

TR A7454 - Åpen

# Rapport

## Fiskevandring forbi Reinforsen i Rana- Tiltaksstudie

### Forfatter

Hans-Petter Fjeldstad



Bygging av Laksetrapp i Reinforsen på 1950-tallet.  
Fotograf: Ukjent

**SINTEF Energi AS**Postadresse:  
Postboks 4761 Sluppen  
7465 TrondheimSentralbord: 73597200  
Telefaks: 73597250energy.research@sintef.no  
www.sintef.no/energi  
Foretaksregister:  
NO 939 350 675 MVA

# Rapport

## Fiskevandring forbi Reinforsen i Rana-Tiltaksstudie

**EMNEORD:**Laks  
Fisketrapp  
Vannkraft  
Fiskevandring  
Smolt**VERSJON**

1

**DATO**

2015-01-19

**FORFATTER**

Hans-Petter Fjeldstad

**OPPDRAGSGIVER**

Miljødirektoratet

**OPPDRAGSGIVERS REF.**

Jarl Koksvik

**PROSJEKTNR**

502000872

**ANTALL SIDER:**

19

**SAMMENDRAG**

Rapportens formål har vært å vurdere tiltak for effektiv oppvandring av laksefisk forbi Reinforsen i Ranaelva. Eksisterende laksetrapp ble synfart i november 2014. Fjellforholdene i tunnelen ble vurdert som tilfredsstillende og tersklene i trappas øverste to tredjedeler ble vurdert til å være i brukbar og god stand. Inngangen til trappa er godt plassert. Tersklene i trappas nedre tredjedel må repareres i sin helhet, det elektriske anlegget må renoveres, og ved fangstkammeret i trappas øvre del må fjellrommet gjøres større. Arrangement for behandling og registrering av fisk må oppgraderes og innløpet til trappa må senkes med ca. 1 meter for å sikre vann i trappa hele sommeren. Nytt kraftverk i Reinforsen er i utgangspunktet ikke i konflikt med oppvandring hos fisk, såfremt planene for kraftverket tilpasses en fisketrapp. En ny fisketrapp på motsatt side av elva er fullt mulig, spesielt dersom det er ønskelig med kraftverksutløp i samme området. Dersom dagens laksetrapp beholdes er det ønskelig å flytte dagens kraftverksutløp nærmere fossen og helst fram til dagens trappeinngang. Utløpet må stenges med varegrind. Det samme må inntaket til kraftverket på oversiden av dammen. Det må sikres at nedvandring av fisk i framtiden ikke kan gå inn i turbinene til Reinforsen og Langvatnet kraftstasjoner.

**UTARBEIDET AV**

Hans-Petter Fjeldstad

**SIGNATUR****KONTROLLERT AV**

Håkon Sundt

**SIGNATUR****GODKJENT AV**

Knut Samdal

**SIGNATUR****RAPPORTNR**

TR A7454

**ISBN**

978-82-594-3662-7

**GRADERING**

Åpen

**GRADERING DENNE SIDE**

Åpen

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Vassdragsbeskrivelse</b> .....	<b>3</b>
	Hydrologiske forhold .....	4
	Vanntemperatur.....	5
	Laksevandring i laksetrappa i Reinforsen.....	7
<b>3</b>	<b>Laksetrappas tilstand</b> .....	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Framtidig trappeløsning og effektiv oppvandring</b> .....	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>Nedvandring av smolt og vinterstøing</b> .....	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>Konklusjoner</b> .....	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>19</b>

## 1 Innledning

Målet med denne forstudien har vært å vurdere de mest aktuelle løsningene for å få laks og ørret forbi Reinforsen i Rana. Den eksisterende fisketrappa går gjennom en tunnel, hvor kvaliteten på fjellet var antatt å være dårlig på enkelte strekninger. I tillegg var kvaliteten på betongkonstruksjonene ukjent. Det var ønskelig å klarlegge trappas tilstand og eventuelle opprustingsarbeider. I tillegg var det ønskelig å vurdere hvordan kraftverket i fossen vil påvirke fisketrappas attraksjon på oppvandrende fisk.

Nedvandrende smolt og utgytt fisk vil i stor grad ankomme Reinforsen i forbindelse med vårflommen, med en topp som antas å være en gang i mai, eller muligens i juni. I tillegg kan utgytt fisk ankomme etter gyting en gang før jul. Ved ankomst Reinforsen kan fisken passere over damlukene, gjennom turbinene i kraftverket i Reinforsen eller via inntaket til Langvatnet kraftverk, eller gjennom et eventuelt nytt system hvor fisk kan ledes og telles. Det har vært et mål å vurdere hvordan nedvandrende fisk kan passere mest mulig sikkert forbi Reinforsen.

Trappa i Reinforsen ble befart i sin helhet 27. november 2014. På befaringen stilte representanter fra Rana Laksefiskerforening, grunneierlag, regulant (Statkraft), samt en geolog ansatt av regulanten for å vurdere og sikre forholdene under befaringen. Laksefiskerforeningen har siden byggingen driftet og hatt oppsyn med trappa. Til stor glede og nytte ble det gitt tilgang til oppsynets (Alf Jacobsen fram til 1997, deretter Torleif Frøysa) rapporter for perioden 1972-2007, til sammen 36 sesonger. Torleif Frøysa stilte også på befaringen. Rapportene representerer svært viktig dokumentasjon. De inneholder data for fiskeoppgang, vanntemperatur, samt utallige refleksjoner og opplysninger om utfordringer og observasjoner fra denne perioden. Rapportene refereres i det videre som "Tilsynsrapportene".

