland
Landskapsregion	32 Fjordbygdene i Nordland og Troms
Landskapstype	Landskapshovedtype: fjord- og dallandskap Landskapstype: nedskåret dallandskap
Viktige karaktertrekk ved vassdraget/ observerte vassdrags- elementer	Femtevasselva er omtrent 2 km lang og forbinder to innsjøer: Femte- og Fjerdevatnet, og er en del av Sagelv- vassdraget. Bildeserien ble tatt rett ved bru hvor E6 krysser elva
Hydrologisk regime	Overgangsregime med høyest vannføring om våren
Nedbørfelt og avrenningsforhold	Areal: $46,5 \text{ km}^2$ Høydeforskjell: 1020 m 28,6 % snaufjell, 4,3 % effektiv sjøprosent
Observasjonsperiode (fotoserie)	06.07.2007 – 30.08.2007
Vannføringsdata	Vannstandslogger: 06.07.2007 – 30.08.2007 Statistikk: 186.2 Mørsvik bru (1986 – 2006)

Alminnelig lavvannføring, Q_{alv}	0,39 m^3/s	Q_{95} år	0,34 m^3/s
Medianvannføring, Q_{50}	1,40 m^3/s	Q_{95} sommer	0,53 m^3/s
Middelvannføring, Q_m	2,54 m^3/s	Q_{95} vinter	0,33 m^3/s



Figur 19 Oversiktskart Femtevasselva



Figur 20 Varighetskurver Femtevasselva 1986 - 2006

Visuelle virkninger av vannføringsendringer i Femtevasselva

Bilder av ulike vannføringssituasjoner i Femtevasselva er vist i vedlegget.

Tolkning av vannføringsbildene

- Det visuelle inntrykket av Femtevasselva forandrer seg relativt lite mellom middelvannføring og den laveste observerte vannføringen som ligger litt over $Q_{95\text{sommer}}$.
- Det er jevnt over lite hvitt vann på strekningen ved alle vannføringer. Hvitt vann ser vi kun som krusninger der vannet går over steiner som danner antydning til terskler i elva. Mengden hvitt vann øker proporsjonalt med økende vannføring. Helt øverst i bildet er det et stryk som går over en naturlig fjellterskel i elva. Andelen av hvitt vann her blir mindre ved synkende vannføring. Det visuelle inntrykket er imidlertid sterkt påvirket av lysforholdene.
- Bildeserien illustrerer at fargen på vannet er sterkt avhengig av lysforholdene. På bildene varierer fargen på vannet fra nærmest svart til grått, blått og sølvfarget.
- Elvebredden til venstre skrår slakt ned i elveløpet på strekningen. Vannstrengen i forgrunnen blir gradvis noe smalere med synkende vannføring, mens berget til venstre blir gradvis mer synlig.
- Litt over midten av bildet strømmer vannet over et parti med noen større steiner og ei bjørk midt i elva. Ved lave vannføringer blir vannet "borte" i dette partiet, mens det framstår som en avgrenset liten øy fra $Q = 0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ og høyere vannføringer.
- En må være svært godt kjent med variasjonene i elva for å konstatere visuelle forskjeller mellom middelvannføring og lave vannføringer.
- Vannføringsendringene påvirker i svært liten grad opplevelsen av landskapet på strekningen. Folk som kjører på E6 over brua vil antakeligvis sjelden legge merke til endringene i vannføring.

Malmeelva

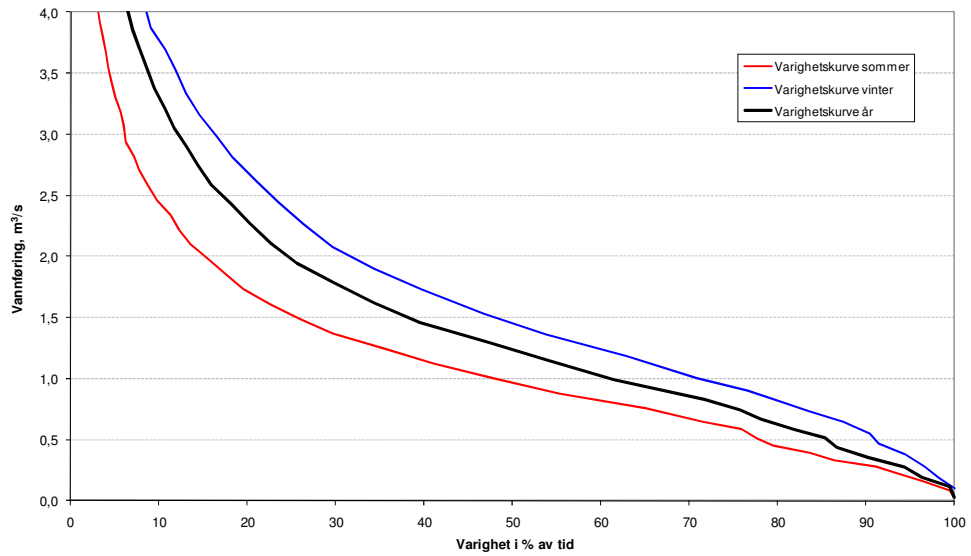
Tabell 5 Nøkkelopplysninger Malmeelva (Istad Kraft AS, 2009)

Observert strekning/ vassdragsselement	Litj- og Storfossen og annen del av elvestrekning
Beliggenhet	Fræna kommune, Møre og Romsdal
Landskapsregion	25 Fjordbygdene på Møre og i Trøndelag
Landskapstype	Landskapshovedtype: fjord- og dallandskap Landskapstype: nedskåret dallandskap
Viktige karaktertrekk ved vassdraget/ observerte vassdrags- elementer	Bildene viser de to fossefallene Litj- og Storfossen med nærbilder og sett fra motsatt side av fjorden. I tillegg er det bilder av en strykstrekning. Storfossen har samlet fall av 25 m, hvorav en del er fritt fall i to stråler over elvebredden. Litjfossen er ca. 5 m høy og har nesten fritt fall
Hydrologisk regime	Kystregime med høy vannføring om vinteren
Nedbørfelt og avrenningsforhold	Areal: 29,6 km ² Høydeforskjell: 863 m 28 % snaufjell, 0 % effektiv sjøprosent Store myrområder og tre mindre vann bidrar til en naturlig regulering av elva
Observasjonsperiode (fotoserie)	24.06.2008 – 28.07.2008 Manuelle bilder
Vannføringsdata	Vannstandslogger: 23.03.2007 – pågående (januar 2011) Statistikk: 133.7 Krinsvatn (1960 – 2007)

Alminnelig lavvannføring, Q_{alv}	0,12 m ³ /s	Q₉₅ år	0,12 m ³ /s
Medianvannføring, Q₅₀	1,24 m ³ /s	Q₉₅ sommer	0,09 m ³ /s
Middelvannføring, Q_m	1,9 m ³ /s	Q₉₅ vinter	0,14 m ³ /s



Figur 21 Oversiktskart Malmeelva



Figur 22 Varighetskurver Malmeelva 1974 - 2004

Visuelle virkninger av vannføringsendringer i Malmeelva

Bilder av ulike vannføringssituasjoner i Malmeelva er vist i vedlegget. Bildene i Malmeelva ble ikke tatt med automatisk tidsinnstilt kamera. Fotostandpunkt og bildeutsnitt er dermed ikke identiske fra bilde til bilde. Bildene dekker heller ikke et like bredt spekter av vannføringer som mange av de andre seriene. Til gjengjeld er flere partier i elva fotografert, slik at ulike vekslinger mellom ulike vassdragsavsnitt i samme elv kommer bedre fram.

Tolkning av vannføringsbildene

Litj- og Storfossen sett fra Bjølstad camping

- På fotografiene er fossene kun synlige ved flomvannføringer. Ellers er de svært vanskelig å få øye på. I virkeligheten vil de trolig være mer synlige enn på bildene, men vannføringens betydning for landskapsopplevelsen er liten på denne avstanden.

Litjfossen

- Litjfossen er mektig ved flomvannføring og middelvannføring med mye hvitt vann, konsentrert fallstrekning og fossesprøyt.
- På de to laveste vannføringene ($Q_{97\text{sommer}}$ og $Q_{100\text{sommer}}$) mister fossen mye av inntrykkstyrken. Den framstår fortsatt som foss, imidlertid uten fossesprøyt.

Strekning nedstrøms Litjfossen

- Hele elveløpet er vanndekt ved flomvannføring, inklusive store steiner. Vannet framstår hovedsakelig som hvitt.
- Ved middelvannføring stikker store steiner ut av vannet. Mengden av hvitt vann er betydelig redusert.
- Ved $Q_{97\text{sommer}}$ og lavere vannføring oppleves elva som sterkt redusert sammenliknet med middelvannføring. Det vanndekte arealet reduseres betraktelig, og store steiner dominerer opplevelsen av elvestrekningen.
- Ved den laveste vannføringen ”forsvinner” vannet mellom steinene i elva.

Storfossen

- Fossen har to vannstrenger og oppleves som mektig ved flom- og middelvannføring med en god del fossesprøyt.
- Ved lavere vannføringer enn $Q_{72\text{sommer}}$ framstår fossen som sterkt redusert.
- Ved redusert vannføring blir begge strengene mindre. Ved $Q = 0,14 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Q_{97\text{sommer}}$) er strengen til venstre så å si borte og framstår kun som et slør.

Nederste del av Storfossen ved kraftledningen

- Inntrykket av vassdraget forandrer seg betydelig med avtakende vannføring. Forskjellene er størst mellom $Q = 9,00 \text{ m}^3/\text{s}$ og $Q = 0,64 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Q_{0,2\text{sommer}} - Q_{23\text{sommer}}$).
- Ved vannføringer mindre enn eller lik $Q = 0,64 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Q_{72\text{sommer}}$) framstår elva som ”puslete”, men det er vanskelig å se tydelig forskjell på de lave vannføringene.

- Vannet er hovedsakelig hvitt på strekningen ved alle vannføringer. Det vanndekte arealet endres dramatisk fra $Q = 1,61 \text{ m}^3/\text{s}$ til $Q = 0,64 \text{ m}^3/\text{s}$, men endres lite ved lavere vannføringer.

Bildene fra Malmeelva viser på en fin måte hvordan vekslinger i vannføring kan oppleves svært ulikt i ulike partier i samme vassdrag. Når vannføringen reduseres fra flom- og middelvannføring til lave vannføringer, gir det ulike visuelle virkninger i de ulike vassdragsavsnittene. Hvordan reduksjonen i vannføring slår ut i reduksjon i vanndekt areal er helt avhengig av detaljert terrengformvariasjon i elveprofilen. Samlet sett må vi kunne si at vannføringene avtar sprangvis i Malmeelva, og at elva mister mye av inntrykkstyrken allerede ved Q_{80} , som tilsvarer $Q_{72\text{sommer}}$. Ved vannføringsverdier omkring Q_{95} er det ikke mye igjen av inntrykkstyrken i elva.

Ruossevakkejåhkå (Musken)

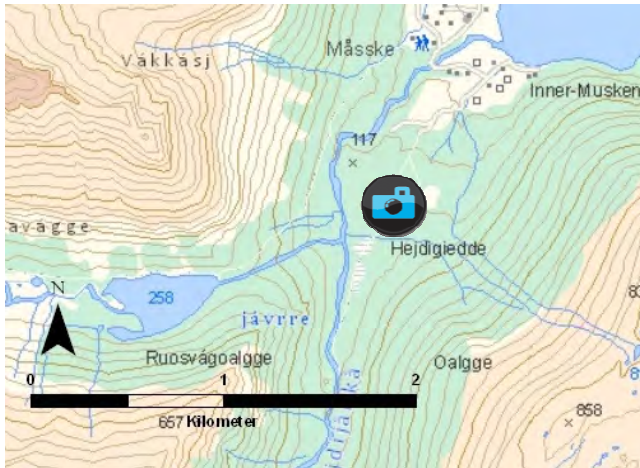


Figur 23 28.07.2009, $Q = 0,6 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{49} = \text{ca. } Q_{73\text{sommer}}$

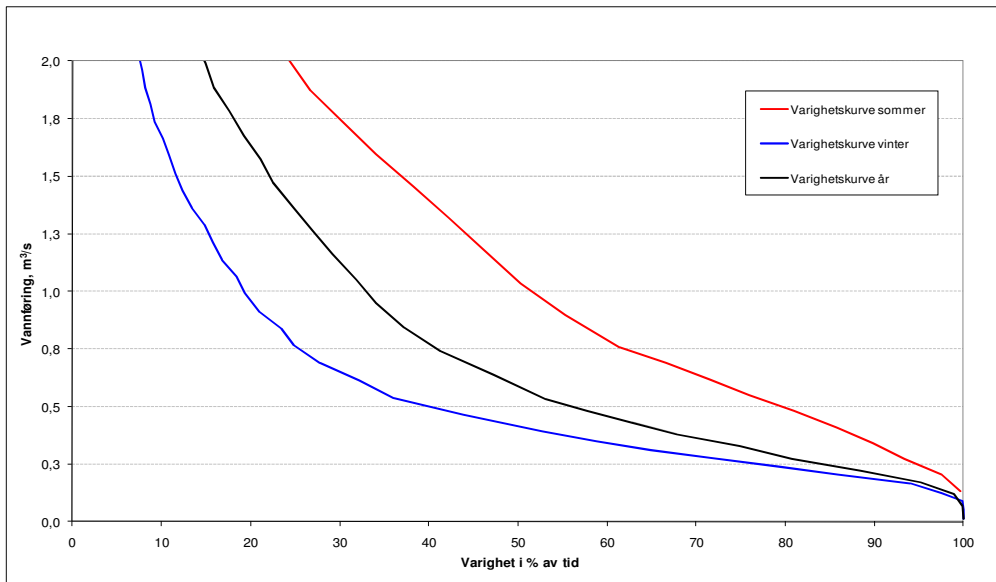
Tabell 6 Nøkkelopplysninger Ruossevakkejåhkå (Nord-Salten Kraftlag AL, 2009)

Observert strekning/ Vassdragselement	Foss i Musken (Ruossevakkejåhkå)
Beliggenhet	Tysfjord kommune, Nordland
Landskapsregion	32 Fjordbygdene i Nordland og Troms
Landskapstype	Landskapshovedtype: fjord- og dallandskap Landskapstype: nedskåret fjordlandskap
Viktige karaktertrekk ved vassdraget/ observerte vassdrags- elementer	Fossen i Ruossevakkejåhkå renner over glattskurt, vegetasjonsløst berg med totalt 150 m fall på 600 m horisontaldistanse. Fossen er et godt synlig landskaps-element som skaper variasjon i landskapet og oppleves med stor inntrykksstyrke
Hydrologisk regime	Fjellregime med høy avrenning om våren
Nedbørfelt og avrenningsforhold	Areal: $15,2 \text{ km}^2$ Høydeforskjell: 923 m 94 % snaufjell, 5 % effektiv sjøprosent Den raske responsen på nedbør i det middels store nedbørfeltet blir noe dempet av 3 innsjøer
Observasjonsperiode (fotoserie)	17.06.2009 – 04.09.2009
Vannføringsdata	Vannstandslogger: siden januar 2007 Statistikk: 168.2 Mørsvik Bru (1961 – 1990)

Alminnelig lavvannføring, Q_{alv}	0,27 m^3/s	Q_{95} år	0,17 m^3/s
Medianvannføring, Q_{50}	0,59 m^3/s	Q_{95} sommer	0,25 m^3/s
Middelvannføring, Q_m	1,01 m^3/s	Q_{95} vinter	0,16 m^3/s



Figur 24 Oversiktskart Ruossevakkejåhkå



Figur 25 Varighetskurver Musken (Ruossevakkejåhkå) 1986 - 2008

Visuelle virkninger av vannføringsendringer i Musken

Bilder av ulike vannføringssituasjoner i Musken (Ruossevakkejåhkå) er vist i vedlegget.

