

NOTAT

Simulert utfall i Nye Nedre Røssåga kv. – vurdering av effekt av omløpskapasitet på 30 m³/s vs. 15 m³/s.

I brev til NVE av 24. august 2016 anmoder Statkraft om ny vurdering av omløpskapasitet, og skriver: «Med bakgrunn i nye undersøkelser som vist til over, samt tidligere fremlagte fagvurderinger om at virkningene for fisk og bunndyr først og fremst er relatert til vanddekt areal, mener Statkraft det i dag foreligger godt faglig grunnlag for å si at en omløpskapasitet på 15 m³/s vil være tilstrekkelig». Høringsinstansene (elveeierlaget, Hemnes kommune, Fylkesmannen i Nordland og Miljødirektoratet) ga ikke støtte til anmodningen, primært begrunnet med at fremlagt dokumentasjon for endringer i vanddekt areal og effekter av 30 vs. 15 m³/s ikke var tilfredsstillende.

Miljødirektoratet gir i sitt høringssvar en oppsummering som dekker forhold påpekt av de øvrige høringsspartene, og NVE har i sine merknader støttet seg på høringssvaret fra Miljødirektoratet. En samlet vurdering går ut på at eventuelle negative effekter av å redusere kapasiteten på omløpsventilen må dokumenteres og ikke baseres på visuelle bedømmelser. Basert på høringssvaret fra Miljødirektoratet har vi formulert to punkter som det ønskes oppdatert og grundigere dokumentasjon for:

1. Effektene en eventuelt mindre omløpsventil vil ha på tørrlagt areal i Sjøforsløpet og i elva for øvrig skal måles eksakt. Effekten i og langs forbygningene må også vektlegges.
2. Fysisk innmåling av vannlinje ved et simulert utfall bør utføres, slik at informasjon om senkningshastigheter ikke utelukkende baseres på visuelle bedømminger.

I samråd med NVE utformet Statkraft et testprogram som ble gjennomført 21. november 2016. På grunn av tidspunkt for testen (lav vanntemperatur) vurderte NVE at et utfall fra full drift (165 m³/s) ville være unødig belastende for fisken i elva, og et simulert et utfall fra 90 m³/s ble anbefalt. Testen startet med en dokumentasjon av vanddekt areal ved fotografering av elva med drone når vannføring var 90 m³/s (mellom kl 10-11). Vannføringen, dvs. driftsvannføringen fra Nye Nedre Røssåga kv., ble deretter raskt senket til 15 m³/s for å simulere et utfall i kraftverkene ved at lasten i kraftverket ble redusert fra 220 MW til 20 MW (kl 11.00). Forløp på lastendring fremgår av **figur 1**, og tidspunktet for lastreduksjonen ble tilpasset fjære sjø (kl 11.17 – Mo i Rana) for å unngå effekt av tidevannsstuing i elva. Endring i vannlinje ble samtidig registrert på til sammen 8 punkter på strekningen fra Sjøforsen t.o.m. Midtauren (**figur 2**). Når vannføringen var stabilisert i elva (vurdert ut fra endringsrate i vannstand på målepunktene for vannlinje) ble elva fotografert på nytt med drone. Vel to timer (kl 13.19) etter forrige lastendring ble lasten økt til 56 MW, tilsvarende en vannføring på 30 m³/s. Når ny vannføring var stabilisert, dvs. når ny vannstand var stabilisert på det nederste målepunktet i elva (kl. 14.20), ble elva fotografert med drone.

Testen ble utformet for å beskrive et «worst-case scenario», og ble derfor lagt til et tidspunkt der effekten av tidevann var minimal (jfr. oppstart kl. 11.00 og fjære sjø kl 11.17). Vurderingene på bakgrunn av resultatene fra testen er utført basert på forutsetningen om at Statkraft starter slipp av vann fra Fallfossen

Adresse	Telefon	E-post	Konto nr.	Org.nr.
Post boks 127 8411 Lødingen	75 91 64 22 91 10 94 59	Ferskvannsbiologen@online.no www.ferskvannsbiologen .com	4760 1912100	995 224 755

samtidig som omløpsventilen aktiveres. Videre er Statkrafts beregninger og sannsynliggjøring av frekvens på tekniske utfall i kraftverkene lagt til grunn. Det presiseres også at testen er en simulering av vannføringssituasjon som ikke må forveksles med normal minste driftsvannføring, som er 30 m³/s.

Resultater fra simulert utfall

Gjennom den planlagte testen ble det dermed tatt bilder av Røssåga på strekningen fra Sjøforsen til nedstrøms Midtauren ved følgende vannføringer; 15-30-90 m³/s, og i tillegg ble elva fotografert med drone når vannføringen var 165 m³/s. Alt bildemateriale er behandlet i digitale kartverktøy, og basert på en manuell inntegning av vannlinje på hver vannføring er vanddekt areal beregnet (**tabell 1, figur 2**). Denne analysen viser at differansen i vanddekt areal mellom vannføringer på 15 og 30 m³/s utgjorde 6.900 m², dvs. at vanddekt areal ble redusert med 4,4 %.

Miljødirektoratet anbefaler i sitt hørings svar av 24.10 2016 at effekten av tørrlegging i elveforbygningene vektlegges. I denne forbindelse er det viktig å skille mellom de nye forbygningene som er anlagt i Sjøforsløpet og øvrige forbygninger ned langs elva. De nye forbygningene i Sjøforsløpet har en konstruksjon (dvs. bruk av stein- og grusfraksjoner) som tilsier at ungfisk ikke kan oppholde seg inne i forbygningene på samme måte som i forbygningene lengre ned i elva. Konstruksjonen til de eldre forbygningene er i liten grad kjent, og det er vanskelig å vurdere i hvilken grad ungfisk kan strande inne i forbygningene. Vi har forsøkt å dokumentere omfanget av dette problemet ved å benytte bildematerialet som foreligger for vannføring på 15 m³/s sammen med befaringsinformasjon, og kvantifisere i hvor stor grad forbygningsfoten blir tørrlagt. På strekningen fra Breigrunnen og ned til Midtauren finner vi da at om lag 100 m av vel 1000 m elveforbygning på venstre side av elven elveforbygning tørrlegges i en slik grad at selve forbygningsfoten faller tørt (se Figur 7 og 8). Når vannføringen er 30 m³/s tørrlegges om lag 50 m av forbygningsfoten.

Det bør bemerkes at elveforbygningene ved befarings i november 2016 og januar 2017 viste seg å være noe påvirket av høstens restaurering/ombygging av turstien som ligger på forbygningen. En kombinasjon av toppdekket på turstien og grus/veksttorv som ble lagt ut mellom turstien og elva, har etter at Nye Nedre Røssåga kraftverk ble satt i drift blitt vasket ut i elva. I dag er deler av steinmassene og hulrommene i forbygningen dekket/fylt med disse utvaskede massene, noe som påvirker fiskens mulighet til å søke skjul i forbygningene men som samtidig kan være med på å redusere faren for stranding inne i forbygningene.