## 2 Vassdragsbeskrivelse

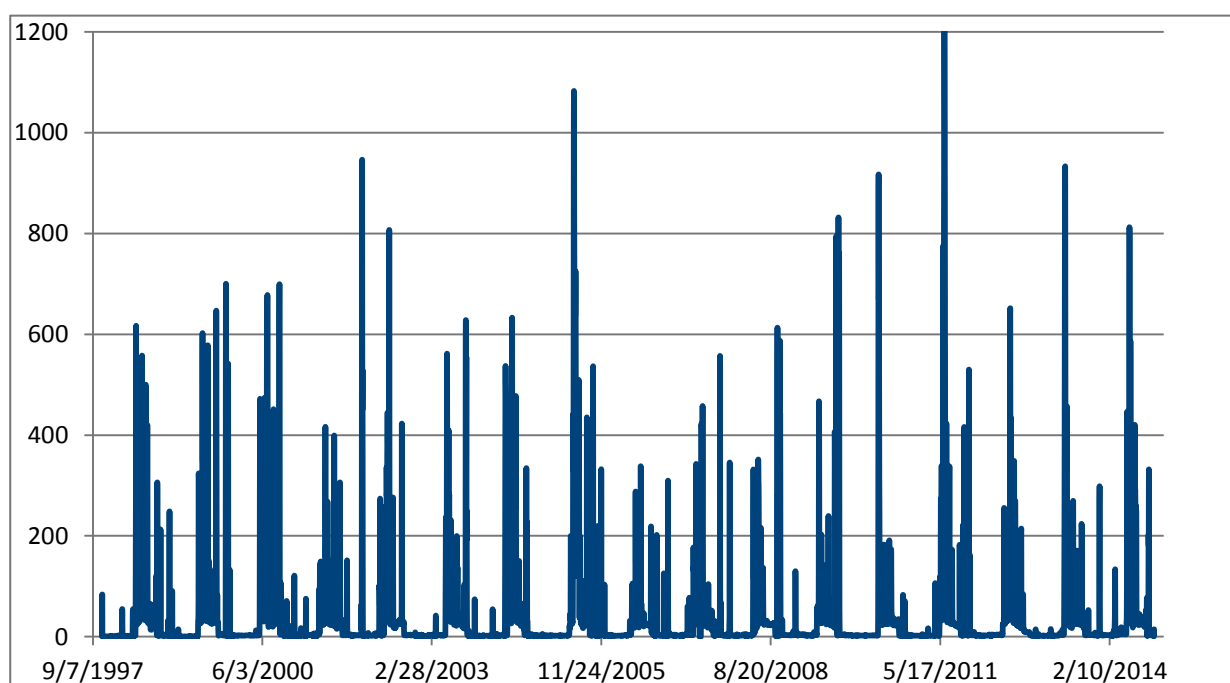
Rana har sine kilder på Saltfjellet på grensen mellom Norge og Sverige. I tillegg til dette mottar elva en rekke tilløp, og ved sjøen er det totale nedslagsfeltet omkring 3790 km<sup>2</sup> (Berg 1964). Flo og fjære virker opp til Sjøfossen, ca. 2 km fra munningen, og elva er relativt flat opp til det første vandringshinderet for laks og ørret ved Kobbfossen. Kobbfossen befinner seg ca. 10 km fra sjøen og har et fall på ca. 7 meter over en strekning på et par hundre meter. Allerede i 1936 ble det påbegynt ei laksetrapp i Kobbfossen, som den gangen var fiskens endelige stoppested. Trappa er siden bygget om og i tillegg er det gjort sprengningsarbeider i selve fossen. Fisken kan i dag passere Kobbfossen på en tilfredsstillende måte (Rana kommune 2010), men observasjoner tyder på at fisken går utenom laksetrappa (Torleif Frøysa, pers. medd.). Omkring 2 km. ovenfor Kobbfossen ligger Reinforsen, med et fall på ca. 29 meter. Allerede i 1933 laget fiskerikonsulent Jon Bakke planer for ei fisketrapp forbi fossen, og etter nye planer i 1954 ble det i 1957 ferdigstilt en trapp gjennom en tunnel i fjellet på elvas vestsida. Trappa var med sin lengde på ca. 450 meter landets lengste fisketrapp, og er fortsatt den trappa i Norge med flest kulper (105). Med bygging av trappa i Reinforsen ble en lang elvestrekning ovenfor åpnet, og etter flere justeringer av trappa ble det gjennom flere år registrert at noen hundre laks passerte årlig. Mer om dette senere i rapporten. Seint på 1970-tallet ble lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* oppdaget i Rana, og trappa i Reinforsen ble følgelig stengt. Elvas produksjonspotensial for laks og ørret ovenfor trappa var derfor ennå ikke fullt utnyttet.

I Reinforsen er det et lite kraftverk (Reinforsen kraftverk), med to Francisturbiner og en årlig produksjon på ca. 28 GWh. Utløpet av stasjonen munner ut på motsatt side av trappa, og er periodevis uheldig for oppgang av fisk i trappa. Fisken søker seg mot kraftverksutløpet og blir stående der. For mange år siden ble det derfor etablert et gitter anslagsvis 100 meter nedenfor utløpet, med ønske om å hindre fisken i å komme inn mot stasjonen. Gitteret hadde antakeligvis en funksjon, men ved flom ble gitteret oversvømmet, og fisk som passerte kunne ikke returnere når vannstanden gikk ned. Gitteret er av den grunn fjernet, og utløpet oppleves fortsatt som attraktivt for oppvandrende fisk (Tor Næss, Statkraft, pers. medd.).

Litt ovenfor Reinforsen munner Langvassåga inn i Rana. Med sitt nedslagsfelt på over 1100 km<sup>2</sup> er dette et stort vassdrag. Temperaturen i Langvassåga er lav som følge av tilsig fra breer, og om sommeren er vannet innimellom blakket. Før Langvassåga munner ut i Rana renner den gjennom Langvatnet, og det er praktisk talt ikke fall mellom Langvatnet og munningen i Rana. Fra Langvatnet er det bygget kraftverkstunnel direkte til sjøen via Langvatnet kraftverk. Langvatnet fungerer som inntaksmagasin med et nivå på 41-44 moh. Langvatnet kraftverk har med sine to store Francisturbiner en slukeevne på over 250 m<sup>3</sup>/s og en årlig produksjon på ca. 250 GWh. I praksis er derfor vannføringen i Langvassåga snudd, slik at vann fra Rana renner inn i Langvatnet i deler av året. Som et konsesjonsvilkår er det et krav om slipp av minstevann i Reinforsen. Deler av denne vannføringen går gjennom Reinforsen kraftverk.