Tolkning av vannføringsbildene

- Fossen framstår som ett samlet løp ved flomvannføringer. Ved en vannføring tilsvarende Q_{93} er det lite igjen av inntrykksstyrken og mektigheten i fossen.
- Ved middelvannføring er fossen delt opp i fem større strenger (en hovedstreng med forgreninger).
- Ved lave vannføringer deler vannstrengene seg opp i mindre strenger og forsvinner etter hvert slik at fossen til slutt reduseres til en streng.
- Det vanddekte arealet avtar gradvis ved redusert vannføring.
- Ved vannføringer mindre enn $Q_{80\text{sommer}}$ mister fossen mye av sin inntrykksstyrke.
- Vi har ikke bilder av Musken ved $Q_{95\text{sommer}}$. Ved den laveste fotograferte vannføringen ($Q_{87\text{sommer}}$) oppleves fossen som sterkt redusert.

Ingdalen



Figur 26 27.06.2009 17:54, $Q = 1,01 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{53}$

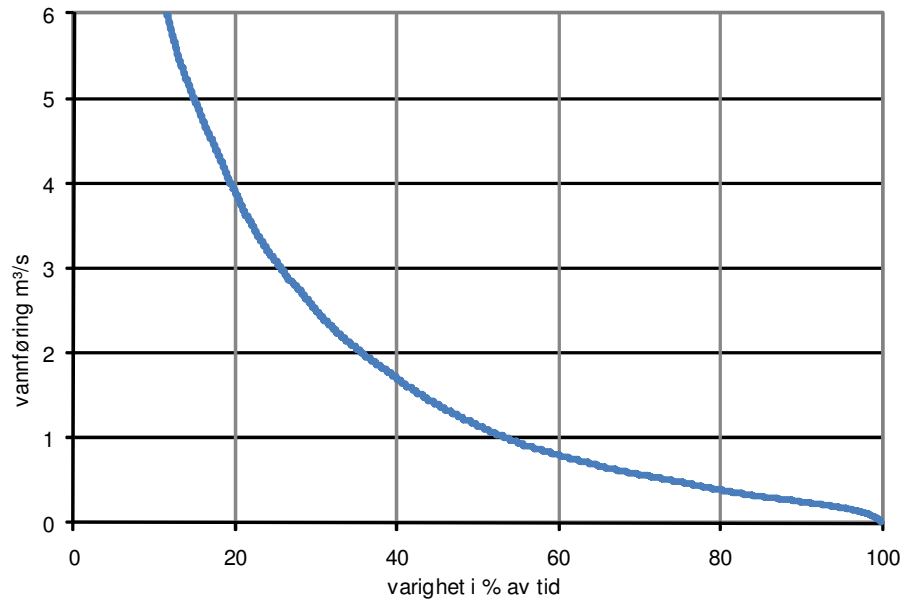
Tabell 7 Nøkkelopplysninger Ingdalen (Hiller, 2010)

Observert strekning/ vassdrags-element	Kvernhusløen, stryk i Ingdalselva
Beliggenhet	Agdenes kommune, Sør-Trøndelag
Landskapsregion	25 Fjordbygdene på Møre og i Trøndelag
Landskapstype	Landskapshovedtype: fjord- og dallandskap Landskapstype: åpent fjordlandskap
Viktige karaktertrekk ved vassdraget/ observerte vassdrags- elementer	Stryket er omtrent 75 m langt og høydeforskjell er på 12 m. Vann renner i en innskjæring i en fjellterskel. På venstre side i elva er det bygd en fisketrapp i betong
Hydrologisk regime	Overgangsregime, høy avrenning om våren og høsten
Nedbørfelt og avrenningsforhold	Areal: $102,4 \text{ km}^2$ Høydeforskjell: 611 m
Observasjonsperiode (fotoserie)	31.08.2008 – 04.11.2008 23.01.2009 – 03.09.2009
Vannføringsdata	Vannstandslogger: Statistikk: 133.7 Krinsvatn

Alminnelig lavvannføring, Q_{alv}	0,18 m^3/s	Q_{95} år	0,18 m^3/s
Medianvannføring, Q_{50}	1,14 m^3/s	Q_{95} sommer	0,18 m^3/s
Middelvannføring, Q_m	2,57 m^3/s	Q_{95} vinter	0,19 m^3/s



Figur 27 Oversiktskart Ingdalen



Figur 28 Varighetskurve for Ingdalselva 1971 – 2000

Visuelle virkninger av vannføringsendringer i Ingdalselva

Bilder av ulike vannføringssituasjoner i Ingdalselva er vist i vedlegget.

Tolkning av vannføringsbildene

- Vannet er konsentrert i en innskjæring midt i fossen. Bare ved den høyeste vannføringen flommer den over, og vannet sprer seg mer i bredden. Vannet er da hvitt.
- Når vannet er samlet i ett løp (gjelder alle vannføringer med unntak av flomvannføringer), gir redusert vannføring utslag i gradvise, men små endringer i vanddekt areal og mengden av hvitt vann. Vannstrengen i innskjæringen blir gradvis mindre, og vannet framstår i de slakeste delene til fossen ikke lengre hvitt.
- Vannstrengen i fisketrappen på venstre siden av fossen forsvinner for vannføringer lavere enn $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$.
- På grunn av utformingen av fossen forandrer det visuelle inntrykket seg relativt lite ved ulike vannføringer.

Se for øvrig Hiller (2010) for mer detaljerte vurderinger av Ingdalselva.

Hokfossen



Figur 29 15.10.2009 13:10, $Q = 0,104 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{49}$

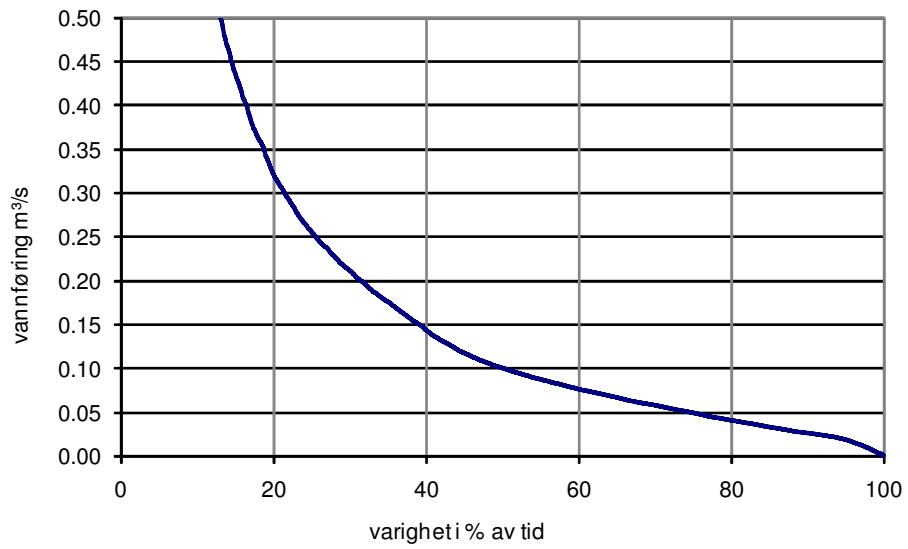
Tabell 8 Nøkkelopplysninger Hokfossen (Hiller, 2010)

Observert strekning/ vassdragsselement	Hokfossen i Sagelva
Beliggenhet	Trondheim kommune, Sør-Trøndelag
Landskapsregion	26 Jordbruksbygdene ved Trondheimsfjorden
Landskapstype	Landskapshovedtype: ås- og fjelltopplandskap Landskapstype: småkupert åslandskap
Viktige karaktertrekk ved vassdraget/ observerte vassdragsselementer	Sagelva er ei lita elv. Ved Hokfossen renner den i bratt stryk ned med totalt 25 m fall på 45 m, horisontal distanse. Det er ingen større loddrette fall, men en rekke små fall og stryk som er konsentrert i et mindre område. På toppen av fossen ligger vannmålestasjonen Hokfossen
Hydrologisk regime	Overgangsregime med høyest vannføring om våren
Nedbørfelt og avrenningsforhold	Areal: $8,02 \text{ km}^2$ Høydeforskjell: 266 m 76 % skog, 20 % myr Nedbørfeltet er relativt lite og vassdraget reagerer derfor raskt på nedbør. Denne reaksjonen blir noe dempet på grunn av myrer
Observasjonsperiode (fotoserie)	06.10.2009 – 30.11.2009
Vannføringsdata	123.38 Hokfossen (på toppen av fossen)

Alminnelig lavvannføring, Q_{alv}	0,064 m^3/s	Q_{95} år	0,018 m^3/s
Medianvannføring, Q_{50}	0,099 m^3/s	Q_{95} sommer	0,013 m^3/s
Middelvannføring, Q_m	0,235 m^3/s	Q_{95} vinter	0,022 m^3/s



Figur 30 Oversiktskart Hokfossen



Figur 31 Varighetskurve Sagelva ved Hokfossen 1969 - 1994

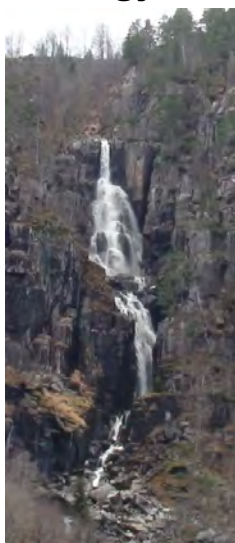
Visuelle virkninger av vannføringsendringer i Hokfossen

Bilder av ulike vannføringssituasjoner i Sagelva ved Hokfossen er vist i vedlegget.

Tolkning av vannføringsbildene

- Fossen framstår som mektig ved middel- og flomvannføringer. Ved flomvannføring framstår fossen nærmest som ett samlet løp, oppbrutt av enkelte større steinblokker.
- Ved redusert vannføring avtar det vandekte arealet gradvis. Fossen deles opp i mange små strenger som gradvis reduseres i mektighet ned til vannføringer omkring Q_{65} .
- Ved vannføringer lavere enn Q_{65} begynner elva å tape mye av sin inntryksstyrke. Når vannføringen reduseres ytterligere, avtar det visuelle inntrykket sprangvis ved at mindre strenger i fossen forsvinner helt, én etter én.
- Ved en vannføring tilsvarende Q_{03} er det lite igjen av inntryksstyrken og mektigheten i fossen.