Tabell 1 Vanddekt areal beregnet ut fra dronemateriale av Røssåga på strekningen fra Sjøforsen til nedstrøms Midtauren på vannføringer mellom 15-165 m³/s.

	15 m ³ /s	30 m ³ /s	90 m ³ /s	165 m ³ /s
Vannføring	15 m ³ /s	30 m ³ /s	90 m ³ /s	165 m ³ /s
Vanddekt areal	151.211 m ²	158.130 m ²	168.427 m ²	173.508 m ²

Senkningshastighet (vannstandsending) ble registrert på åtte punkter i elva samtidig som lasten i kraftverket ble redusert fra 220 til 20 MW, tilsvarende vannføringsreduksjon fra 90 til 15 m³/s. Lastendringen ble gjennomført kl 11.00, og etter 4 minutter ble lastendringen registrert på det øverste målepunktet (P1), ca. 100 m fra utløpstunnelen fra kraftverket (**figur 2 og 3**). Vannstanden ble stabilisert etter 22 min på det samme målepunktet, mens det tok 44 minutter før vannstanden ble stabilisert på det neste målepunktet som ligger 200 m nedstrøms utløpstunnelen (**figur 4**). Begge disse målepunktene ligger ovenfor den kunstige terskelen som er bygget om lag midtveis ned i Sjøforsløpet. På det neste målepunktet (P3), som lå 400 m fra utløpstunnelen og mellom de to kunstige tersklene som er bygget i Sjøforsløpet, ble vannstanden stabilisert etter 62 minutter. På målepunkt 4 og 5 (P4 og P5) stabiliserte vannstanden seg etter hhv. 75 og 80. P4 og P5 ligger begge ovenfor den naturlige terskelen som Breigrunnen utgjør, og har en avstand på hhv. 520 m og 890 m fra utløpstunnelen. P6-8 ligger nedstrøms Breigrunnen, og fra 1,1 til 1,8 km fra utløpstunnelen, og her ble vannstanden stabilisert etter 100-107 minutter. Mot slutten av dette tidsrommet ble P8 og trolig også P7 påvirket av stuvings effekt fra voksende tidevann.

Ved P1 sank vannstanden 72 cm som en effekt av det simulerte utfallet, mens vannstanden sank 53 cm på P2. På P3-6 sank vannstanden 82-85 cm, mens vannstanden sank 68 cm på P8. P7 ble tørrlagt før vannstanden hadde stabilisert seg. Med unntak for P1 varierte senkningshastigheten fra 1,2 og 1,4 cm/min på hhv. P2 og P3 til 0,6 cm/min på P8 (**Figur 5**). På P1 var senkningshastigheten 3,3 cm/min, og var dermed langt høyere enn på øvrige målepunkter. Verdiene på P2-P8 tilsvarte en vannstandsreduksjon fra 82 cm/time til 38 cm/time.

Fiskefaglig vurdering av omløpskapasitet

Det simulerte utfallet i Nye Nedre Røssåga kraftverk viste at vanddekt areal er 4,4 % lavere ved en omløpskapasitet på 15 m³/s enn ved 30 m³/s. Det skal her tas i betraktning at oppmåling av vanddekt areal ved 15 m³/s ble utført når det var fjære sjø, mens oppmåling ved 30 m³/s ble utført om lag tre timer etter fjære sjø. Oppmålingen av vanddekt areal for 30 m³/s var derfor noe påvirket av stuving fra flo sjø, dvs. at den beregnede forskjellen i vanddekt areal mellom 15 og 30 m³/s på 4,4 % ville vært lavere om begge målingene hadde funnet sted ved fjære sjø. De nye beregningene for endring i vanddekt areal viser at tidligere beregninger for reduksjon i vanddekt areal ved 30 vs. 15 m³/s på 10 % har vært for høye (Kanstad-Hanssen mfl. 2015). Dersom vi sammenligner arealer som under «utfalls-testen» var tørrlagt med boniteringskart for samme del av elva (se figur 6), fremgår det også at vurderingen fra Kanstad-Hanssen mfl. (2015) om at 40 % av tørrlagt areal er middels gode til gode leveområder for ungfisk trolig var noe overdrevet. Erfaringene fra utfalls-testen 21. november 2016 er at det reelle tørrfallet av slike oppvekstområder er begrenset til arealene helt inn mot land, og primært i tilknytning til forbygningene.

En gjennomgang av billedokumentasjonen av elva ved ulike vannføring, kombinert med befaring, viser at om lag 10 % av en samlet lengde på forbygningene på strekningen mellom Sjøforsen og Midtauren tørrlegges i en slik grad at også forbygningsfoten faller tørr når vannføringen er 15 m³/s. Det er imidlertid vanskelig å vurdere effekten som endring i vannstand har på fisk som oppholder seg i forbygningene. De nye forbygningene i Sjøforsløpet har en konstruksjon som gjør at de i stor grad fungerer som en naturlig elvebredd, dvs. at det er benyttet geoduk/fiberduk overdekt av naturgrus og sortert grovere steinfraksjon i konstruksjonen, og ungfisk vil dermed ikke strande inne i forbygningen i samme grad som kan være tilfelle når forbygningene er bygget av grove steinmasser. Øvre del av Sjøforsløpet hadde svært høye senkningshastigheter, men vi finner ikke grunn til å fremheve de nylig etablerte forbygningene spesielt som et problemområde for stranding av ungfisk. De eldre forbygningene lengre ned i elva består i vesentlig grad av grov stein, noe som gir store hulrom, som i utgangspunktet kan fange fisk når vannstanden synker. Bruk av fraksjoner varierer imidlertid mye, og i tillegg har beskaffenheten på enkelte strekninger endret seg noe etter at NNR kv. ble satt i drift høsten 2016 (jfr. resultat-avsnittet). Det er ikke mulig å vite hvordan den reelle funksjonen av forbygningene er meter for meter nedover elva, uten nye, grundige undersøkelser. Undersøkelser ved bruk av videokameraer under vann og langs forbygningene har imidlertid vist at det var en netto transport av fisk ut av forbygningene når vannstanden i elva ble redusert gjennom lastendring i kraftverket, eller pga. tidevanns-stuving (Kanstad-Hanssen og Lamberg 2016). De samme undersøkelsene viste også at transporten av fisk ut av forbygningen avtok/oppførte en stund før vannføringen falt ned til 30 m³/s. Dette kan indikere at ungfisken responderer på en vannstandsreduksjon, allerede tidlig i en senkningssyklus. Ser vi på kurvene for endringshastighet under testen 21.11 fremgår det også at vannstanden synker raskest i starten. Sett i lys av at senkningen ned til 15 m³/s tar opp til 1,5 time, eller noe kortere tid om vannføringen skal ned til 30 m³/s, vil en så rask og stor vannstandsreduksjon trolig utløse en flukt og «beredskap» hos ungfisken som kan medvirke til å tømme forbygningene for fisk allerede på vannføringen som er høyere enn både 30 og 15 m³/s. Vi finner det derfor vanskelig å skulle kvantifisere de negative effektene som en økt tørrlegging av forbygningene gir når vannføringen synker fra 30 til 15 m³/s.