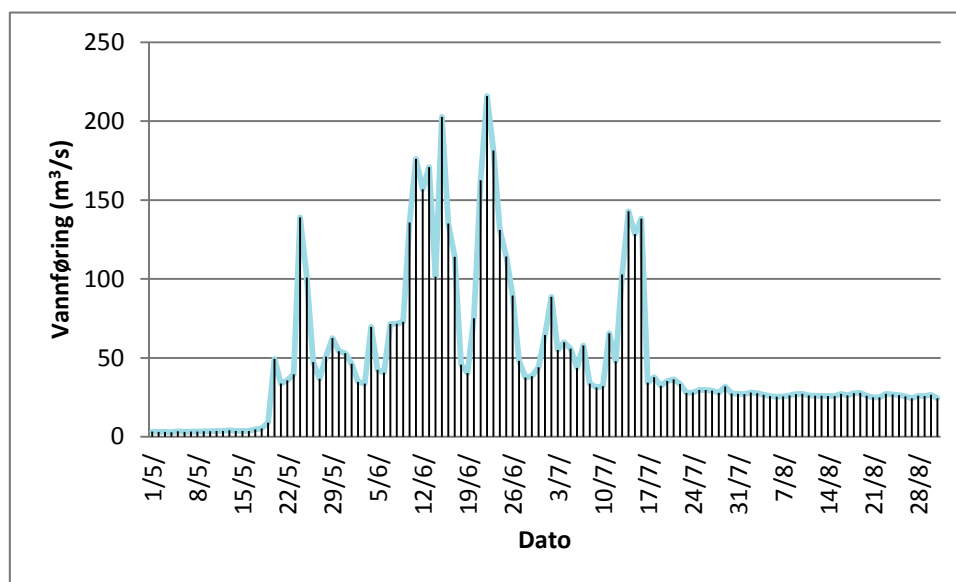
## Hydrologiske forhold

Rana er et stort vassdrag, og til tross for betydelig vassdragsregulering forekommer det årlige flommer på minst 400 m<sup>3</sup>/s over dammen i Reinforsen (Figur 1).



Figur 1. Vannføring (m<sup>3</sup>/s) over dammen i Reinforsen (flom og minstevannføring) i perioden 1997-2014. (Data fra Statkraft).

For perioden 1997-2014 (til og med oktober 2014) er det gjort en nærmere analyse av månedene mai-august, som er hovedperioden for både opp og nedvandring (smolt) hos laks. Resultatene viser at vårflommen vanligvis starter i andre halvdel av mai og at den største vannføringen forekommer i juni måned (Figur 2). Her er det naturligvis store variasjoner mellom år.



Figur 2. Medianverdier for vannføring ( $m^3/s$ ) over dammen i Reinforsen (flom og minstevannføring) i perioden 1997-2014 for månedene mai-august. (Basert på data fra Statkraft).

## Vanntemperatur

Tabell 1 viser vanntemperaturmålinger utført ved laksetrappa i Reinforsen. Tallene viser at vanntemperaturen i vassdraget er lav, og i kun to av årene var gjennomsnittstemperaturen over 8 grader i juni. Det normale i Reinforsen er at det i juni er en gjennomsnittstemperatur på 4-7 grader. Dette påvirker oppvandringen negativt, og i lang tids erfaring tyder på at det må være minst 7-7,5° C i vannet før fisk kan/vil vandre opp trappa i Reinforsen. Fangstrappportene i trappa viser også at det mange år ikke går fisk gjennom trappa før langt ut i juli. Vanntemperatur er antakelig en begrensende faktor for laksetrappas funksjon. Samtidig er det verd å merke seg at det kan være gunstige temperaturer langt ut på høsten. De aller fleste år er det gode temperaturforhold for fiskevandring i trappa gjennom hele september.

Tabell 1. Gjennomsnittlig månedstemperatur i vannet (°C) målt ved laksetrappen i Reinforsen for årene 1974-2007 (Basert på daglige målinger dokumentert i Tilsynsrapportene)

År	Juni	Juli	August	September	Oktober
1974	5.7	9.0	10.7	9.7	
1975	5.6	7.3	9.6	6.7	
1976	3.9	7.1	9.4	4.9	
1977		8.0	10.4	6.3	
1978		11.6	11.1	7.5	
1979		10.0	11.3	6.5	
1980	7.4	13.3	12.6	7.8	6.1
1981	5.8	8.2	8.5	6.3	5.2
1982	6.1	6.0	9.7	6.7	5.4
1983	6.8	9.0	8.1	7.3	3.0
1984	6.6	8.9	9.6	6.9	4.0
1985	7.1	11.1	11.4	7.1	
1986	9.4	10.9	10.4	6.0	4.1
1987	5.3	9.0	10.1	7.1	5.3
1988	7.5	12.4	11.8	8.3	5.4
1989	3.9	6.2	8.0	6.5	4.4
1990	4.3	8.8	10.1	7.5	
1991	4.0	8.3	10.8	5.9	5.4
1992	4.9	7.1	8.6	8.0	
1993	3.8	5.5	8.3	6.2	4.7
1994	5.7	9.3	11.4	6.5	
1995	4.4	6.9	8.9	8.5	
1996	6.4	9.5	12.2	10.2	7.0
1997		8.9	9.7	8.3	
1998		9.4	10.5	8.0	
1999		9.6	9.7	8.3	7.0
2000		9.5	10.4	7.1	7.6
2001		10.4	10.7	8.8	5.5
2002		13.8	14.4	8.6	
2003		13.8	13.2	7.7	
2004		12.0	12.5	8.3	
2005		10.2	11.5	7.3	
2006	8.2	12.7	15.6	10.6	
2007	6.3	9.8	11.4	6.4	
<b>Median</b>	<b>5.8</b>	<b>9.4</b>	<b>10.5</b>	<b>7.3</b>	<b>5.4</b>