Tverrgjuvlo

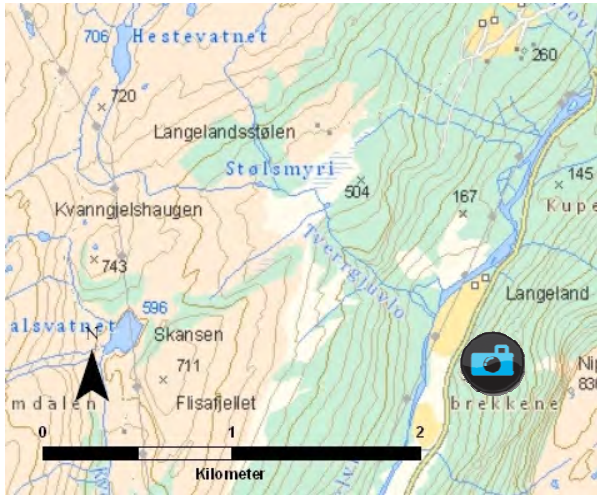


Figur 32 04.11.2009 08:56, $Q = 0,293 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{50}$

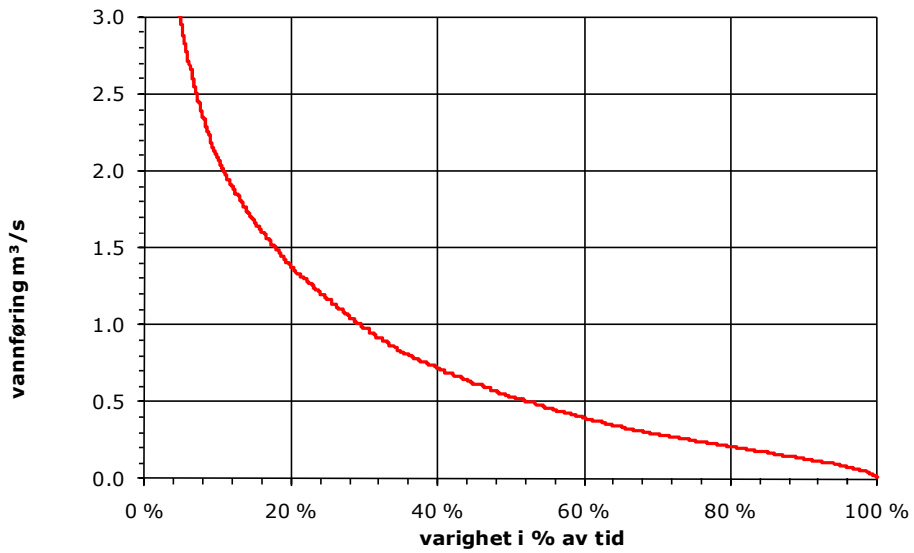
Tabell 9 Nøkkelopplysninger Tverrgjuvlo (BKK Produksjon AS, 2008)

Observert strekning/ vassdragsselement	Foss i Tverrgjuvlo
Beliggenhet	Voss kommune, Hordaland
Landskapsregion	22 Midtre bygder på Vestlandet
Landskapstype	Landskapshovedtype: fjord- og dallandskap Landskapstype: nedskåret dallandskap
Viktige karaktertrekk ved vassdraget/ observerte vassdragslementer	Det er en 75 m høy smal foss med to partier med fritt fall og noe bratt stryk. Tverrgjuvlo er ei sideelv til Teigdalselva. Fossen er synlig fra riksvei 313 og gjelder som sentralt landskapselement i Teigdalen
Hydrologisk regime	Overgangsregime med høy avrenning om våren
Nedbørfelt og avrenningsforhold	Areal: 8,6 km ² Høydeforskjell: 855 m Nedbørfeltet er lite og avrenningen reagerer derfor raskt på nedbør
Observasjonsperiode (fotoserie)	24.08.2009 – 09.11.2009
Vannføringsdata	Vannstandslogger: 01.07.2009 – pågående (januar 2011) Statistikk: 62.18 Svartavatn (1964 – 2002)

Alminnelig lavvannføring, Q_{alv}	0,09 m ³ /s	Q_{95} år	0,08 m ³ /s
Medianvannføring, Q_{50}	0,49 m ³ /s	Q_{95} sommer	0,16 m ³ /s
Middelvannføring, Q_m	0,91 m ³ /s	Q_{95} vinter	0,07 m ³ /s



Figur 33 Oversiktskart Tverrgjuvlo



Figur 34 Varighetskurve Tverrgjuvlo 1964 - 2002

Visuelle virkninger av vannføringsendringer i Tverrgjuvlo

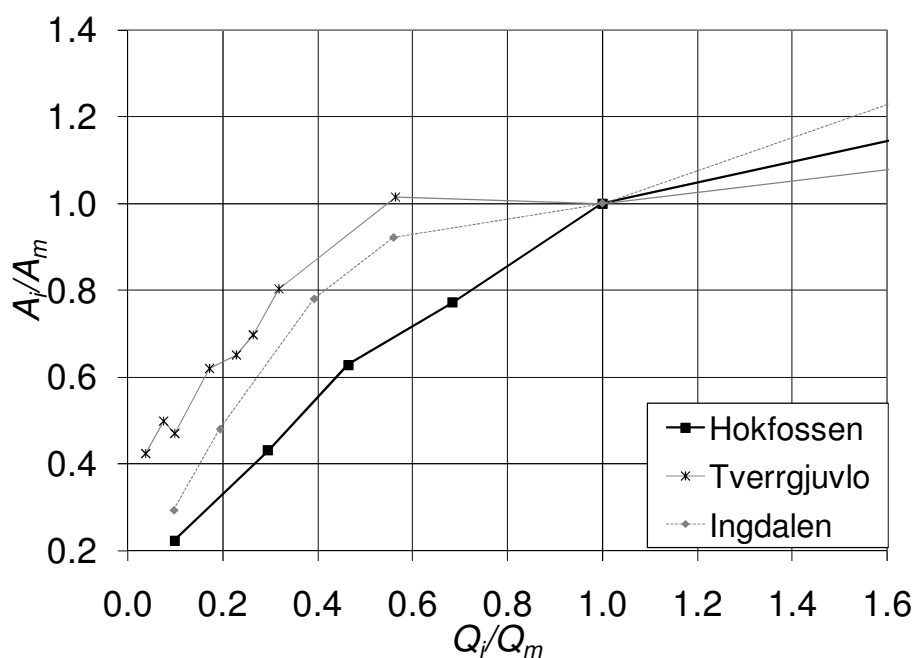
Bilder av ulike vannføringssituasjoner i Tverrgjuvlo er vist i vedlegget.

Tolkning av vannføringsbildene

- Ved middelvannføring ($0,235 \text{ m}^3/\text{s}$) og høyere vannføringer framstår Tverrgjuvlo som et mektig og framtreddende landskapselement. Fossen er langt mer dominerende ved flomvannføring enn ved middelvannføring. Fosserøyk er bare synlig ved de aller høyeste vannføringene, som inntreffer få ganger i året.
- Ved Q_{70} framstår fossen fortsatt mektig, men den mister mye av inntryksstyrken som landskapselement mellom Q_{70} og Q_{90} .
- Ved Q_{97} framstår fossen som sterkt redusert og kan ikke sies å være et viktig eller verdifullt landskapselement.
- Vannføringen har stor betydning for opplevelsen av Tverrgjuvlo, da fossen mister sin betydning som landskapselement ved lave vannføringer, mens den framstår som et nøkkelement med stor inntryksstyrke ved høye vannføringer.

Rutenettevaluering for Ingdalen, Hokfossen og Tverrgjuvlo

For fossene i Ingdalen, Hokfossen og Tverrgjuvlo ble en rutenettmetode testet ut, der vanndekt areal telles på hvert bilde (se kapittel 2 om metodikk). Rutenetteevalueringen av disse tre fossene gjenspeiler den kvalitative tolkingen av vannføringsbildene i avsnittene foran. Figur 35 viser sammenhengen mellom vanndekt areal og vannføring. Figuren viser at det vanndekte arealet blir gradvis mindre når vannføringen avtar for Ingdalen og Hokfossen. Dette er uttrykt i Figur 35 med en jevnt stigende kurve. For Tverrgjuvlo øker det vanndekte arealet mer sprangvis med stigende vannføring. Erfaringen fra prosjektet er at slike kurver er nyttige for å finne ut når en økt vannføring gir utslag i økt vanndekt areal i en foss.



Figur 35 viser sammenhengen mellom vanndekt areal og vannføring i tre vassdrag. X-aksen viser relativ vannføring i forhold til middelvannføring, der 1,0 representerer middelvannføring. Y-aksen viser relativt vanndekt areal i antall ruter på bildet i forhold til middelvannføringen. Verdien 1,0 på Y-aksen viser vanndekt areal ved middelvannføring for alle de tre vassdragene, uavhengig av antall ruter. Verdien 0,6 tilsvarer 60 % vanndekt areal sammenliknet med vanndekt areal ved middelvannføring

4. Konklusjoner og oppsummering

I dette kapittelet oppsummerer vi den kunnskapen som er utviklet gjennom undersøkelsen. Vi mener at utvalget av vassdrag er stort nok til at utsagnene har konkret overføringsverdi for alle vassdrag.

Et hvert vassdrag er unikt

Selv ved identisk vannføring vil ulike vassdrag se totalt forskjellige ut. Selv vassdrag med liten vannføring kan framstå som nøkkelementer i landskapet og oppleves med stor inntryksstyrke. Samtidig kan vassdrag med stor vannføring ha svært liten betydning for opplevelsen av landskapet. Det er viktig å være oppmerksom på dette ved vurdering av visuelle virkninger av ulike vannføringer.

Forhold som kan kvantifiseres eller beskrives relativt nøytralt er:

- Høyde: vertikalt fall. Hvis vannet faller i flere trinn, bør dette bemerkes
- Lengde: fossefallets horisontale lengde/utstrekning. Måles i vannets fallretning vinkelrett, vertikalt fall
- Helningsgrad: forholdet mellom høyde og lengde
- Vannføringen
- Vanddekt areal
- Struktur: naturlige uregelmessigheter som karakteriserer fossen (for eksempel spesielle steiner, hull, jettegryter, slør etc.)

Fossens bredde kan måles vinkelrett på vannstrømmen, men bredden kan variere etter hvor i fossen den måles. Fossefallets bredde kan variere og har også sammenheng med vannføringen.

For å vurdere vassdragets betydning som landskapselement må vi i tillegg trekke inn kvalitative vurderinger. Følgende forhold vurderes som viktige for opplevelsen av landskapskarakteren⁵:

- Vassdragets synlighet/eksponering i et større landskapsrom
- Vassdragets størrelse/utstrekning vurdert i forhold til skalaen i landskapsrommet
- Kontrasten til andre landskapskomponenter
- Årstidsvariasjoner i landskapet
- Landskapets formrikdom, variasjon og inntryksstyrke for øvrig

Ut fra undersøkelsen kan vi konkludere med at de kvalitative faktorene har vel så stor betydning for opplevelsen av et vassdrag som de kvantitative. Dette gjør det vanskelig å utvikle kvantitative metoder for vurdering av vassdragenes verdi som landskaps-elementer.

⁵ "Landskapets karakter" er et konsentrert uttrykk for samspillet mellom et områdes naturgrunnlag, arealbruk, historiske og kulturelle innhold, og romlige og andre sansbare forhold som særpreger området, og adskiller det fra omkringliggende landskap

Det finnes ingen "normal" vannføring i et vassdrag

Ved vurdering av konsekvenser av ulike tiltak i vassdrag blir vassdragets normaltilstand gjerne brukt som sammenlikningsgrunnlag. Det er viktig å være klar over at normaltilstand i et vassdrag ikke er det samme som middelvannføring, medianvannføring eller en annen form for gjennomsnittlig beregning. Normaltilstand for et vassdrag er at vannføringen endrer seg fra time til time, fra dag til dag og fra uke til uke. Videre er det normalt at det er variasjoner mellom tørre og våte år. Normaltilstand i et vassdrag innebærer hele spennet i vannføringer fra flom til tørke. Gjennomsnittsverdier for vannføring gir ikke et representativt bilde av dette. Kurver som viser vannføringsvariasjonene over tid (Figur 2 og Figur 1) og varighetskurver (Figur 3) gir et mye mer presist bilde av normal tilstand i et vassdrag. Disse kurvene viser også hvordan en mulig utbygging påvirker vannføringen i elva.

Det visuelle inntrykket av et vassdrag er ikke nødvendigvis proporsjonalt med vannføringen

Mektigheten i et vassdrag eller en foss som landskapselement, avtar naturlig nok med synkende vannføring. Men det visuelle inntrykket av redusert vannføring endres ikke nødvendigvis proporsjonalt med reduksjonen i vannføring. Bildene fra Malmeelva viser på en fin måte hvordan vekslinger i vannføring kan oppleves svært ulikt i ulike partier i samme vassdrag. Når vannføringen reduseres fra flom- og middelvannføring til lave vannføringer, gir det ulike visuelle virkninger i de ulike vassdragsavsnittene. I enkelte vassdragsavsnitt avtar opplevelsen av vassdraget som landskapselement omtrent proporsjonalt med redusert vannføring. I andre vassdragsavsnitt skjer dette sprangvis. Dette har blant annet sammenheng med at vannhastigheten reduseres raskere enn det vanddekte arealet når vannføringen reduseres. Samtidig har den detaljerte utformingen (mikrotopografien) på tverrsnittet i elva stor betydning for hvordan vannet spres i fallet. Særlig gjelder dette fosser med høyt vertikalt fall. Her vil utformingen av fjellterskelen øverst i fossen ha avgjørende betydning for hvordan vannet spres, og hvordan fossefallet ser ut.

Det er mulig å identifisere kritiske vannføringer for opplevelsen av et vassdrag som landskapselement

Enkelte vassdrag mister sin betydning som landskapselement ved lave vannføringer, mens andre vassdrag kan ha stor betydning som landskapselement også ved lave vannføringer. Tverrgjuvlo, Hokfossen, Musken og Malmeelva mister mye av betydningen som landskapselement før vannføringen er nede i Q_{80} . Femtevasselva og fossene i Herand oppleves i langt større grad som kraftfulle og framtrædende landskapselementer også ved vannføring lik Q_{95} . Vassdragsavsnittet som er fotografert i Femtevasselva viser en frapperende liten endring i visuell framtoning når vannføringen reduseres fra Q_{50} til Q_{95} .

5. Anbefalinger

Kapittelet inneholder rapportforfatterens vurdering av hva kunnskapen fra undersøkelsen kan brukes til.