Sammenligningen av vanddekt areal for vannføringer på 30 m³/s og 15 m³/s er kun utført på strekningen fra Sjøforsen til nedstrøms Midtauren, og er dermed ikke beskrivende for elva nedenfor denne strekningen. Det er imidlertid langt mer problematisk å utføre en slik sammenligning i den nedre delen av elva på grunn av at påvirkningen fra tidevann i stor grad overskygger vannføringsendringer på kun 15 m³/s (30 vs. 15 m³/s). Basert på tidligere undersøkelser og befaringer langs elva er omfanget av tørrlagte forbygninger vesentlig større i denne delen av elva, og i stor grad tørrlegges forbygninger allerede når vannføringen faller til 30 m³/s samtidig som det er fjære sjø.

Nedkjøringen av Nye Nedre Røssåga kv. fra 220 MW til 20 MW ble utført for å simulere et utfall med påfølgende utløsning av en automatisk omløpsventil med kapasitet på 15 m³/s. Utover effekten som en vannføring på 15 m³/s har for vanddekt areal, er tiden det tar til vannføringen stabiliseres på 15 m³/s og hastigheten på vannstandsendingene av interesse.

I våre tidligere vurderinger av konsekvenser av omløpskapasitet på 30 vs. 15 m³/s har vi lagt til grunn at samtidig som en automatisk omløpsventil aktiveres, starter Statkraft også et slipp av vann fra Fallfordsdammen for å sikre at et vannføringen økes fra 15 m³/s så raskt som mulig (se Kanstad-Hanssen mfl. 2015). Tiden det tar til vannføringen når «gulvet» på 15 m³/s har betydning for å vurdere konsekvensene av tørrlegging, i lys av varighet av tørrlegging før vann fra Fallforsen når Sjøforsen og lakseførende del av Røssåga. Ved å sette ut målestaver på åtte punkter (P1-8) ble tiden det tok til at ny stabil vannstand var etablert registrert når vannføringen ble tatt ned fra 90 til 15 m³/s. Ved P1 (100 m fra utløpstunnelen) tok det 22 minutter til vannstanden var stabilisert, og det tok 44 minutter på P2. Disse to målepunktene ligger begge ovenfor den øvre terskelen i Sjøforsløpet, og både tiden det tar å stabilisere vannstanden og senkningshastigheten (samt hvor mye vannstanden synker) styres her av terskelens utforming (Pers medd. Lars Jensen, Norconsult). På så lave vannføring som 15-30 m³/s har også den neste, mye lavere terskelen litt lengre ned i Sjøforsløpet betydning for hvor hurtig endringene i vannstand skjer. Målepunktet P3 ligger mellom tersklene, og registreringene viser at vannstanden sank noe raskere her enn på målepunktet ovenfor (P2). Dette skyldes at P2 i større grad påvirkes av strømningene over hovedterskelen i Sjøforsløpet. Registreringene på P4 og P5 var relativt like, og viser at også Breigrunnen er et begrensende tverrsnitt i elva. Nedenfor Breigrunnen var tiden det tok å stabilisere vannstanden og senkningshastigheten mellom målepunktene relativt lik (100-107 min.). Nedstrøms hovedterskelen i Sjøforsløpet, som regulerer vannstanden på elvestrekningen oppstrøms, falt vannstanden med 70-85 cm når vannføringen ble redusert fra 90 til 15 m³/s.

Hastighet på vannstandsreduksjon har betydning for ungfiskens evne til å forflytte seg til nye områder, og dette ble registrert ved å måle endring i vannstand på åtte punkter i elva i tidsrommet mellom lastendring i kraftverket og til vannstanden ble stabilisert på nytt. Målingene viste at vannstanden sank med 1,2-1,4 cm/min på målepunkter 200 og 400 m fra utløpstunnelen, avtagende til 0,6 cm/min nede ved målepunkt 8 (P8- 1,8 km fra utløpstunnelen). Disse målte endringshastighetene tilsvarer igjen ca 40-85 cm/time, noe som ligger langt høyere enn anbefalte senkningshastigheter (13 cm/time –se Saltveit mfl. 2001, Halleraker mfl. 2003). Senkningshastighetene vil avhenge av hvor stor driftsvannføringen i kraftverkene er når eventuelle utfall inntreffer, og må forventes å avta ved avtagende vannføringer. På det øverste målepunktet (P1- 100 m fra utløpstunnelen) sank vannstanden med 3,3 cm/min, og dermed vesentlig raskere enn i øvrige deler av elva. Dette må ses i sammenheng med den hydrauliske dynamikken både inne i utløpstunnelen (som kort tid etter at vannføringen gjennom kraftverket reduseres vil medføre at vann kan dras inn i tunnelen, og at det skapes svingninger/puls i vannstrømmen gjennom tunnelen) og på strekningen mellom terskel og utløpstunnel (Pers. medd. Lars Jenssen, Norconsult).

Med så høye hastigheter for reduksjon i vannføring er strandingsfare for ungfisk en reell problemstilling. Normalt settes det krav til hvor raskt vannføringen kan tas ned i regulerte vassdrag, men denne muligheten er åpenbart ikke tilsted når det skjer et utfall i kraftverket. I et tilfelle med utfall i kraftverkene vil imidlertid driftsvannføringen i øyeblikket ved utfall ha betydning for hvor raskt vannstanden synker. Dersom vannføringen er høyere enn 90 m³/s (som er vannføringen vi har erfaringstall fra) når kraftverket faller ut, vil vannstanden senke seg raskere enn det vi har målinger for ned til vannføringen er 90 m³/s, og vil deretter følge den kurven vi har registrert under vår test. Dersom driftsvannføringen er lavere enn 90 m³/s ved utfall i kraftverket, vil hastigheten på vannstandsreduksjonen være å finne inne i kurven vi registrerte under testen.