## Laksevandring i laksetrappa i Reinforsen

Trappa i Reinforsen sto ferdig i 1957, men i mange år var det stor misnøye og fortvilelse over at lite fisk vandret gjennom trappa. Fra 1. august 1972 finner vi opplysninger i Tilsynsrapportene om at en ørret på 3 kg ble fanget i fella, øverst i trappa. Det står da skrevet: "*Dermed er det uomtvistelig at laks/sjørret går gjennom trappa*". Om dette er den første observasjonen av fisk som forserer hele trappelengden er usikkert, men det kan virke slik. Vi har ikke skriftlige opplysninger fra lenger tilbake i tid, men dette er altså 15 år etter at trappa i følge Berg (1964) ble bygget. I Tilsynsrapportene fra de påfølgende årene kan vi lese om daglige observasjoner der fisk går inn i trappa og en del kulper oppover. Fisk forsvinner også inn i den delen som går gjennom fjellet. Likevel er det tydelig at fisken returnerer og svømmer ned i elva igjen. Dette vises også etter installasjon av en fisketeller i trappa fra denne tiden, som måtte fjernes fordi fisken ble skadet på vei tilbake gjennom telleren. Ved mange anledninger blir trappa inspisert i sin fulle lengde, ofte i forbindelse med at vanntilførselen forsvinner som følge av for lavt vannivå øverst i trappa. Det observeres da fisk i noen av kulpene inne i fjellet, men fisken går tydeligvis ikke helt opp, og fisk observeres ofte i dagesvis i enkelte av kulpene. Av konkrete problemer nevnes særlig følgende:

- Det er problemer med vanntilførselen i trappa, og den går stadig tørr eller har for lite vann. Her nevnes manglende samarbeid med regulant, samt at inntaksluka til trappa er for høy/grunn.
- Det mangler lys i trappa.
- Det er ugunstige temperatur- eller vannføringsforhold i elva som påvirker fisken i hele vassdraget.
- Fisk samler seg foran utløpet av kraftstasjonen på motsatt side av elva.

Det nevnes eksempelvis at vannføringen i Reinforsenfossen helst ikke bør være høyere enn 150-160 m<sup>3</sup>/s, men at den også bør være minst 25-30 m<sup>3</sup>/s i Kobbfossen. Dette var erfaringer som muligens har endret seg siden den tid, som følge av endringer i elva. Ellers nevnes det gjentatte ganger i Tilsynsrapportene at inngangen til trappa virker god, og dette støttes av uttalelser fra blant andre Bjarne Abrahamsen. Abrahamsen jobbet som byggeleder for bygging av laksetrapper i Direktoratet for jakt, viltstell og ferskvannsfiske fra det ble opprettet i 1965 og fram til sin død i 1979, og var kjent som en dyktig "trappemann".

I årene som følger gjøres det betydelige arbeider med trappa. I 1973 gjøres det større betong- og renskarbeider og i 1974 gjøres de første forsøkene med kunstig lys i tunnelen. I tillegg settes det inn fisketeller, først i kulp 76 (kulp 1 er nederst og kulp 105 er den øverste), og siden blir den flyttet ned til kulp 20. Etter hvert fjernes som sagt telleren fordi den skader fisken som vandrer nedover. Telleren var tydeligvis ment som en kontroll på hva som gikk inn i trappa i forhold til hva som kom helt opp til fella. Det diskuteres stadig om lys kan forklare hvorfor trappa ikke fungerer, og i 1976 er det installert lysarmaturer i hele tunnelens lengde. Dette oppleves veldig positivt, og etter sesongen skriver Alf Jacobsen i sin rapport: "*slik jeg ser det etter mange års fortvilelse, føyer laksetrappa i Reinforsen seg nå inn i rekken av normale trapper ellers i landet*". Som vi ser av tabell 2 er det fra 1975 (første prøveår med lys i hele tunnelen) at antallet fisk som passerer trappa øker betydelig. En annen iakttagelse fra dette tidspunktet er at antall skader på oppvandrende fisk går drastisk ned. Før lys ble montert noterte man snuteskader på nærmest all fisk i trappa, og særlig på den store laksen. Etter lysmontering observeres lite skader på fisken, og i tillegg observeres for første gang at sjørøya forserer hele trappa. Tidligere var røya kun å se i de nederste kulpene.



Tabell 2. Årlige antall fisk registrert i fella øverst i laksetrappa i Reinforsen i årene 1972-2007. Tall for gjennomsnittsvekt er basert på de år hvor både antall fisk og totalvekt er registrert.

År	Laks		Ørret		Røye	
	Ant.	kg.	Ant.	kg.	Ant.	kg.
1972	5		5			
1973	37		2			
1974	26	102	24	56.5	0	0
1975	98	378	12	24	0	0
1976	165	694	6	9	5	3
1977	133	547	2	5	5	2.5
1978	261	1025.5	22	42	21	8.75
1979	152	546	6	9	10	5.75
1980	174	712.5	9	15	11	4.25
1981	29	140	7	10.5	2	0.5
1982	54	324	9	10.5	2	0.75
1983	45	170	29	52.5	9	4.5
1984	51	186.5	30	63	5	2.25
1985	165	591.5	25	61	11	6
1986	114	748	17	33.6	141	46
1987	122	671.5	31	42.25	35	17
1988	195	524.5	25	41.5	114	39.75
1989	270	927	2	8	9	4
1990	222	1124	62	105	30	20
1991	58	237.5	74	149.25	15	10
1992	49	168	230	499.5	28	16.5
1993	102	354	96	239	34	17.5
1994	96	326	105	253	55	18
1995	42	138.5	19	59.5	7	2.5
1996	42	103.5	34	79.5	15	5
1997	95	254.2	0	0	2	1.1
1998	31	95.5	10	27	2	1.2
1999	43	131.5	53	111.3	0	
2000	55	134.5	98	204.9	0	
2001	83	256.8	59	123.4	2	
2002	141	440.5	16	34.7	2	
2003	114		140			
2004	70		23			
2005	39		36			
2006	727		100			
2007	70		25			
<b>Snittvekt</b>		<b>3.98</b>		<b>2.13</b>		<b>0.42</b>