- I vassdrag som er aktuelle for vannkraftutbygging bør det først vurderes hvor stor betydning vassdraget har for landskapsopplevelsen. Dersom vassdraget generelt sett er lite synlig i landskapet, eller for det meste har liten betydning for landskapsopplevelsen, er det andre forhold enn landskapshensyn som bør vektlegges ved fastsettelse av minstevannføring.
- Dersom vassdraget er viktig for landskapets karakter, bør virkningene av en redusert vannføring dokumenteres. Datagrunnlaget i form av bilder (eller enda bedre – videoer med lydopptak) av elva kombinert med vannføringsmålinger vil være av stor betydning i fastsettelsen av minstevannføring.
- Når minstevannføring skal fastsettes med sikte på å ivareta landskapshensyn, må det gjøres kvalitative vurderinger for det enkelte vassdrag. Det er ikke mulig å bruke en generell Q-verdi som pekepinn på hva som er tilstrekkelig – her kreves det individuelle vurderinger for hvert enkelt vassdrag. Vannføringen må være stor nok til at inntrykket av vassdraget som et levende landskapselement, sikres. Nyttan av økt minstevannføring må vurderes opp mot ønsket om en effektiv produksjon dersom vassdraget skal bygges ut. Det er for eksempel liten grunn til å foreslå Q_{80} som minstevannføring, hvis Q_{80} har omtrent de samme landskapsvirkningene som Q_{90} .
- Minstevannføringen kan gjerne gjenspeile variasjonene i vannføring gjennom året. Slik sett er det fornuftig at minstevannføring baseres på grunnlag av sommer- og vinterverdier (eventuelt kurver for kortere tidsrom), ikke på en varighetskurve for hele året sett under ett. For vassdrag (særlig fosser og stryk) som er viktige attraksjoner for turisme og friluftsliv, kan det være aktuelt med en minstevannføring som er tilpasset turistsesongen, høysesongen for friluftslivet eller andre perioder med stor ferdsel. Der det er landskapshensyn som er avgjørende for minstevannføringen, vil en slik målrettet periodisering gi muligheter for en økt minstevannføring i perioder med mye ferdsel, mens vannføringen kan reduseres i perioder med lite ferdsel. Dette vil være mer målrettet enn den vanlige periodiseringen i sommer- og vintervannføring.
- For mange regulerte vassdrag vil slukeevnen til inntaket ha like stor betydning for vannføringen på den berørte elvestrekningen som et krav til minstevannføring. Krav til minstevannføring må derfor alltid sees i sammenheng med slukeevne. Krav om maksimal slukeevne kan for enkelte vassdrag være like egnet virkemiddel som pålegg om minstevannføring, når målet er at vannføringen i det regulerte vassdraget skal gjenspeile de naturlige variasjonene i vassdraget.

Forslag til oppfølgende undersøkelser

- I prosjekter hvor det er spørsmål om utbygging av vassdrag som har stor betydning for landskapsopplevelse, friluftsliv eller reiseliv, bør det utvikles kriterier for når det er rimelig å pålegge utbygger/tiltakshaver krav om å dokumentere landskapsvirkningene av endret vannføring.
- Gjennomgang av konsesjonssøknadene for et utvalg småkraftverk (Simensen, 2010) viste at presisjonsnivået for beskrivelse av forventede landskapsvirkninger av et planlagt småkraftverk gjennomgående var svært lavt. Konsesjonsmyndighetene i vassdrags saker bør vurdere behovet for en enkel veileder for dokumentasjon av landskapsvirkninger av vannføringsendringer i en konsesjonssøknad.
- Andre forhold enn de rent visuelle (som fanges opp av et fotografi) kan også ha stor betydning for opplevelsen av et vassdrag. Dette kan være lyd, vannhastighet/vannmassenes bevegelser og fordelingen av fossesprøyt langs vassdraget. Undersøkelsen som er gjennomført i denne rapporten kan enkelt gjennomføres ved bruk av videokamera med lydopptaker. Resultatet kan da presenteres på en nettside eller i form av en DVD.
- Det er mulig å gjennomføre spørreundersøkelser om hvordan menigmann opplever vannføringsendringer og når vassdragene mister sin verdi som landskapselementer. Dette kan gjøres i enkeltsaker (for eksempel ved større utbygginger) eller ved et utvalg av vassdrag for å utvikle generell kunnskap om temaet. Bildene som er benyttet i denne undersøkelsen kan enkelt tilrettelegges for en slik spørreundersøkelse.
- Et ønske om økt minstevannføring vil normalt ha betydning for kraftverkets produksjon og økonomi. Det kan gjennomføres et FoU-prosjekt der målet er å undersøke sammenhengen mellom vannføring, produksjon og prosjektøkonomi. Dette kan gjøres ved å undersøke disse variablene systematisk for et utvalg vannkraftprosjekter. Dette vil gi et bedre grunnlag for anbefalinger om fastsetting av krav til minstevannføring som ivaretar hensynet til miljø, produksjon og økonomi.
- Metoden som er vist i rapporten kan enkelt brukes for å dokumentere visuelle virkninger av vannstandsendringer i reguleringsmagasiner. Dette kan være nyttig der fastsettelse av manøvreringsreglement skal ta hensyn til friluftsliv, reiseliv og/eller landskapshensyn. Tidsserier med fotografier som viser vannstand i et reguleringsmagasin, er høyaktuelt i forbindelse med revisjon av konsesjonsvilkår. Det er derfor ønskelig å gjennomføre fotografering av et utvalg større reguleringsmagasiner hvor det er aktuelt å revidere konsesjonsvilkårene.

- Undersøkelsen har vist at mikrotopografien (den detaljerte utformingen av elveløpet) har avgjørende betydning for hvordan en foss eller et stryk ser ut. Dette gir også store muligheter til å påvirke det visuelle inntrykket av vassdraget med enkle fysiske tiltak. Slike tiltak kan sammenliknes med effekten av en sparedusj, der vassdraget manipuleres for å konsentrere vannet i et smalere løp, spre vannet utover et større areal, lage ”hindre” i vannveien som gir mer fossesprøyt og liknende. Eksempel på tiltak kan være utsetting av storsteiner i den naturlige terskelen som gir opphavet til en foss, utlegging av store trestokker, bygging av enkle konstruksjoner eller nedsprenning av en kile-/v-form i fosseterskelen. Slike enkle tiltak kan gi en frapperende visuell effekt til en lav kostnad. Fysiske tiltak som gir fossesprøyt ved lav vannføring, kan muligens også ha en tilleggs effekt ved å bidra til å ivareta mose- og lavflora som er avhengig av jevn tilførsel av fossesprøyt. Slik sett kan tiltakene ha en positiv effekt for det biologiske mangfoldet.
- Effekten av denne type tiltak kan testes ut i et FoU-prosjekt, gjerne i et regulert vassdrag hvor det er mulig å kontrollere vannføringen⁶. Dette kan gjøres ved å lage et enkelt fundament på hver side av den naturlige terskelen øverst i en foss. Ved å montere ulike profiler mellom fundamentene kan en studere de visuelle effektene av å spre vannet, samle vannet, skape fossesprøyt osv. Forsøkene bør filmes og evalueres i etterkant.
- Metoden med systematisk fotografering, vannføringsmåling i vassdraget, behandling av vannføringsdata, kobling mellom vannføringsdata og bilder og analyser via for eksempel en rutenettmodell kan videreutvikles. Det er mulig å utvikle programvare som gjør det enkelt å gjennomføre slike prosjekter. Dataverktøy kan gjøre store deler av jobben med å koble vannføringsdata til bilder automatisk. Også ruteanalyser kan gjennomføres automatisk ved hjelp av ny programvare. Utvikling av programvare til dette formålet kan for eksempel være utgangspunkt for en studentoppgave ved en høgskole eller et universitet.

⁶ Et aktuelt vassdrag er Vigda i Sør-Trøndelag, der det ligger flere fosser og stryk nedenfor utløpet av kraftstasjonen. Her er det mulig å kontrollere vannføringen uten produksjonstap

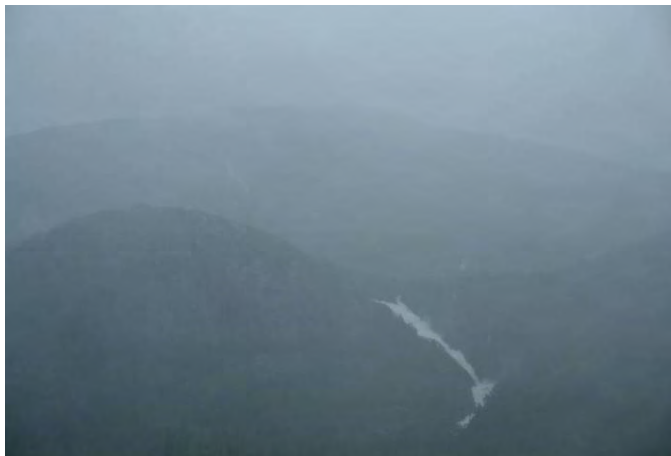
6. Referanser

- Beisel, R. H. (2006). *International waterfall classification system*. Denver, USA: Outskirts Press Inc.
- Björck, M. & Vistad, O. I. (2009). *Småkraftverk - interesser og muligheter: en fokusgruppestudie med vekt på nærings- og miljøaktører*. Oslo og Lillehammer: NINA.
- BKK Produksjon AS. (2008). *Tverrgjuvlo kraftverk. Søknad om konsesjon*. Bergen: BKK Produksjon AS.
- Erikstad, L., Halvorsen, R., Thorsnes, T., Andersen, T., Blom, H., Elvebakk, A. et al. (2009). *Inndeling på landskapsnivå. Naturtyper i Norge. Bakgrunnsdokument 13: 1-28*. Artsdatabanken.
- HelgelandsKraft AS. (2007). *Øvre Forsland kraftverk, konsesjonssøknad og konsekvensutredning - Hovedrapport*. Mosjøen: HelgelandsKraft AS.
- Herand Kraft AS. (2010). *Søknad om konsesjon for bygging av kraftverk i Storelvivassdraget, Jondal kommune, Hordaland fylke*. Herand Kraft AS.
- Hiller, P. H. (2010). *Flow and appearance of waterfalls - developing methods for determining the visual effects of flow changes in relation to hydropower development*. Zürich: NTNU Trondheim, ETH Zürich.
- Istad Kraft AS. (2009). *Søknad om konsesjon for bygging av Malme og Røshol kraftverk*. Molde: Istad Kraft AS.
- Nord-Norsk Småkraft AS. (2009). *Femtevasselva kraftverk, Hamarøy kommune, Nordland fylke - søknad om konsesjon*. Fauske: Nord-Norsk Småkraft AS.
- Nord-Salten Kraftlag AL. (2009). *Søknad om tillatelse til å bygge Musken kraftverk*. Nord-Salten Kraftlag AL.
- NVE. (1998). *Konsesjonsbehandling av vannkraftsaker. Veileder i utforming av meldinger, konsekvensutredninger og konsesjonssøknader*. Oslo: NVE.
- NVE. (1998). *Vassdragshåndboka*. Oslo: Tapir forlag.
- Plumb, G. A. (1993). A scale for comparing the visual magnitude of waterfalls. *Earth-Science Reviews* 34, ss. 261-270.
- Puschmann, O. (2005). *Nasjonalt referansesystem for landskap, beskrivelse av Norges 45 landskapsregioner*. Ås: NIJOS, Norsk institutt for jord- og skogkartlegging.
- Saltveit, S. J. (2006). *Økologiske forhold i vassdrag - konsekvenser av vannføringsendringer*. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Simensen, T. (2010). Sumvirkninger for landskap. I: G. Frilund, *Etterundersøkelser ved små kraftverk. Rapport 2/2010 Miljøbasert vannføring*. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Øy, T. G. (2007). *Småkraftverk - konflikter ved utnyttelse av vakre fosser. Prosjektoppgave i vassdragsteknikk*. Trondheim: NTNU.

Vedlegg 1

Vannføringsbilder

Forslandselva



Figur 1 12.09.2006 08:37, $Q = \text{ca. } 30 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{0,2} = \text{ca. } Q_{0,1\text{sommer}}$



Figur 2 16.06.2006 07:41, $Q = 20,42 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_1 = \text{ca. } Q_{1\text{sommer}}$



Figur 3 09.06.2006 19:41, $Q = 15,09 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_3 = \text{ca. } Q_{4\text{sommer}}$



Figur 4 10.06.2006 07:41, $Q = 10,00 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_9 = \text{ca. } Q_{12\text{sommer}}$

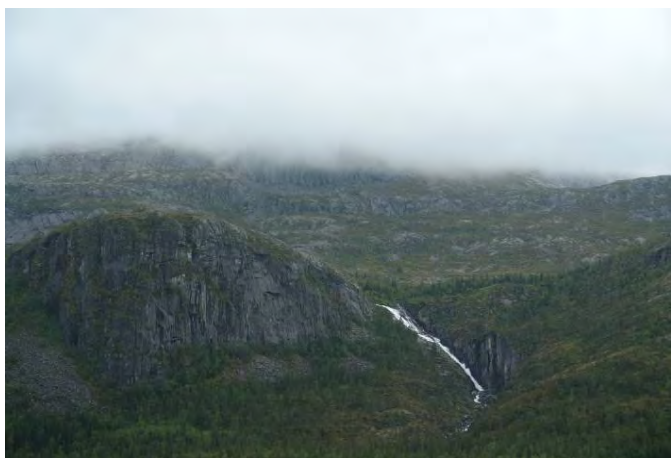
Forslandselva



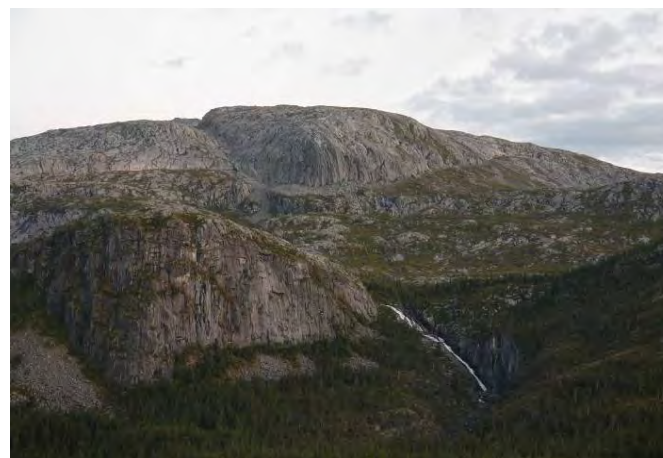
Figur 5 05.06.2006 07:41, $Q = 7,62 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{15} = \text{ca. } Q_{23\text{sommer}}$



Figur 6 02.06.2006 07:41, $Q = 5,04 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{27} = \text{ca. } Q_{43\text{sommer}}$