Det sentrale spørsmålet ifbm. vannstandsending er imidlertid hvordan senkningshastigheten vil være dersom «gulvet» er 30 m³/s, og ikke 15 m³/s som i testen. Dersom vi betrakter figurene som fremstiller vannstandsending som cm senkning per minutt, fremgår det at senkningshastigheten avtar etter hvert som kurven nærmer seg «gulvet» på 15 m³/s, dvs. vannet synker saktere og saktere ned mot «gulvet» på 15 m³/s. Dersom vi flytter dette «gulvet» opp til 30 m³/s, som er den pålagte omløpskapasiteten, vil vi trolig finne endringsraten et sted i den slakke delen av kurven for 15 m³/s (jfr. figur 3). Vi har dessverre ikke målinger som kan benyttes til å belyse nærmere hvordan den eksakte kurven for senkningshastighet

med den pålagte omløpskapasiteten vil se ut. Det kan imidlertid være grunn til å anta at forskjell i senkningsrate ikke vil være stor mellom omløpskapasitet på 15 vs. 30 m³/s.

Konklusjon

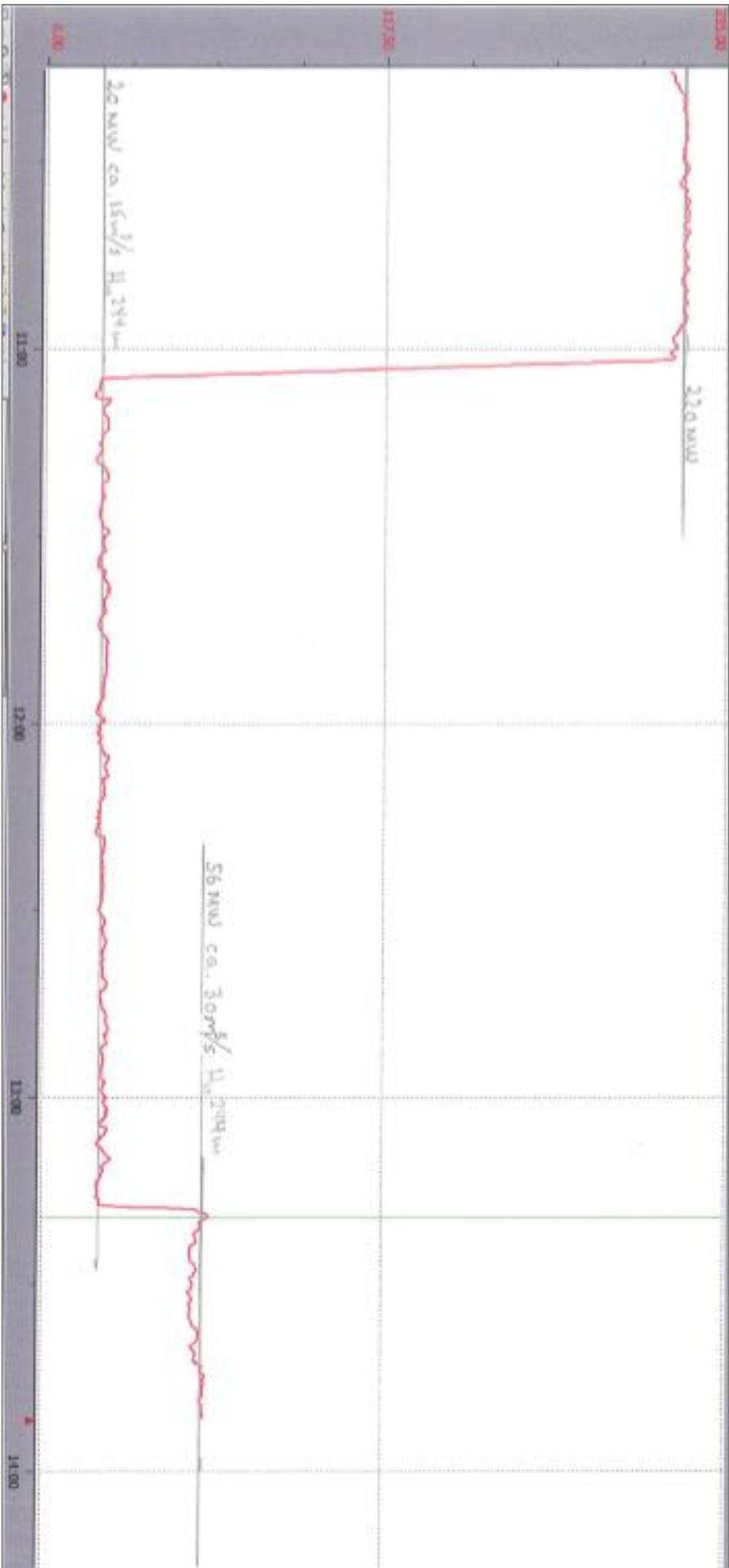
Vi kan ikke se at resultatene fra den gjennomførte testen «simulert utfall med omløpskapasitet på 15 m³/s» i vesentlig grad har endret tidligere vurderinger av konsekvensene av å installere en omløpsventil på 15 m³/s. Så lenge forutsetningene om at det slippes vann fra Fallforsen i det øyeblikket omløpsventilen aktiveres er tilstede, og at frekvensen av utfall blir slik Statkrafts vurderinger/beregninger tilsier, oppfattes de påviste forskjellene i vanddekt areal for små til at dette forholdet isolert skal være utslagsgivende for om Statkraft pålegges å installere omløpsventil med kapasitet på 15 m³/s eller 30 m³/s. Betydningen av tørrlegging av forbygninger må imidlertid fortsatt anses som usikker. Omfang av tørrlegging av forbygningene vil alene ikke beskrive skadepotensialet gjennom stranding av fisk inne i forbygningene. Til det er beskaffenhet av massene som er brukt i forbygningene for variable, og medfører at fisk kan fanges inne i forbygningen på noen strekninger mens fisken naturlig dras ut av forbygningen på andre strekninger når vannstanden synker. Etter utvasking fra ny gangsti etc. høsten 2016 er dette bildet blitt ytterligere komplisert.

Testen har vist at vannstanden synker svært raskt og stabiliseres etter 22 minutter øverst under Sjøforsen og etter 100 minutter ved Midtauren. I Sjøforsløpet er vannspeil i stor grad sikret gjennom terskler, og det er derfor elvestrekningene ved samløp med gammel utløpskanal og videre nedover som i størst grad påvirkes når vannføringen reduseres. Den registrerte tiden mellom lastendring i kraftverket og stabilisering av ny vannstand i elva viser seg å stemme godt med tidligere observasjoner og registreringer, og det er fortsatt grunnlag for å legge til grunn at det tar 1-1,5 timer før elva faller ned på 15 m³/s. Det er differansen i tid mellom når denne nye stabile vannstanden inntreer og tiden det tar før vann som slippes fra Fallforsen når lakseførende strekning som er avgjørende for skadeomfanget av et eventuelt utfall. Avhengig av forholdene i elvestrekningen mellom Fallforsen og Sjøforsen (snø/isdekke/restvannføring) er det lagt til grunn at det tar fra 3-4 timer før et vannslipp når fallforsen, og dermed ytterligere en time før det når Midtauren. Tidsvinduet med vannføring på 15 m³/s vil dermed vare i minimum 2,5 time i øvre del av Sjøforsløpet, og økende til minimum 3,5 timer nede ved Midtauren.