På midten eller slutten av 1970-tallet blir Rana infisert av *Gyrodactylus salaris*. I tillegg nevnes problemer skapt av drivgarnsfiske, ørretgarn og forurensing av Ranafjorden som grunner til skuffende fiskeoppgang. Interessant er det også å lese at størrelsen og kondisjonen på smålaksen varierer i perioder og likedan at sjøørretbestanden går opp og ned i bølger. I 1987 nevnes mulig innslag av oppdrettslaks for første gang. Det ser ut til at 1985 er det første året at fiskens oppgang i trappa stenges øverst, og all laks og ørret fraktes deretter til klekkeriet. Her var det tydeligvis forskjellige meninger om dette pålegget, muligens pga en usikkerhet knyttet til parasittens alvorlighet. Siden den gang er all fisk sendt til klekkeri eller er sluppet tilbake til elva nedenfor.

### 3 Laksetrappas tilstand

I Tilsynsrapportene kan det leses om betydelige reparasjonsarbeider på trappa gjennom årene. Spesielt ser det ut som de nederste kulpene i dagen (kulp 1-11), samt støttemuren mot fossen til stadighet måtte repareres og tømmes for rekved og skrot som kastes uti av uvedkommende. I tillegg beskrives reparasjoner og diverse justeringer av dybde på kulpene i tunnelen. Det er tydeligvis en fortvilelse over at det er et etterslep på vedlikeholdsarbeidet, noe som muligens skyldes en nedprioritering som følge av gyrostatusen. I følge tilsynsmann Torleif Frøysa var det aldri snakk om betydelige betongarbeider på tersklene inne i tunnelen i alle disse årene. Hovedsakelig foregikk det tetting av hull med stein etc.

På befaringen i høst ble det observert at det var stemplet "1968" på terskelen til kulp 39. I tillegg står det stemplet "1983" på en terskel omkring 80-85. Det sistnevnte arbeidet er muligens gjort i forbindelse med større arbeider i 1983. Da ble det laget gangbane fra kulp 83 og helt opp til fangstkammeret, og tunnelhimlingen ble strosset mellom kulp 84 og 93 for å skape tilstrekkelig takhøyde etter at gangbanen ble bygget. I tillegg ble det meislet ned og gjort påstøpninger ved kulp 72-74 for å jevne ut fallet i området som kalles Keisersletta. I det hele tatt framstår trappa i dag fortsatt i god stand fra kulp 83 og opp til toppen. Det er vanskelig å vite om dette er de siste betongarbeidene som er utført. Støttemuren ved inngangen ble i hvert fall reparert i 1992, og i 1989 beskrives det at trappa er i god stand. Men det er likevel verd å merke seg Alf Jacobsens avslutningsord i sin rapport fra 1996: *"Etter å ha fungert som tilsynsmann for laksetrappa i Reinforsen i 23 sesonger, vil dette være den siste rapporten fra undertegnede hånd. Behandlingen av laksetrappa i Reinforsen og for øvrig de utroligste tiltak eller pålegg fra så vel Direktoratet som veterinærmyndighetene, er så frustrerende at man orker ikke mere"*. Denne frustrasjonen er delvis basert på manglende vedlikehold over tid som følge av manglende bevilgninger. Dette kan antakelig forklares med at trappa i en tid med gyrosmitte heller ikke hadde noen funksjon som passasje for fisk.

I 2006 skriver Torleif Frøysa i sin rapport at trappa ble befart sammen med Kåre Myhre fra DN, og videre at: *"Konklusjonen ble at trappa må bygges helt opp igjen fra begynnelsen, og at inntaket må stenges med 1 meter....."*. Det er ikke kjent om denne beskrivelsen også er den offisielle konklusjonen fra DN.

På befaringen i forbindelse med denne rapporten ble det tatt bilder av alle tersklene, og innimellom dukker det opp terskler som har god betongkvalitet og som i hvert fall ser ut til å være reparert etter 1968. En oppsummert vurdering av alle tersklene er gitt i tabell 3.

Tabell 3. Vurdering av tilstanden på tersklene i laksetrappa i Reinforsen gjort på befarings i november 2014.  
Terskel