Figur 7 05.09.2006 14:36, $Q = 3,84 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{33} = \text{ca. } Q_{52\text{sommer}}$



Figur 8 02.09.2006 20:36, $Q = 1,83 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{52} = \text{ca. } Q_{77\text{sommer}}$

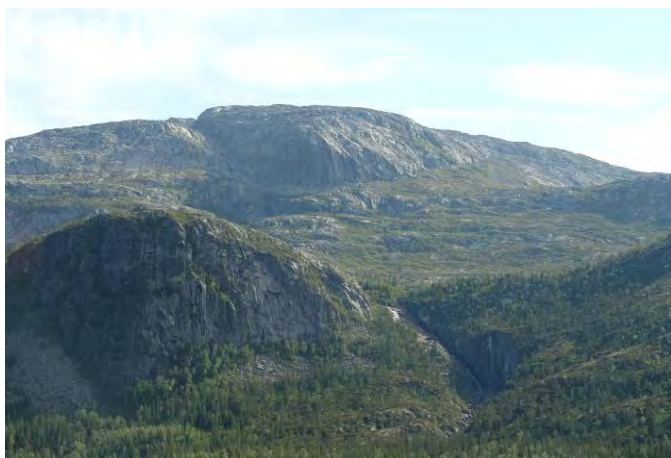
Forslandselva



Figur 9 03.09.2006 14:36, $Q = 1,21 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{64} = \text{ca. } Q_{88\text{sommer}}$



Figur 10 18.08.2006 20:35, $Q = 0,65 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{80} = \text{ca. } Q_{96\text{sommer}}$

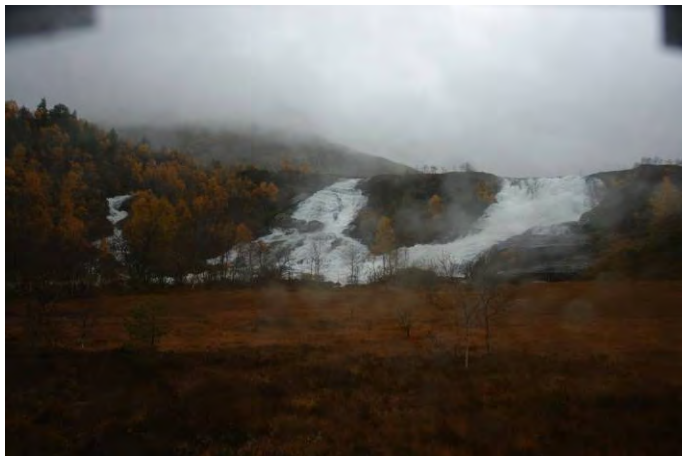


Figur 11 25.08.2006 14:36, $Q = 0,29 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{94} = \text{ca. } Q_{99\text{sommer}}$



Figur 12 29.08.2006 14:36, $Q = 0,22 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{96} = \text{ca. } Q_{100\text{sommer}}$

Herand: Fondastølsfossen



Figur 13 13.10.2008 15:56, $Q = 13,24 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_1 = \text{ca. } Q_{2\text{sommer}}$



Figur 14 12.10.2008 15:56, $Q = 9,42 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_4 = \text{ca. } Q_{8\text{sommer}}$



Figur 15 11.10.2008 15:56, $Q = 7,55 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_9 = \text{ca. } Q_{16\text{sommer}}$



Figur 16 09.10.2008 11:56, $Q = 4,96 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{19} = \text{ca. } Q_{34\text{sommer}}$

Herand: Fondastølsfossen



Figur 17 06.10.2008 11:57, $Q = 2,86 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{35} = \text{ca. } Q_{59\text{sommer}}$



Figur 18 07.10.2008 11:57, $Q = 1,94 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{45} = \text{ca. } Q_{72\text{sommer}}$



Figur 19 02.12.2008 11:56, $Q = 1,49 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{51} = \text{ca. } Q_{80\text{sommer}}$



Figur 20 03.10.2008 11:57, $Q = 1,04 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{59} = \text{ca. } Q_{89\text{sommer}}$

Herand: Fodnastølsfossen



Figur 21 12.09.2008 19:57, $Q = 0,77 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{69} = \text{ca. } Q_{93\text{sommer}}$



Figur 22 15.09.2008 11:57, $Q = 0,51 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{80} = \text{ca. } Q_{96\text{sommer}}$



Figur 23 11.12.2008 11:56, $Q = 0,40 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{84} = \text{ca. } Q_{98\text{sommer}}$



Figur 24 22.09.2008 15:57, $Q = 0,40 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{84} = \text{ca. } Q_{98\text{sommer}}$

Herand: Fodnastølsfossen



Figur 25 27.09.2008 11:57, $Q = 0,30 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{89} = \text{ca. } Q_{99\text{sommer}}$

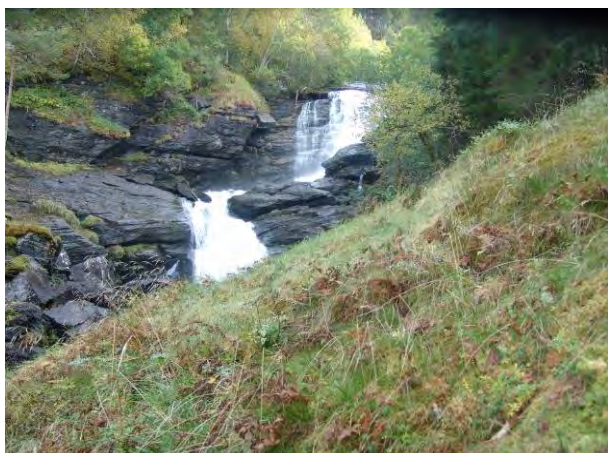
Herand: Kalvafossen



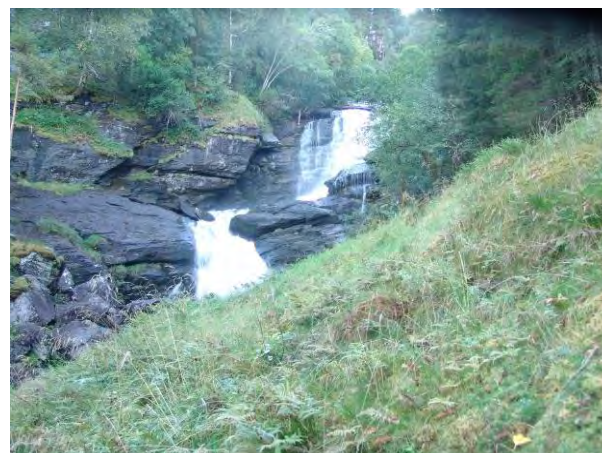
Figur 26 07.10.2008 15:43, $Q = 2,12 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{45} = \text{ca. } Q_{72\text{sommer}}$



Figur 27 05.10.2008 15:43, $Q = 1,78 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{51} = \text{ca. } Q_{80\text{sommer}}$



Figur 28 03.10.2008 11:43, $Q = 1,20 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{59} = \text{ca. } Q_{89\text{sommer}}$



Figur 29 12.09.2008 20:43, $Q = 0,89 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{69} = \text{ca. } Q_{93\text{sommer}}$

Herand: Kalvafossen



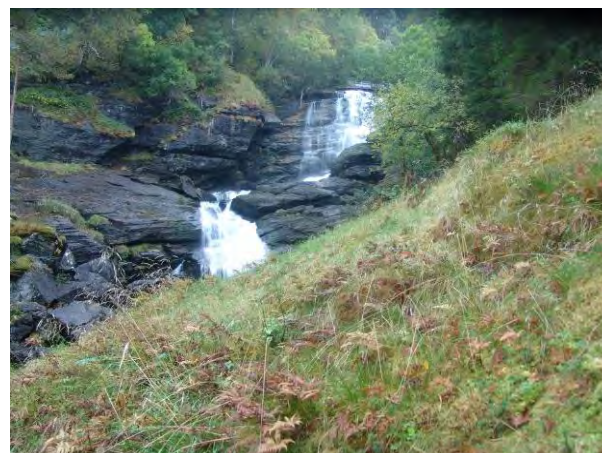
Figur 30 15.09.2008 11:43, $Q = 0,59 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{80} = \text{ca. } Q_{96\text{sommer}}$



Figur 31 22.09.2008 15:43, $Q = 0,46 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{84} = \text{ca. } Q_{98\text{sommer}}$



Figur 32 18.09.2008 15:43, $Q = 0,39 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{87} = \text{ca. } Q_{99\text{sommer}}$



Figur 33 27.09.2008 11:43, $Q = 0,35 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{89} = \text{ca. } Q_{99\text{sommer}}$

Femtevasselva



Figur 34 26.08.2007 06:04, $Q = 5,0 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{14} = \text{ca. } Q_{25\text{sommer}}$



Figur 35 25.08.2007 14:04, $Q = 2,5 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{32} = \text{ca. } Q_{51\text{sommer}}$

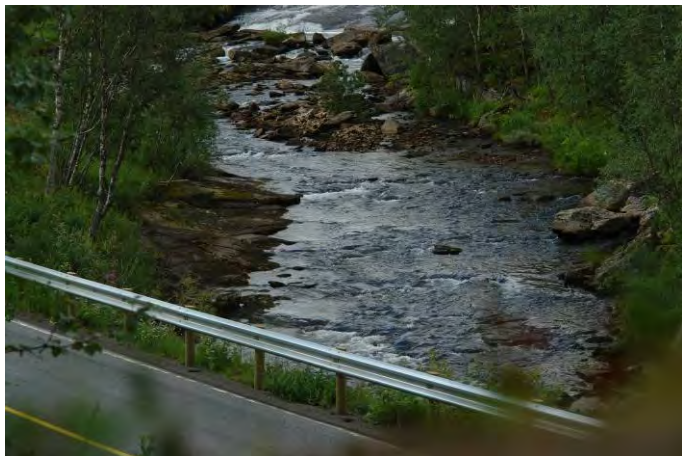


Figur 36 07.07.2007 10:04, $Q = 2,0 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{38} = \text{ca. } Q_{59\text{sommer}}$



Figur 37 12.07.2007 10:04, $Q = 1,5 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{47} = \text{ca. } Q_{70\text{sommer}}$

Femtevasselva



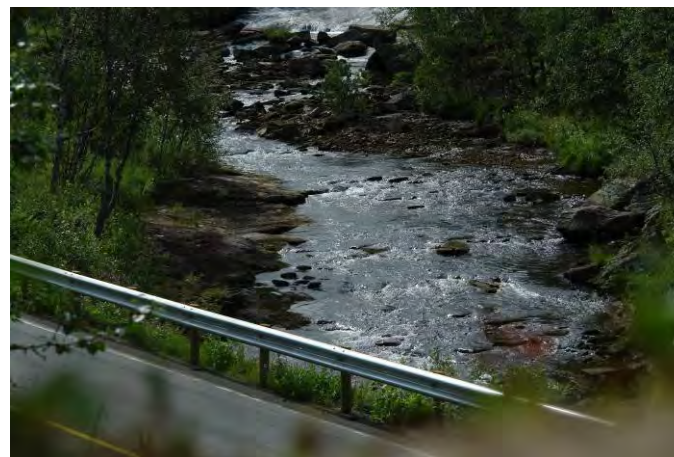
Figur 38 05.07.2007 10:04, $Q = 1,0 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{63} = \text{ca. } Q_{83\text{sommer}}$



Figur 39 23.07.2007 10:04, $Q = 0,8 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{72} = \text{ca. } Q_{88\text{sommer}}$



Figur 40 22.07.2007 14:04, $Q = 0,8 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{72} = \text{ca. } Q_{88\text{sommer}}$



Figur 41 31.07.2007 14:04, $Q = 0,6 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{82} = \text{ca. } Q_{93\text{sommer}}$

Malmeelva: Litj- og Storfossen fra Bjølstad camping



Figur 42 24.06.2008, $Q = 9 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{0,5} = \text{ca. } Q_{0,2\text{sommer}}$



Figur 43 17.07.2008, $Q = 0,8 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{76} = \text{ca. } Q_{62\text{sommer}}$



Figur 44 30.06.2008, $Q = 0,64 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{80} = \text{ca. } Q_{72\text{sommer}}$



Figur 45 10.07.2008, $Q = 0,14 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{99} = \text{ca. } Q_{97\text{sommer}}$

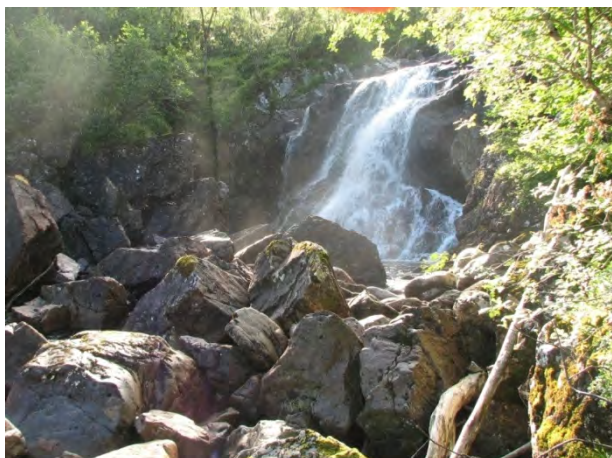
Malmeelva: Litjfossen



Figur 46 24.06.2008, $Q = 9 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{0,5} = \text{ca. } Q_{0,2\text{sommer}}$



Figur 47 26.06.2008, $Q = 1,61 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{35} = \text{ca. } Q_{23\text{sommer}}$



Figur 48 24.07.2008, $Q = 0,14 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{99} = \text{ca. } Q_{97\text{sommer}}$



Figur 49 28.07.2008, $Q = 0,07 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{100} = \text{ca. } Q_{100\text{sommer}}$

Malmeelva: Strekning nedstrøms Litjfossen



Figur 50 24.06.2008, $Q = 9 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{0,5} = \text{ca. } Q_{0,2\text{sommer}}$