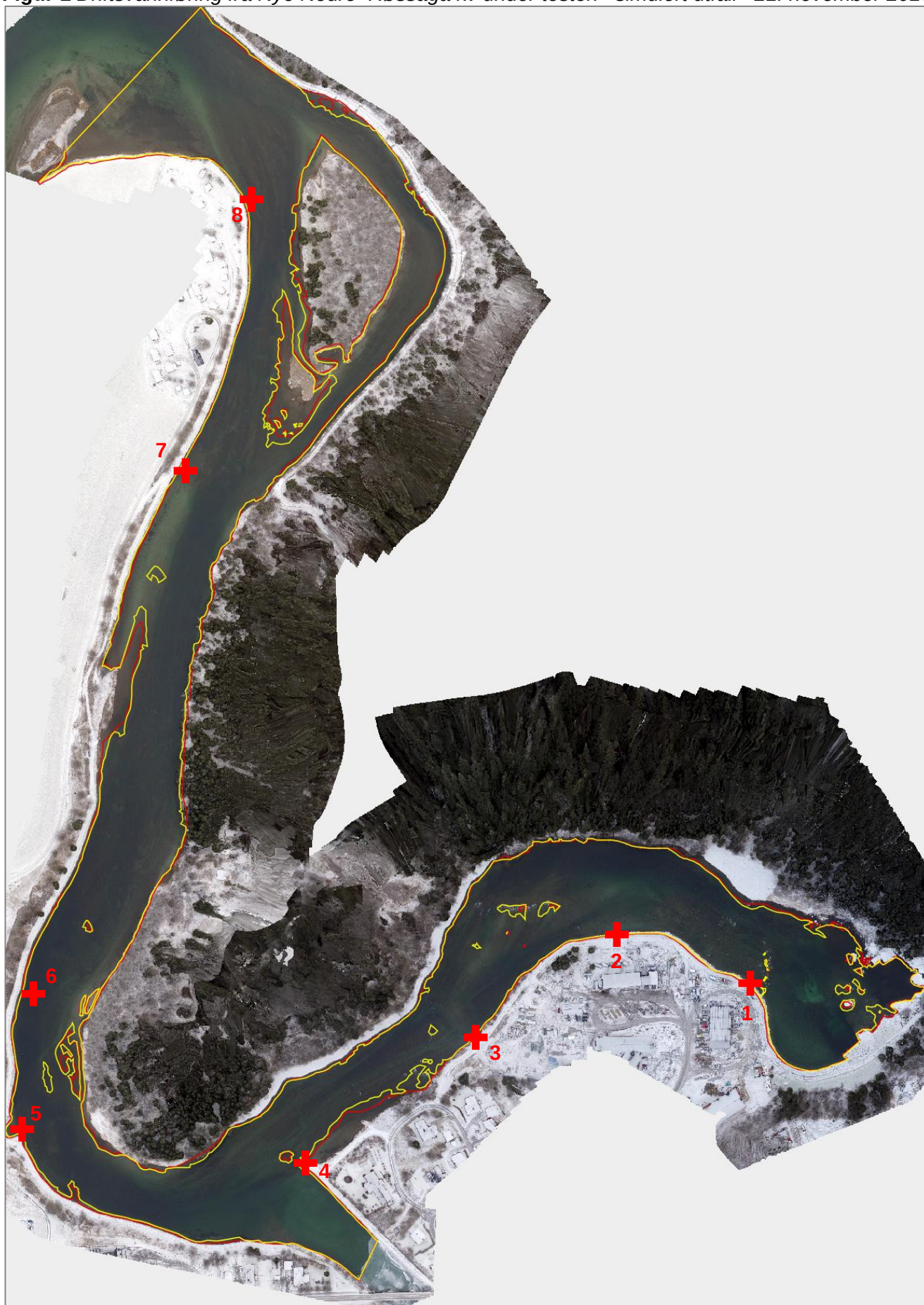
Miljødirektoratet har i sitt hørings svar knyttet usikkerhet til skadepotensialet forbundet med tørrlegging og stranding av ungfisk, og kommenterer blant annet en sammenligning mellom Røssåga og Surna. Vi finner foreløpig ikke grunnlag for å revurdere tidligere vurderinger om skadepotensiale på bakgrunn av den gjennomførte testen i november 2016. Det ble høsten 2016 gjennomført fiske med elfiske-båt i regi av NINA, der forbygningene viste seg som viktige leveområder for ungfisken i elva (Pers medd., T. Næss, Statkraft). Resultater fra disse undersøkelsene foreligger ikke per dato, men kan bidra til å belyse problemstillingen rundt betydning av forbygningene, og videre hvor stort skadepotensialet knyttet til stranding av ungfisk kan være. Vi vil her også peke på registreringene som allerede er utført med tanke på hvordan fisk vandrer inn og ut av forbygningene når vannstanden synker, enten som følge av redusert driftsvannføring eller av avtagende stuvning fra tidevann. Videre er det vesentlig å vite mer om ungfiskens bruk av forbygningene varierer med vannføring, temperatur og lys. Det foreligger data som indikerer at Røssåga kan være et spesielt komplisert system i så måte, trolig som en respons på både effektreguleringene i kraftverket og på den store påvirkningen av tidevannet.

Litteratur

- Halleraker JH, Saltveit SJ, Harby A, Arnekleiv JV, Fjeldstad HP, Kohler B (2003) Factors influencing stranding of wild juvenile brown trout (*Salmo trutta*) during rapid and frequent flow decreases in an artificial stream. *River Research and Applications* 19(5-6):589-603 doi:10.1002/rra.752
- Kanstad-Hanssen Ø, Jenssen L, Fjellstad K, Næss T (2015) Habitatfremmende tiltak ved Sjøforsen i Røssåga ifbm. bygging av Nye Nedre Røssåga kraftverk. *Ferskvannsbiologen Rapport 2015-07:31 s.*
- Kanstad-Hanssen Ø, Lamberg A (2016) Overvåking av laks og sjørørret i Røssåga og Ranaelva – sluttrapport for årene med reetablering, 2011-2015. . *Ferskvannsbiologen Rapport 2016-08:59 s.*
- Saltveit SJ, Halleraker JH, Arnekleiv JV, Harby A (2001) Field experiments on stranding in juvenile atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) during rapid flow decreases caused by hydropeaking. *Regulated Rivers: Research & Management* 17(4-5):609-622 doi:10.1002/rrr.652