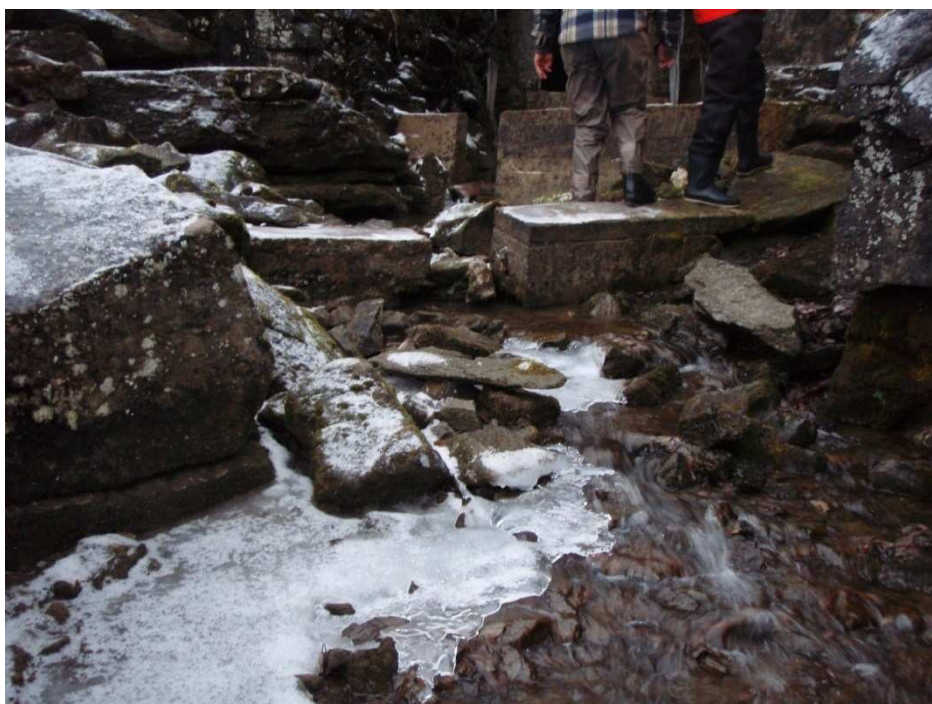
Terskel nr.	Tilstand
1-4	Slitt, vannet renner under
5-8	OK
9	Delvis
10	Ødelagt, kun steinrøys
11	OK
12	Portal til tunnel, OK
13-14	OK og reparert
15-18	Ødelagt
19	Bra
20-31	Ødelagt, men fisk kan antakelig vandre
32	OK
33	OK, men skader under
34-58	OK stand, mange er i bra stand
59-63	Bra
64-67	Bra, men høye sprang
68	Bra
69-83	OK/Bra (76-81 er lange kulper og ganske flatt)
84-opp	Bra stand

Tilstand "OK" i tabell 3 betyr at konstruksjonen tjener sin funksjon for oppvandring, men at det kan være slitasje og skader som med tiden vil kreve utskifting. I det hele tatt må en laksetrapp betraktes som et vedlikeholdsobjekt, med påkjenninger fra vann, sedimenter og is, men det kan se ut til at tersklene inne i tunnelen er mindre utsatt for degradering enn tersklene i dagen (nr. 1-11). Det er i så fall en stor fordel, med tanke på at vedlikeholdet av en trapp inne i en trang tunnel er både arbeidskrevende og tungvint. Grovt sett er tunnelen ca. 2 meter bred og drøyt to meter høy. Nedenfor gangbanen, som går ned til kulp 84, er det derfor god høyde til å vandre og jobbe i tunnelen, men den eneste veien å ferdes er å gå over tersklene, og i noen av tersklene er vannbylden drøyt 1 meter, selv med minimal vannføring (luka oppe er ikke 100 % tett). På befaringsen deltok en geolog fra Statkraft. Geologen undersøkte tunnelhimlingen visuelt og med hammer i hele dens lengde. Hans generelle kommentar var at berget stedvis kan flake av i mindre biter, men at det er relativt stabilt og trygt. Det er kjent at det har gått mindre ras i tunnelen opp gjennom årene, men dette er antakelig ikke en tungtveiende grunn til å fraråde framtidige arbeider. Berget består blant annet av glimmergneis med innslag av kvartsårer, og en mer utførlig tilstandsvurdering bør gjøres av en sakkyndig ingeniørgeolog.

De følgende bildene viser eksempler på terskler i laksetrappa, som illustrasjoner for tilstandsvurderingen i tabell 3. Figur 3 viser støttemuren mot fossen, inngangen og de nederste kulpene (1-4) i trappa i Reinforsen, mens figur 4 viser de øverste tersklene før tunnelinngangen. De nederste 11 tersklene er generelt i dårlig forfatning, og utsettes stadig for store flommer og is.



*Figur 3. Støttmuren mot fossen, inngangen og de nederste kulpene (1-4) i trappa i Reinforsen. Reinforsen kraftverk kan ses på motsatt side av fossen, som på bildet er tørrlagt.*



*Figur 4. Terskel 10-13. Med vann i trappa er det mulig at fisk kan vandre, men betongen er delvis ødelagt.*



Ved rehabilitering av trappa må det påregnes å gjenoppbygge tersklene som befinner seg utenfor tunnelen, dvs. terskel 1-11. Fra Tilsynsrapportene kan det leses at denne delen av trappa har vært vedlikeholdt en rekke ganger, og det er sannsynlig at flommer og is medfører ekstra påkjenninger på denne strekningen. Følgelig kan det være aktuelt å se på nye løsninger, for eksempel betongtak over terskel 1-5. Tilsynsrapportene konkluderer med at inngangen til trappa er riktig plassert.

Videre innover i tunnelen finner vi terskler av varierende kvalitet, og den dårligste delen er representert med terskel 15-31. Her må det påregnes utskifting av alle tersklene, med unntak av nr. 19. Her er det viktig å bemerke at det finnes en ca. 10-15 meter lang horisontal atkomsttunnel fram til kulpen mellom terskel 19 og 20, og denne kan benyttes til frakt av utstyr og materialer. Atkomsttunnelen har omtrent samme tverrsnitt som tunnelen for øvrig. Figur 5 viser et typisk eksempel på en ødelagt terskel, hvor det også er tydelig at betongkvaliteten er dårlig. For denne delen av trappa er det mange av tersklene som er undergravet, og det er antakelig fare for at fisk kan skades under vandring.