Figur 51 26.06.2008, $Q = 1,61 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{35} = \text{ca. } Q_{23\text{sommer}}$

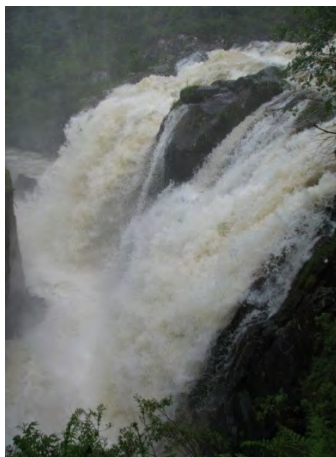


Figur 52 24.07.2008, $Q = 0,14 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{99} = \text{ca. } Q_{97\text{sommer}}$

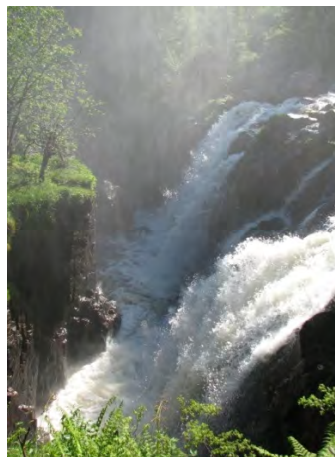


Figur 53 28.07.2008, $Q = 0,07 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{100} = \text{ca. } Q_{100\text{sommer}}$

Malmeelva: Storfossen



Figur 54 24.06.2008, $Q = 9 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{0,5} = \text{ca. } Q_{0,2\text{sommer}}$



Figur 55 26.06.2008, $Q = 1,61 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{35} = \text{ca. } Q_{23\text{sommer}}$



Figur 56 30.06.2008, $Q = 0,64 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{80} = \text{ca. } Q_{72\text{sommer}}$



Figur 57 24.07.2008, $Q = 0,14 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{99} = \text{ca. } Q_{97\text{sommer}}$



Figur 58 24.07.2008, $Q = 0,14 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{99} = \text{ca. } Q_{97\text{sommer}}$

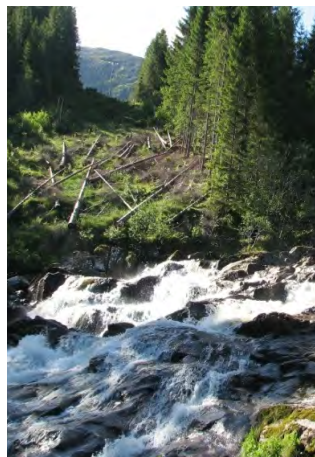


Figur 59 28.07.2008, $Q = 0,07 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{100} = \text{ca. } Q_{100\text{sommer}}$

Malmeelva: Nederste del av Storfossen, ved kraftledningen



Figur 60 24.06.2008, $Q = 9 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{0,5} = \text{ca. } Q_{0,2\text{sommer}}$



Figur 61 26.06.2008, $Q = 1,61 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{35} = \text{ca. } Q_{23\text{sommer}}$



Figur 62 30.06.2008, $Q = 0,64 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{80} = \text{ca. } Q_{72\text{sommer}}$

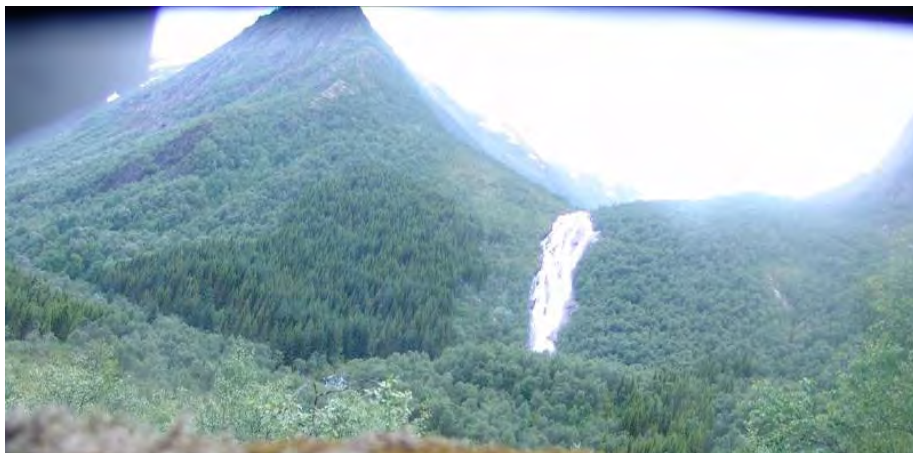


Figur 63 24.07.2008, $Q = 0,14 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{99} = \text{ca. } Q_{97\text{sommer}}$



Figur 64 28.07.2008, $Q = 0,07 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{100} = \text{ca. } Q_{100\text{sommer}}$

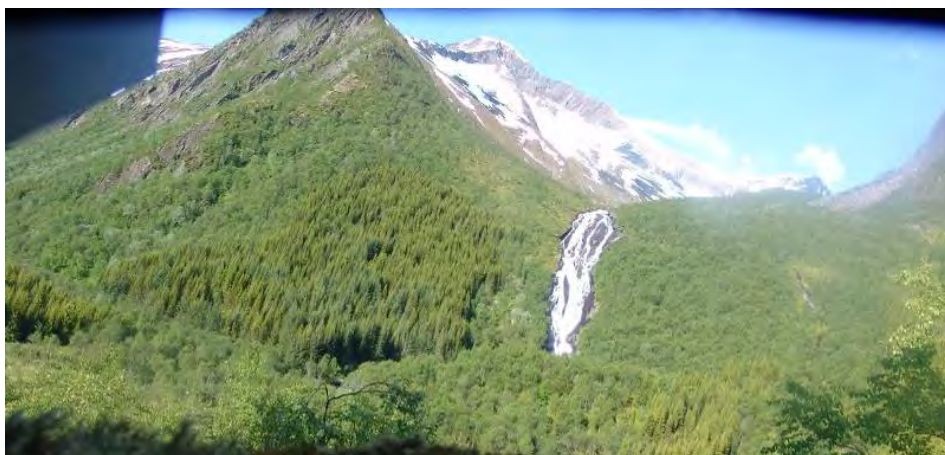
Musken



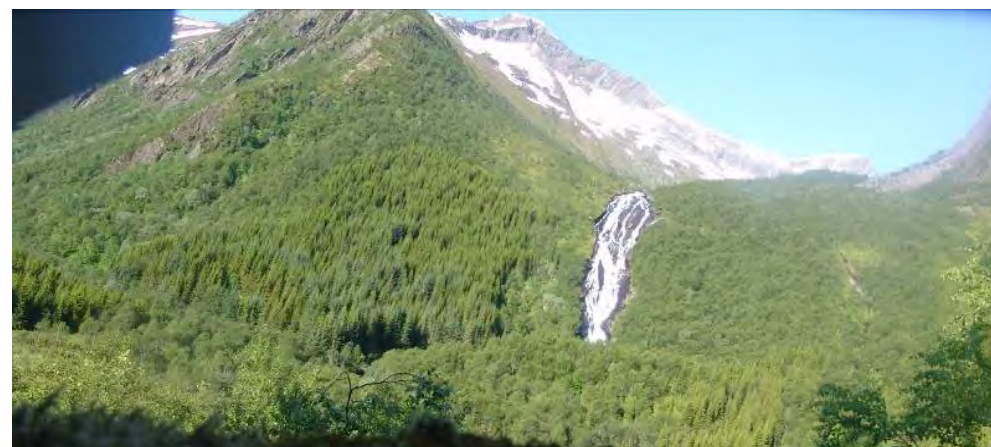
Figur 65 28.06.2009, $Q = 2,1 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{14} = \text{ca. } Q_{22\text{sommer}}$



Figur 66 27.06.2009, $Q = 1,8 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{17} = \text{ca. } Q_{29\text{sommer}}$



Figur 67 16.06.2009, $Q = 1,5 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{22} = \text{ca. } Q_{37\text{sommer}}$

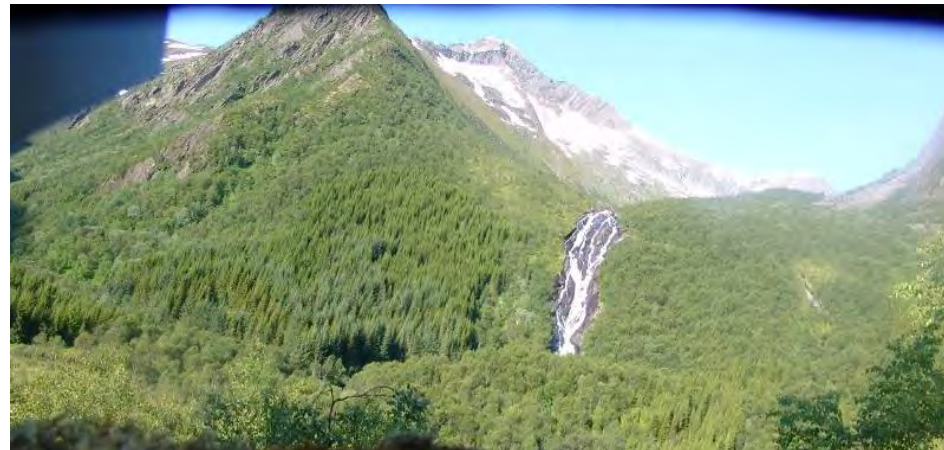


Figur 68 30.06.2009, $Q = 1,3 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{26} = \text{ca. } Q_{43\text{sommer}}$

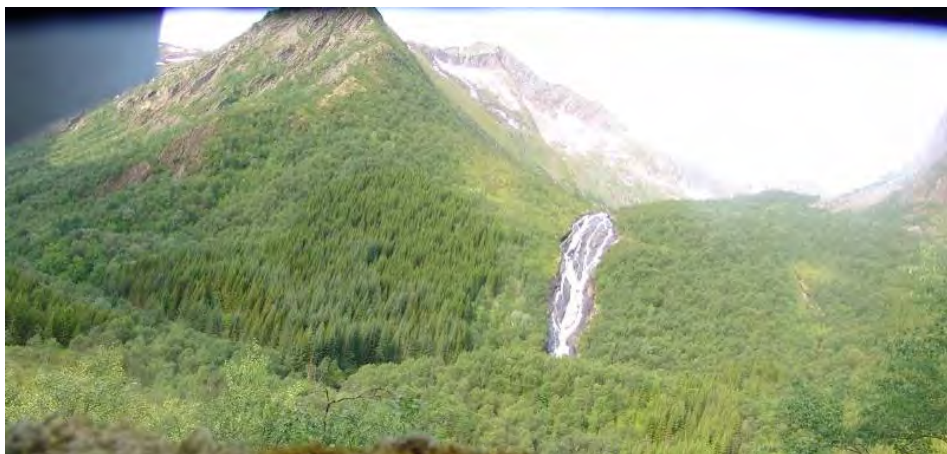
Musken



Figur 69 12.07.2009, $Q = 1,0 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{33} = \text{ca. } Q_{52\text{sommer}}$



Figur 70 09.07.2009, $Q = 0,8 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{39} = \text{ca. } Q_{60\text{sommer}}$



Figur 71 24.07.2009, $Q = 0,7 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{44} = \text{ca. } Q_{66\text{sommer}}$



Figur 72 28.07.2009, $Q = 0,6 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{49} = \text{ca. } Q_{73\text{sommer}}$

Musken

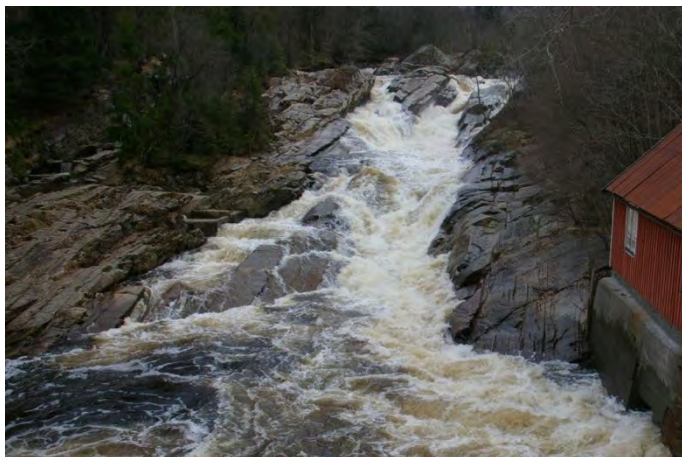


Figur 73 31.07.2009, $Q = 0,5 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{56} = \text{ca. } Q_{80\text{sommer}}$

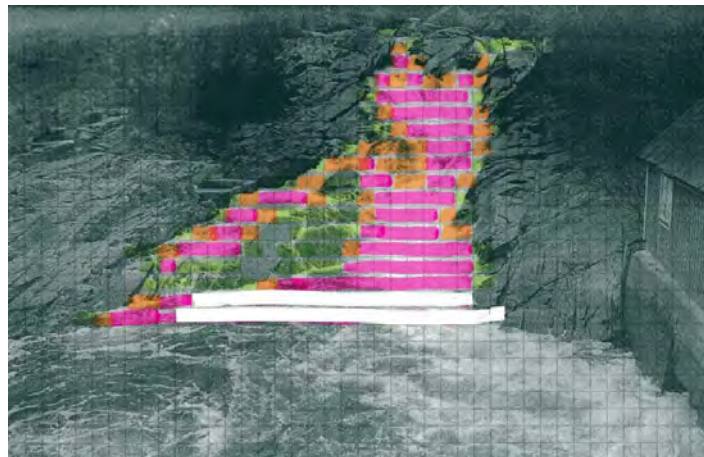


Figur 74 21.08.2009, $Q = 0,3 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{78} = \text{ca. } Q_{87\text{sommer}}$