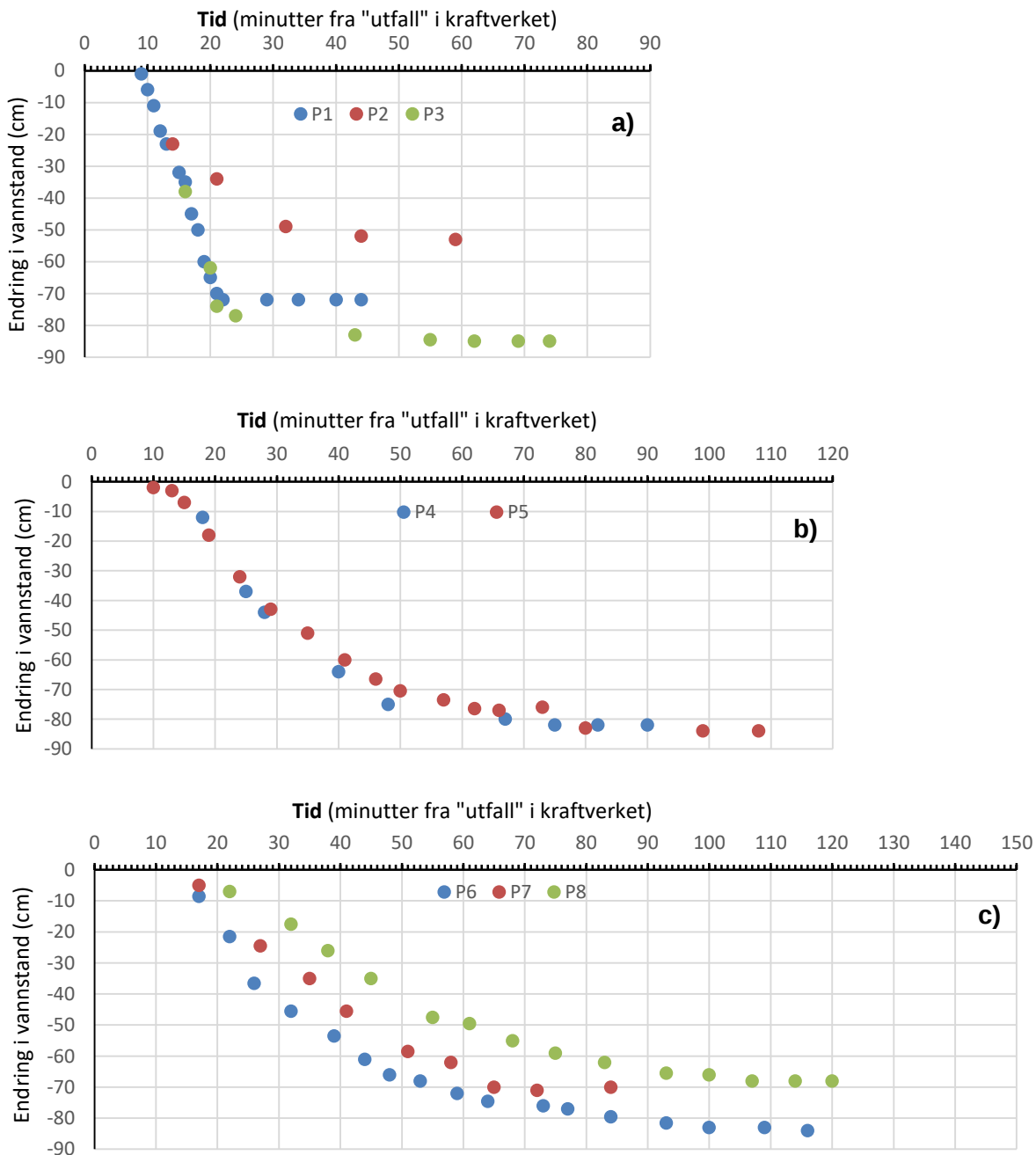


Figur 1 Driftsvannføring fra Nye Nedre Røssåga kv under testen «simulert utfall» 21. november 2016.

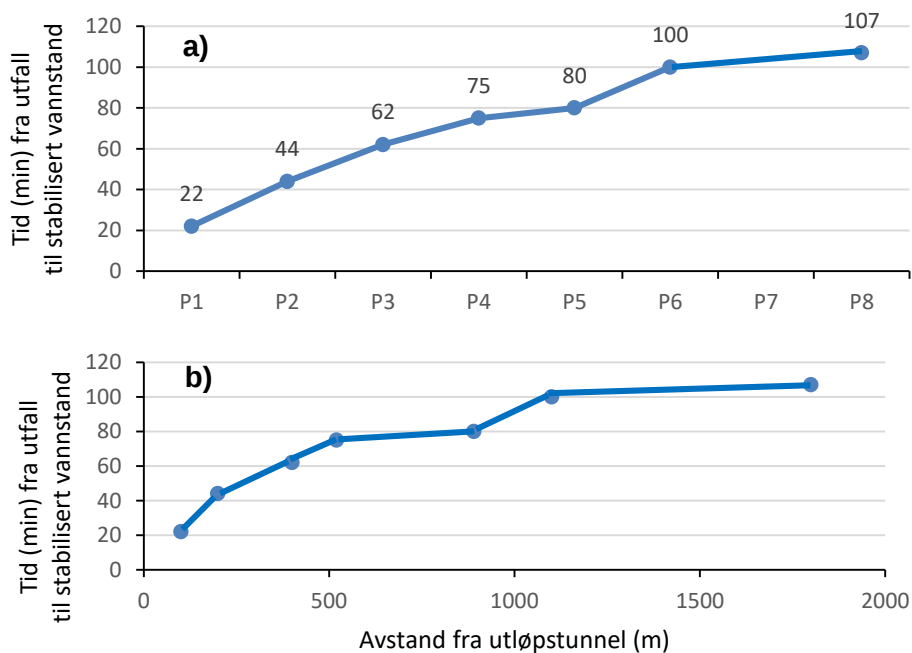


Figur 2 Ortofoto av Røssåga, på strekningen fra Sjøforsen til Nedstrøms Korgauren, der rød linje angir

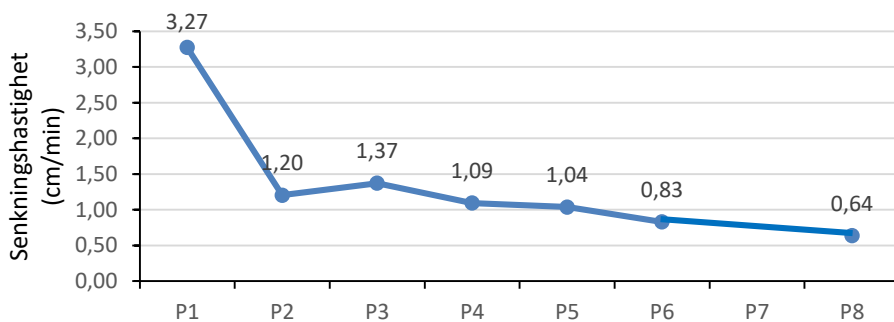
vanddekt areal ved en vannføring på 30 m³/s og gul linje angir vanddekt areal ved en vannføring på 15 m³/s. Røde kryss markerer punkter for innmåling av vannlinje.