*Figur 5. Terskel 17, eksempel på en terskel som vurderes som ødelagt.*

Terskler 32-58 er vurdert som "OK", og innimellom finnes det terskler som antakelig er av nyere årgang og som er av god kvalitet. Ved rehabilitering av trappa bør det vurderes om en del av disse tersklene skal forsterkes samtidig med at det foregår anleggsarbeid på tersklene lenger ned. For eksempel kan de eksisterende tersklene fungere som forskaling for nye terskler med redusert veggtykkelse. I så fall er det viktig at de nye konstruksjonene blir godt forankret med armeringsjern til fjell, både ned og til siden, samt med armeringsjern inn i den eksisterende terskelen. Figur 6 viser en terskel som er vurdert som "OK". Bildet antyder at funksjonen er god, men at betongens kvalitet ikke er den beste. Det er ingen synlige lekkasjer.



*Figur 6. Terskel 53, eksempel på en terskel som vurderes som "OK".*

Fra og med terskel 59 er kvaliteten på tersklene vurdert som stort sett bra hele trappa opp. Figur 7 viser et eksempel på en terskel i bra stand (riktignok ikke fra strekningen fra terskel 59 og oppover). Det kan bemerkes at det mellom terskel 74 og 75 ser ut til å være et tverrslag. Det sivet dagslys inn rundt en treluke i veggen her, men det var ikke mulig å se inn bak luka. Det var i dette området hvor man på 1970-tallet hadde plassert en fisketeller, og det er mulig at denne har vært inspisert via tverrslaget.



*Figur 7. Terskel 46, eksempel på en terskel som vurderes å være i bra stand.*

På den øverste delen av trappa, fra og med terskel 84 er det anlagt en gangvei i treverk. Tilstanden til denne ser grei ut, men tunnelhimlingen er ikke tilpasset ferdsel i stående stilling. Det blir for lavt under taket. Dette gjelder også området ved fangstkammeret helt øverst, hvor arbeidsforholdene er ubekvemme. Det kan se ut som at det er mulig å senke gangbanen noe for å skape bedre takhøyde. Alternativt må taket strosses ned ytterligere. Gjennom alle år har vannmangel i trappa som følge av lavt vannivå på oversiden av Reinforsen vært et stort problem. Flere steder i Tilsynsrapportene, og seinest etter befaring med Kåre Myhre i 2006, er det påpekt at innløpet må senkes med ca. 1 meter. Senking av luka bør sees i sammenheng med eventuell strossing av tak i tunnelen.

Det er mye som tyder på at elektrisk lys i trappa har medvirket til økt vandring og mindre skader på fisk. Belysningsanlegget i trappa er i funksjon, men armaturene er antakelig en del år gamle, og kabelføringen er mange steder utilstrekkelig klamret til fjell. I arbeidsområdet ved fangstfella oppleves lyset som svakt for å gjøre den nødvendige jobben med fisk.

#### **4 Framtidig trappeløsning og effektiv oppvandring**

Når det gjelder den eksisterende laksetrappa har den vist gjennom historien at fisken vandrer fritt på temperaturer over 7.5° C, så fremt det er tilstrekkelig med vann og lys i trappa. For at trappa skal komme i forskriftsmessig stand må tersklene i trappas nederste tredjedel (mer eller mindre opp til og med terskel 31) bygges opp med nye terskler. Dette inkluderer også den delen av trappa som befinner seg nedenfor tunnelen, og som trolig er spesielt utsatt for slitasje. Denne delen bør planlegges på nytt, slik at ikke de stedlige fysiske påkjenningene får anledning til å ødelegge trappa. Blant annet bør det vurderes om kulpene skal forsynes med betongtak eller en annen form for vern mot vann, rekved og is. Som tidligere nevnt er det adgang til den nedre delen av tunnelen via et tverrslag som kommer inn til kulpen mellom terskel 19 og 20, noe som vil forenkle arbeidene. Det er ikke gjort byggetekniske vurderinger av hvordan dette arbeidet skal gjennomføres eller hvilke maskiner som kan benyttes osv. Pga. de trange arbeidsforholdene vil det være naturlig å tenke seg at utstyr og materialer må fraktes inn med en taubane eller liknende, men det er full ståhøyde hele veien og arbeidene vil likne på tilsvarende prosjekter ellers i landet. For den resterende delen av trappa vil det være riktig å lage en vedlikeholdsplan. Ellers er det viktig å bemerke at arbeidsområdet ved fiskefella øverst i trappa må utvides i høyden, og muligens noe i bredden. Her er det trangt og mørkt. Det elektriske anlegget bør derfor forsterkes, og i den forbindelse er det naturlig å vurdere nye lysarmaturer og kabelgate gjennom hele tunnelen. Fangstfella er også tungvint å betjene. Her bør det vurderes å lage til et arrangement som gjør det mulig både å samle, telle, og slippe fisk forbi på en enkel måte. For eksempel kan det etableres en kurv som kan heves med elektrisk kran. Tilsvarende systemer er etablert andre steder. Alternativt kan det etableres automatisk telling med videoregistrering slik at man slipper å håndtere fisken manuelt hvis det ikke trengs.

Avslutningsvis, og helt essensielt, er etablering av dypere inntaksluke til trappa. Fordi vannstanden på oversiden av dammen varierer som funksjon av vannføring og tapping til kraftstasjoner og tapping over dammen, har mangelfull vannføring i laksetrappa vært et stort problem gjennom alle år. Tidligere vurderinger har anslått at inntaket må senkes med ca. 1 meter, og at inntaksluka må kunne justeres fortløpende etter vannivået ovenfor dammen. Inntaket må også utformes slik at det kan stenges helt dersom man ønsker dette, uten lekkasje til tunnelen.