Ingdalen



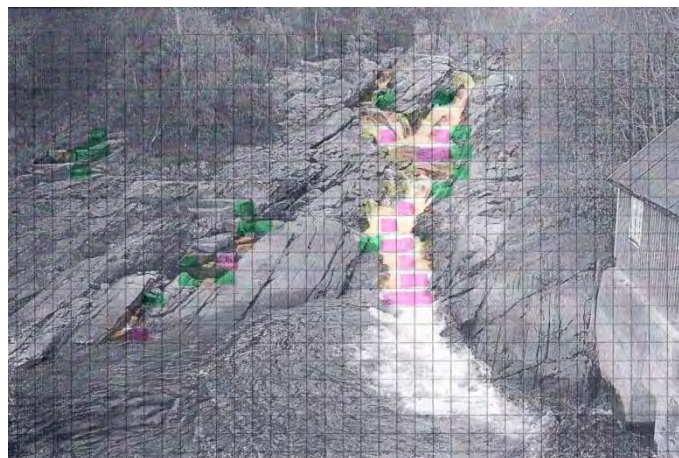
Figur 75 26.04.2009 17:55, $Q = 18,06 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_1$



Figur 76 26.04.2009 17:55, $A = 146 \text{ ruter}$



Figur 77 16.05.2009 5:55, $Q = 2,57 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{30}$

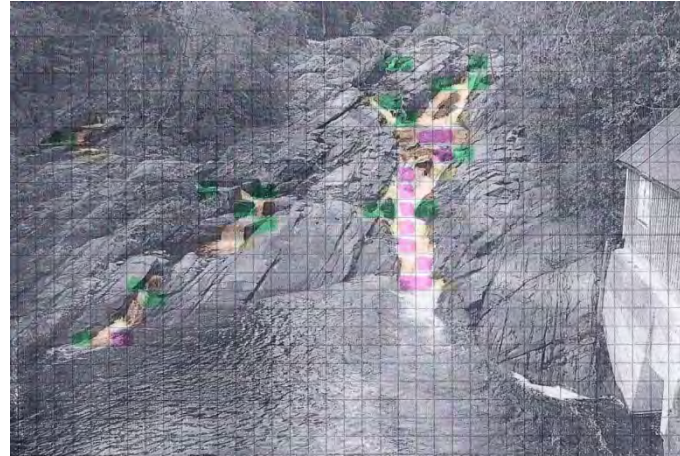


Figur 78 16.05.2009 5:55, $A = 44,25 \text{ ruter}$

Ingdalen



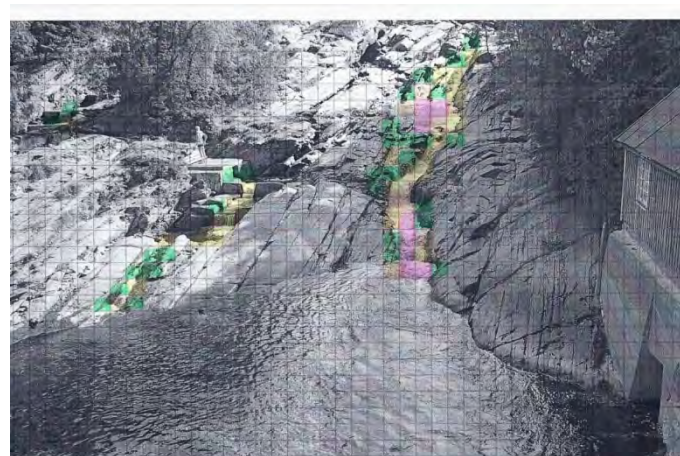
Figur 79 23.06.2009 7:54, $Q = 1,44 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{45}$



Figur 80 23.06.2009 7:54, $A = 40,75 \text{ ruter}$



Figur 81 27.06.2009 17:54, $Q = 1,01 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{53}$

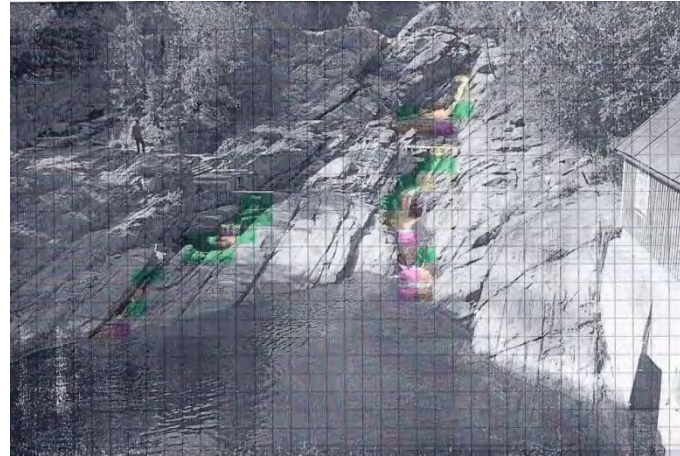


Figur 82 27.06.2009 17:54, $A = 34,5 \text{ ruter}$

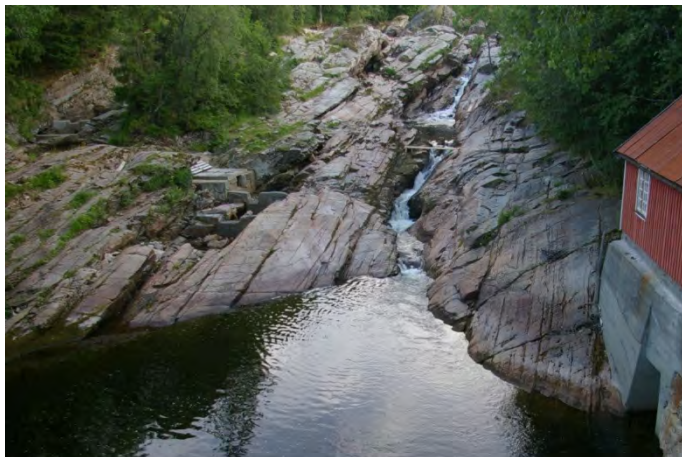
Ingdalen



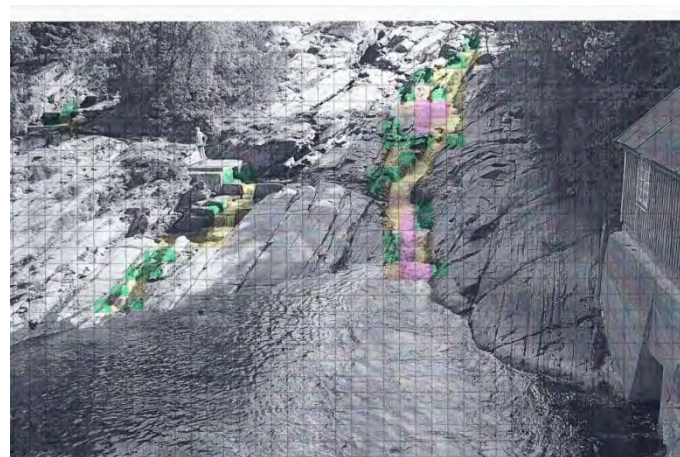
Figur 83 04.07.2009 10:54, $Q = 0,50 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{74}$



Figur 84 04.07.2009 10:54, $A = 21,25 \text{ ruter}$



Figur 85 18.07.2009 20:54, $Q = 0,25 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{90}$

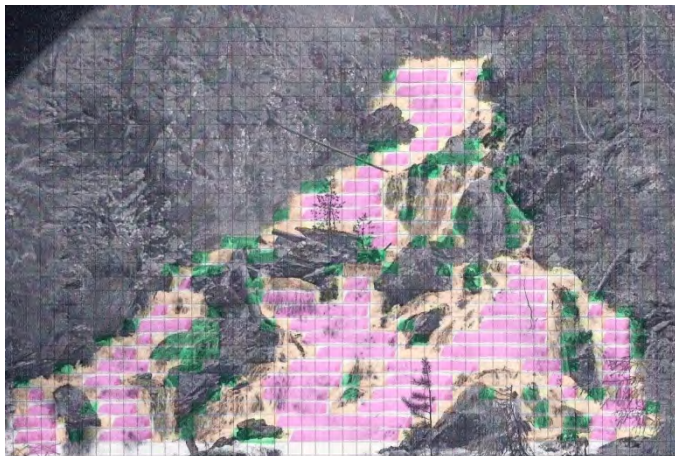


Figur 86 18.07.2009 20:54, $A = 13 \text{ ruter}$

Hokfossen



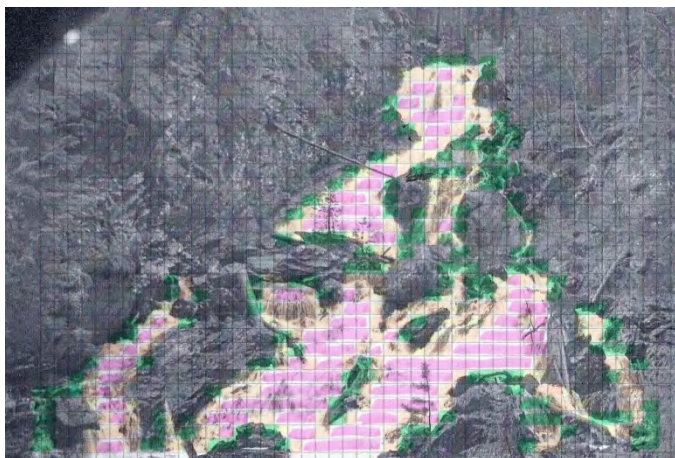
Figur 87 16.10.2009 15:10, $Q = 0,531 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{12}$



Figur 88 16.10.2009 15:10, $A = 446 \text{ ruter}$



Figur 89 18.10.2009 08:10, $Q = 0,224 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{28}$

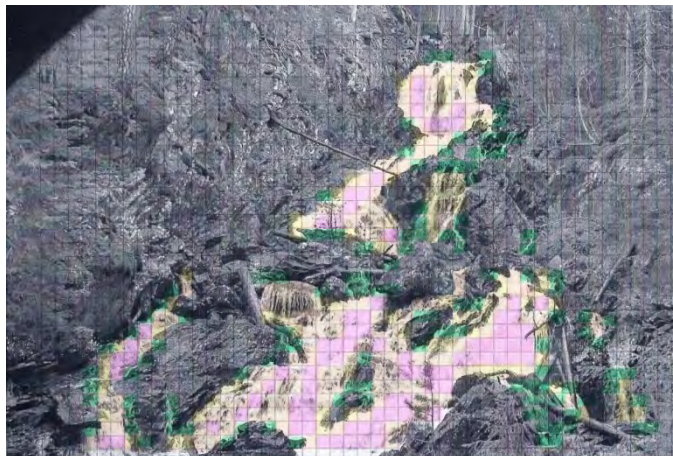


Figur 90 18.10.2009 08:10, $A = 335,5 \text{ ruter}$

Hokfossen



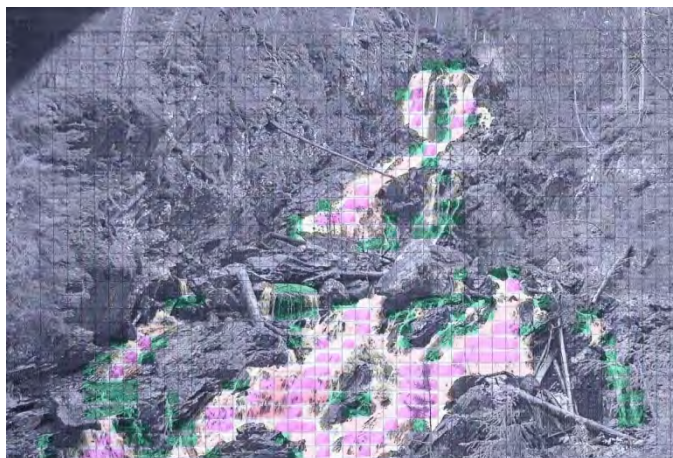
Figur 91 19.10.2009 14:10, $Q = 0,153 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{38}$



Figur 92 19.10.2009 14:10, $A = 259 \text{ ruter}$



Figur 93 15.10.2009 13:10, $Q = 0,104 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{49}$

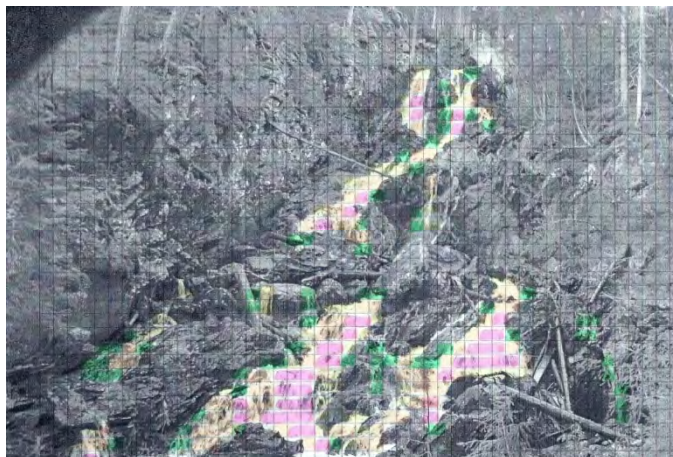


Figur 94 15.10.2009 13:10, $A = 211 \text{ ruter}$

Hokfossen



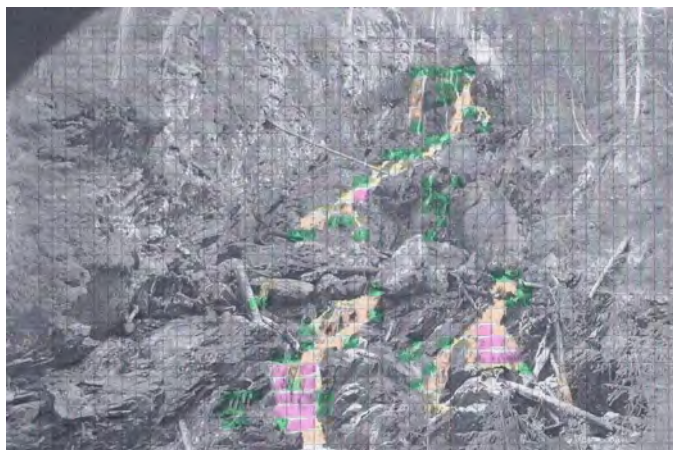
Figur 95 23.10.2009 08:10, $Q = 0,066 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{65}$