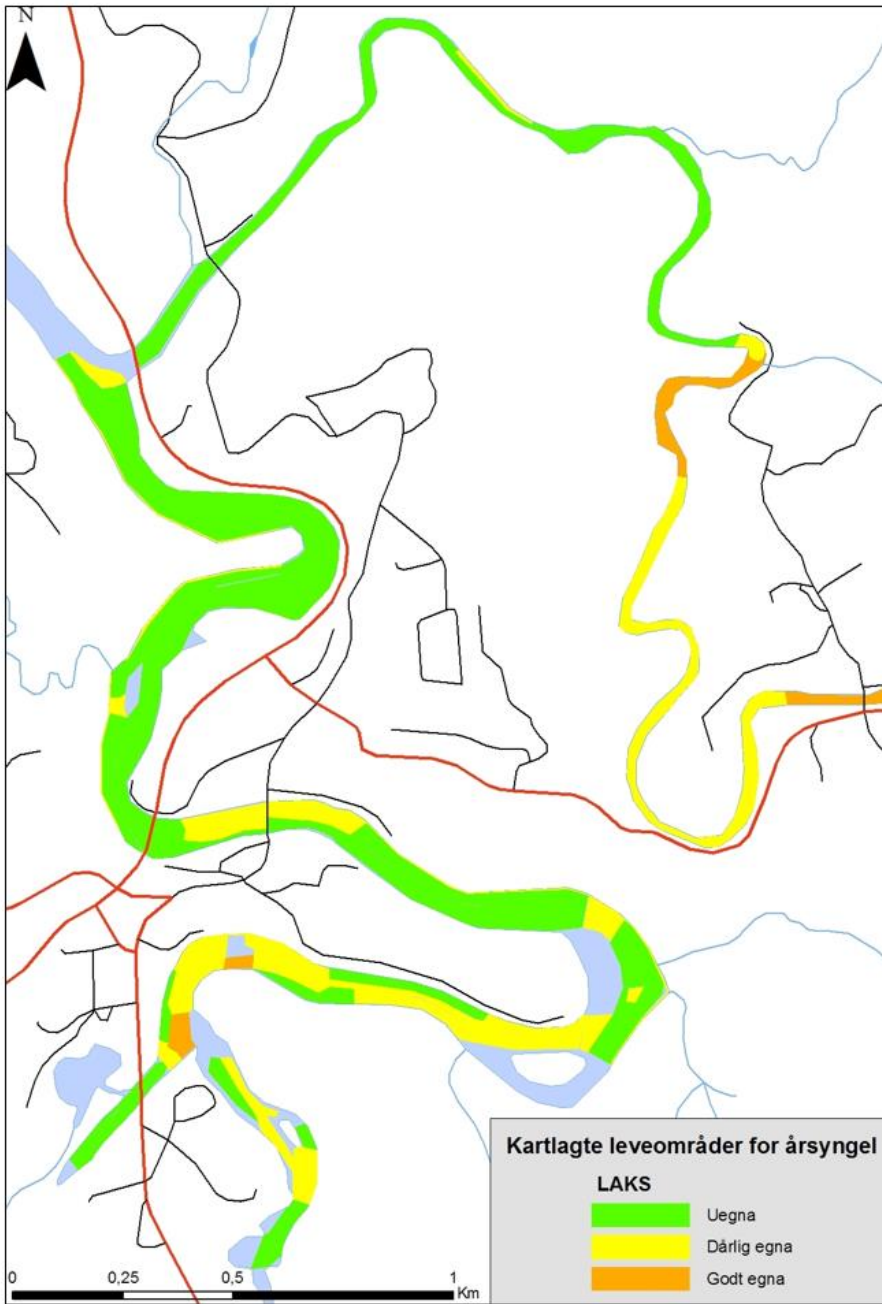
Figur 3 Plot for endring i vannstand (vannlinje) ved simulert utfall (ned fra 90 til 15 m³/s) av kraftverkene i nedre Røssåga målt for åtte målepunkter (P1-8). **a)** Punktene 1 og 2 ligger ovenfor den øverste kunstige terskelen i elva, og punkt 3 ligger mellom de to kunstige tersklene i «Sjøforsløpet». **b)** Punkt 4 og 5 ligger oppstrøms den naturlige terskelen som Breigrunnen utgjør. **c)** Punkt 6-8 alle ligger nedstrøms Breigrunnen.



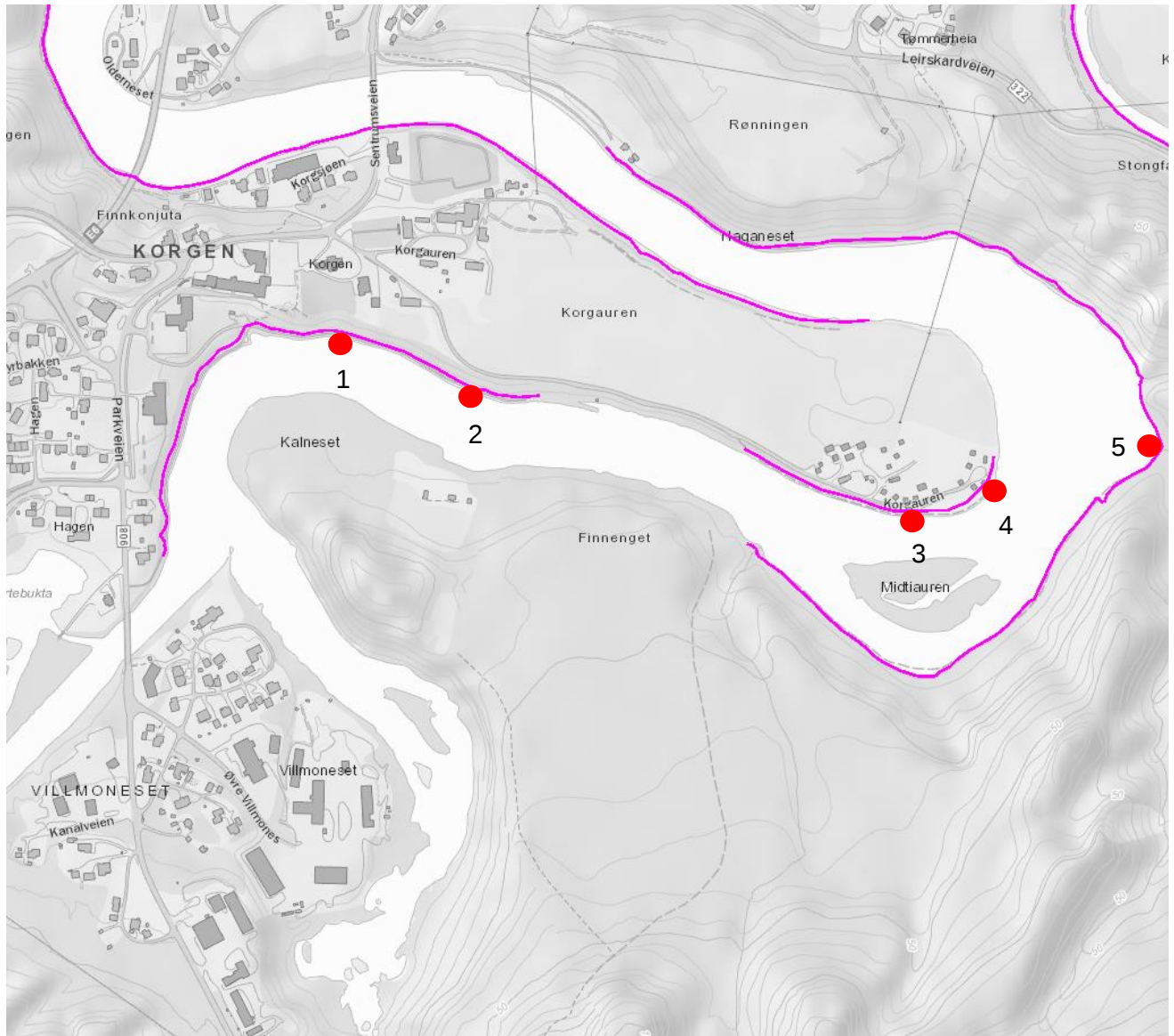
Figur 4 Tid (i minutter) fra simulert utfall i kraftverkene til vannføring stabiliseres på 15 m³/s på a) P1-P8 og b) samme måledata fremstilt i hht. avstand fra utløpstunnelen.