Figur 96 23.10.2009 08:10, $A = 144,75 \text{ ruter}$



Figur 97 09.11.2009 11:09, $Q = 0,022 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{93}$

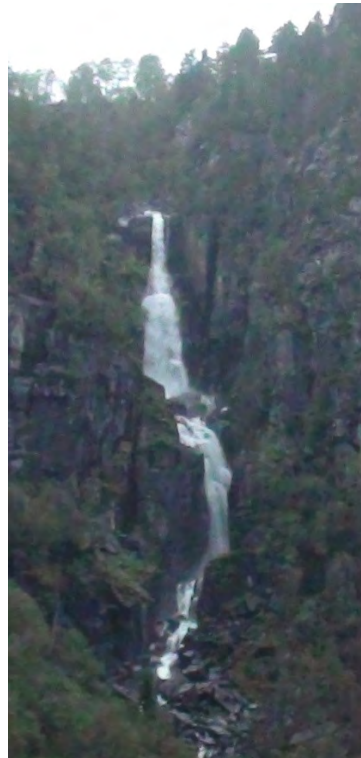


Figur 98 09.11.2009 11:09, $A = 74,75 \text{ ruter}$

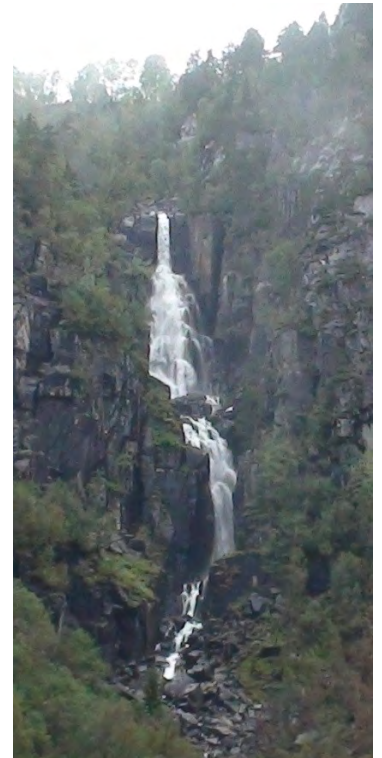
Tverrgjuvlo



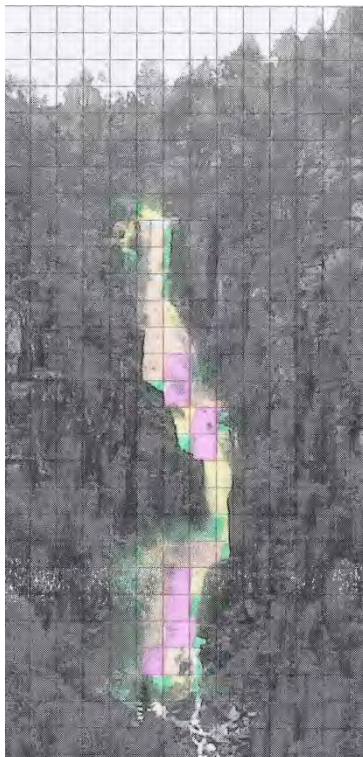
Figur 99 09.09.2009 16:31,
 $Q = \text{ca. } 7,076 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_0$



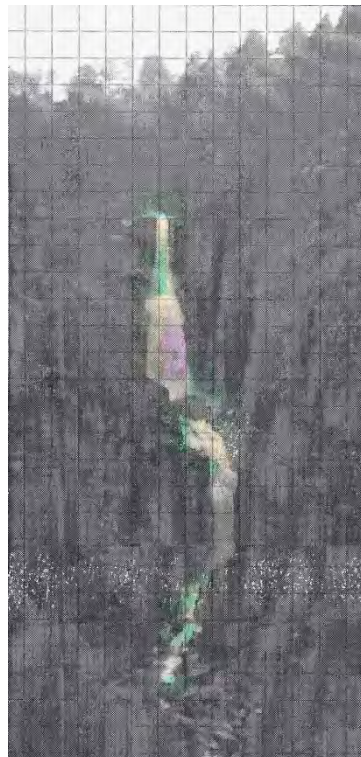
Figur 100 12.09.2009 19:01,
 $Q = 0,919 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{15}$



Figur 101 11.09.2009 09:31,
 $Q = 0,519 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{30}$



Figur 102 09.09.2009 16:31,
 $A = 31 \text{ ruter}$

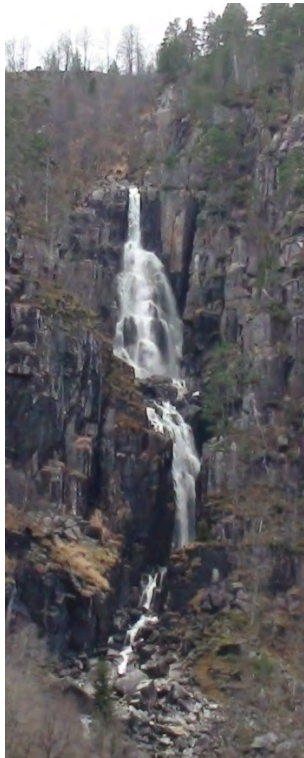


Figur 103 12.09.2009 19:01,
 $A = 16,5 \text{ ruter}$

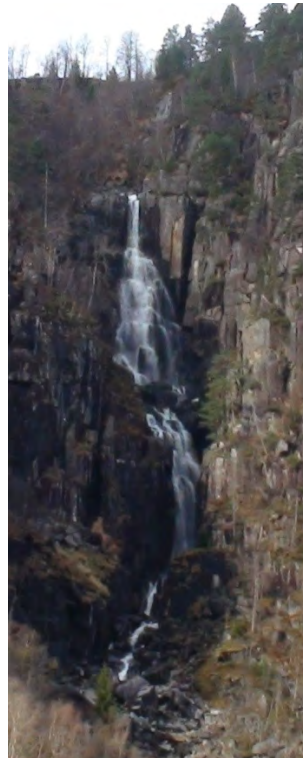


Figur 104 11.09.2009 09:31,
 $A = 16,75 \text{ ruter}$

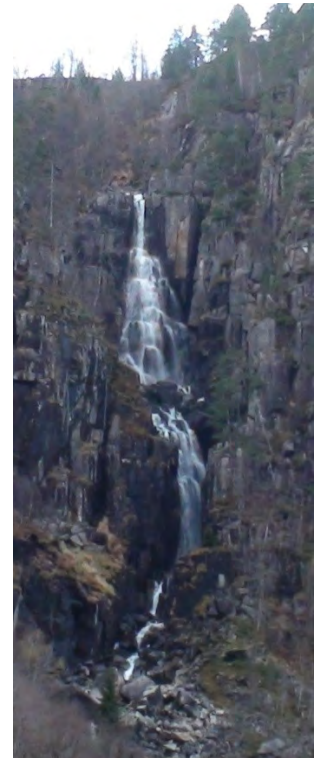
Tverrgjuvlo



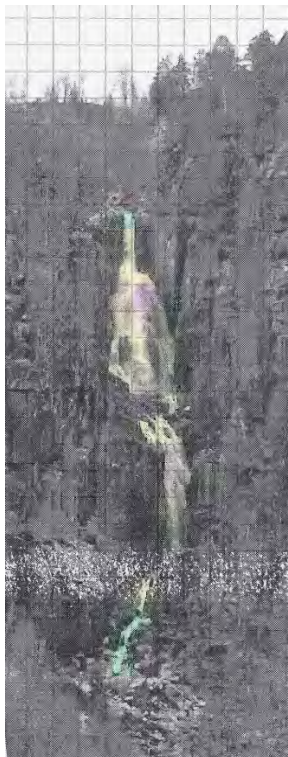
Figur 105 04.11.2009 08:56,
 $Q = 0,293 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{50}$



Figur 106 24.10.2009 11:26,
 $Q = 0,242 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{56}$



Figur 107 24.09.2009 15:56,
 $Q = 0,210 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{60}$



Figur 108 04.11.2009 08:56,
 $A = 13,25 \text{ ruter}$

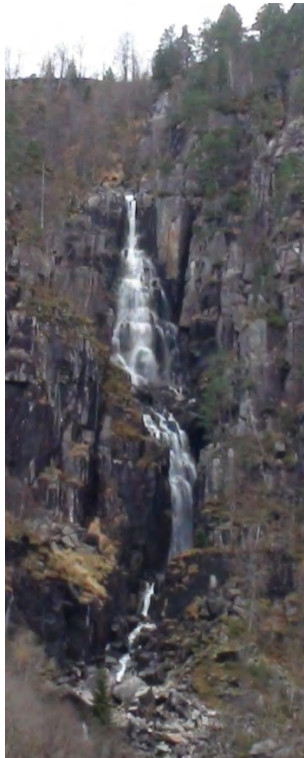


Figur 109 24.10.2009 11:26,
 $A = 11,5 \text{ ruter}$

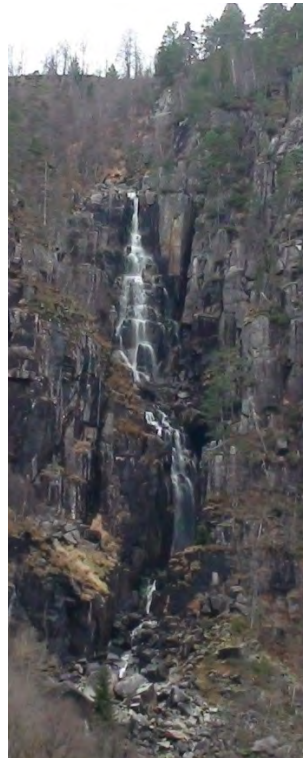


Figur 110 24.09.2009 15:56,
 $A = 10,75 \text{ ruter}$

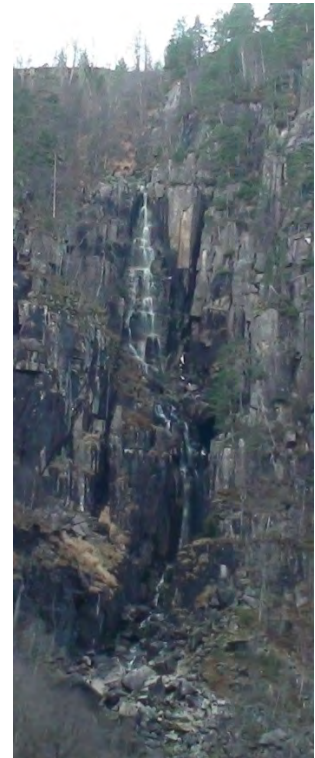
Tverrgjuvlo



Figur 111 23.10.2009 14:26,
 $Q = 0,157 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{69}$



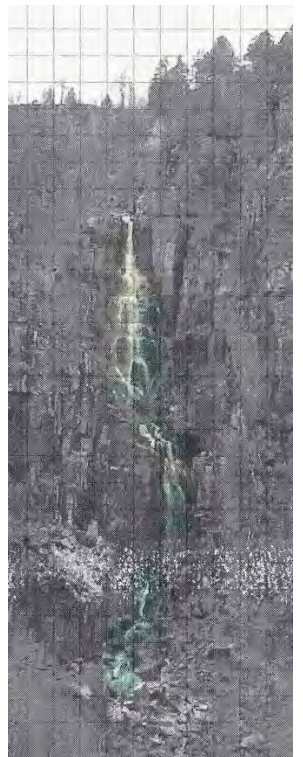
Figur 112 28.10.2009 08:26,
 $Q = 0,070 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{90}$



Figur 113 09.11.2009 08:58,
 $Q = 0,034 \text{ m}^3/\text{s} = \text{ca. } Q_{97}$



Figur 114 23.10.2009 14:26,
 $A = 10,25 \text{ ruter}$



Figur 115 28.10.2009 08:26,
 $A = 8,25 \text{ ruter}$



Figur 116 09.11.2009 08:58,
 $A = 7 \text{ ruter}$

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

Utgitt i rapportserien **Miljøbasert vannføring, fase II**

- Nr. 1-09 Evaluering av ordningen med prøvereglement. Brian Glover, John Brittain, Svein Jakob Saltveit (49 s.)
- Nr. 2-09 Pilotstudie tilsigsstyrt minstevassføring. Knut Alfredsen, Tommi Linnansaari, Atle Harby, Ola Ugedal (41 s.)
- Nr. 3-09 Miljøvirkninger av vannkraft - forslag til undersøkelsesmetodikk. Lars Størset (51 s.)
- Nr. 4-09 Hvor viktig er vatn og vassføring for friluftsliv? Brukerstudier om aktiviteter, opplevelser, holdninger, kraftutbygging og konsesjonsvilkår. Odd Inge Vistad, Joar Vittersø, Oddgeir Andersen, Hogne Øian, Tore Bjerke (84 s.)
- Nr. 5-09 Modeller for simulering av miljøkonsekvenser av vannkraft. Atle Harby (red.) (51 s.)
- Nr. 1-10 Ål og konsekvenser av vannkraftutbygging - en kunnskapsoppsummering. Eva B. Thorstad (red.) (135 s.)
- Nr. 2-10 Etterundersøkelser ved små kraftverk. Sumvirkninger på landskap. Botaniske verdier og småkraft, Bunndyr og småkraft, Konsesjonsfrie mikro- og minikraftverk. Gunn E. Frilund (red.) (113 s.)
- Nr. 3-10 Temperaturforhold i elver og innsjøer. Tiltak for regulering av temperatur. Simuleringsmodeller. Kjetil Vaskinn (89 s.)
- Nr. 1-11 Vassdrag, vannføring og landskap. Trond Simensen, Priska Helene Hiller, Kjetil Vaskinn (55 s.)



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen,
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
Internett: www.nve.no