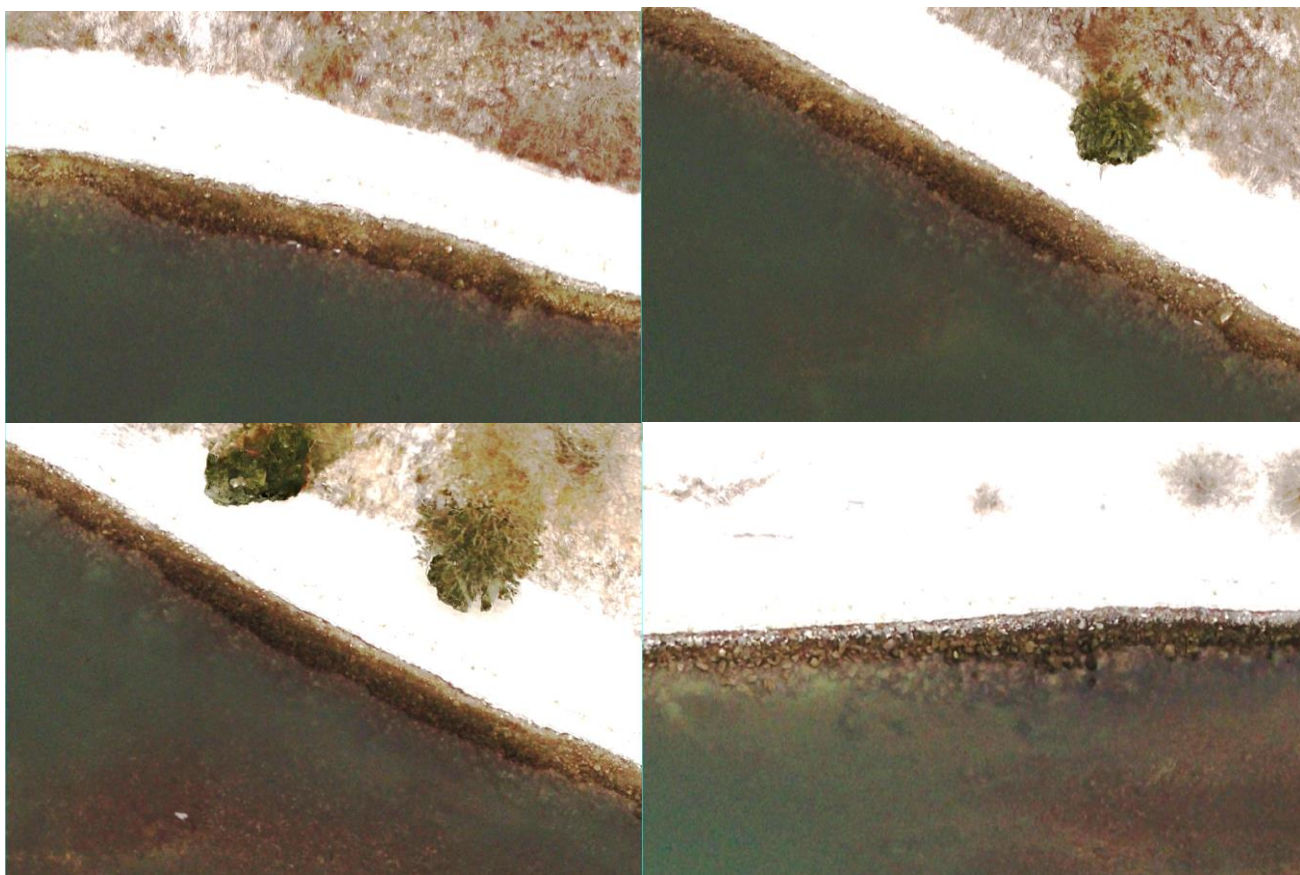
Figur 5 Senkningshastighet (cm/min) på åtte punkter ned langs Røssåga når vannføringen reduseres fra 90 til 15 m³/s.



Figur 6 Kartlegging av leveområder for årsyngel (og gyteområder). Merk at strekningen mellom Sjøforsen og gammel utløpskanal er kraftig omarbeid siden denne bonitering ble utført. Etter Kanstad-Hanssen 2009



Figur 7 Kart som viser forbygninger i øvre del av Røssåga. Røde punkter markerer oppmålte strekninger langs forbygningene der vannstanden synker lavere enn forbygningens foten når vannføring er $15 \text{ m}^3/\text{s}$. (Strekning 1=23m, 2=35 m, 3= 27m og 4=14m, totalt 100 m, samt strekning 5=75m)



Figur 8 Eksempler fra bildemateriale benyttet til å vurdere omfang av tørrlegging i forbygningene ved en vannføring på $15 \text{ m}^3/\text{s}$. (Bildene er farge-/lyskorrigret)