Inngangen til dagens trapp har gjentatte ganger blitt beskrevet som riktig plassert. Samtidig er dette i en viss konflikt med utløpet av kraftverket på motsatt side fordi fisken gjerne stiller seg opp under dette utløpet. Det har vært ønsker fra lokale interesser om å bygge ny trapp på motsatt side av elva, slik at denne får inngangen plassert i nærheten av kraftverksutløpet. På befaring i høst ble denne lokaliteten synfart, og det var allerede kommet forslag til en trase som følger en sti oppover langs elva. Denne traseen ligger skjernet fra fossen og ligger fint i terrenget. Grunnen er antakelig fjell i stor grad, og en trapp burde være mulig å bygge her. En utfordring er at det meste av fallet befinner seg i traseens nedre del, mens den øvre halvdel er relativt flat. På befaringen fikk vi også se den eksisterende rørgaten som fører vann til kraftstasjonen, og umiddelbart til side for den nevnte traseen. Dette er et spesielt rør, utformet i treverk (Figur 8). Røret er støttet opp på betongbukker på fjell og har et relativt jevnt fall ned fra inntakskanalen ovenfor dammen. Dersom det skal bygges ny trapp i Reinforsen er det naturlig å tenke seg at denne kan bygges i forbindelse med konstruksjon av den planlagte, nye kraftstasjonen. Det er trolig at den eksisterende rørgata da vil saneres, og det virker som denne rørtraseen ville være bedre egnet for bygging av ny laksetrapp enn den traseen som tidligere er foreslått. Berget er allerede avdekket og betongbukkene kan være et utgangspunkt for bygging av nye kummer. På befaringen ble det nevnt at ei ny trapp kan kombineres med et besøksenter for turister. Dette er fullt mulig, men dette har ikke vært et videre tema i denne rapporten. Det er fine muligheter for å bygge en godt plassert inngang til ei trapp på denne siden av elva, men detaljer for dette må tilpasses planer for det nye kraftverket.

Dersom man ønsker å beholde den eksisterende laksetrappa vil det være en fordel at et nytt kraftverk munner ut på samme side, og umiddelbart til side for trappa. Dersom ny kraftstasjon bygges på motsatt side, der det er i dag, er det viktig at fisken ikke lenger får mulighet til å stille seg opp i en utløpskanal, fordi dette er svært uheldig for en effektiv oppvandring i trappa. Det bør vurderes et nytt utløp nærmere fossefoten, og utløpet må sperres effektivt med en varegrind. Varegrinda må tilpasses all oppvandrende fisk, også sjørøye, dvs. at spalteåpningen ikke bør overstige 3-4 cm, alternativt i kombinasjon med en annen form for sperre, slik som et elektrisk felt.

Som et hovedalternativ foreslås at dagens laksetrapp opprustes og at man samtidig eliminerer fiskens mulighet til å gå opp i kraftverkes utløp, enten med å flytte utløpet av kraftstasjonen til motsatt side, eller nærmere fossefoten på samme side som i dag, og forsynt med varegrind. Alternativ 2, og med tilsvarende prioritering, vil være å bygge ei ny trapp på motsatt side av elva, og skreddersydd til en ny kraftstasjon. Dersom dagens kraftverk ønskes beholdt slik det er i dag må det gjøres en vurdering av hvordan fisken kan stoppes så langt ned i utløpskanalen som mulig. Under dagens forhold er det ikke tilfredsstillende at fisken kan vandre opp i kanalen.





*Figur 8. Rørgaten til Reinforsen kraftverk sett oppover. Røret er bygget i treverk med strammebånd.*

## **5 Nedvandring av smolt og vinterstøing**

Nedvandring av smolt og vinterstøing forbi Reinforsen er en farefull ferd. Fisken kan vandre over dammen når det slippes vann eller er flom, eller den kan gå ut gjennom ett av kraftverkene. Teoretisk kan smolten også gå ned laksetrappa, og observasjoner av smolt er beskrevet i Tilsynsrapportene, selv om de ikke kan

sies å være vitenskaplige. Generelt kan man si at det ikke er ønskelig med nedvandring av fisk i en laksetrapp. Grunnen til dette er at smolt har en tendens til å bli forsinket i kulpene og generelt ser ut til å vegre seg for å slippe seg ned for hver kulp. Slik forsinkelse øker med trappas lengde og kan bidra til at vandringen mot havet hindrer smolten i å ankomme i tide (se for eksempel Rikardsen & Dempson 2011). Smoltvandring i laksetrapp er ikke studert i Norge, men for stillehavslaks i Columbia river er det et generelt ønske at smolt ikke benytter fisketrapp (Ed Meyer, pers. medd.). Vandring gjennom Reinforsen kraftverk og Langvatnet kraftverk vil medføre dødelighet som følge av direkte treff fra turbinbladene, og subletale skader på sansesystemet som følge av trykkendringer i vannveiene og skjærkrefter langs tunnelvegger og turbinenes ledesystemer. For vinterstøing må det antas at turbinvandring er ensbetydende med 100 % dødelighet. Det er ikke gjort spesifikke vurderinger på dødelighet hos smolt gjennom turbinene fordi nødvendige tegninger av turbinene ikke har vært tilgjengelige. Generelt kan man si at små turbiner med høy rotasjonshastighet gir høyest dødelighet, og slik sett er Reinforsen kraftverk mindre gunstig for smolt enn Langvatnet kraftverk.

Fisk kan også vandre ned over dammen når det er overløp, men heller ikke dette er ufarlig. I internasjonal litteratur beskrives til dels betydelig dødelighet i fosser med fall over 10 meters høyde, men det antas at dødeligheten er knyttet til faren for å treffe bunn og sider i fosseløpet. Dette er det ikke mulig å vurdere for Reinforsen uten nærmer studier, men det må antas at vandring ned den naturlige fossen er tryggere enn å vandre gjennom kraftverkene, i hvert fall for vinterstøing. Vi vet at laks vandrer ned høye fosser ellers i Norge, blant annet i den 40 meter høye Granfossen i Verdalselva, men det er ikke kjent om det er gjennomført dødelighetsstudier i disse fossene. Om det skal gjennomføres tiltak i selve fosseløpet for mer skånsom nedvandring hos fisk, må dette vurderes om sommeren etter nærmere studier.

I denne studien har det ikke vært tilgang til vannføringsdata for Langvatnet kraftverk, og det har dermed ikke vært mulig å vurdere sannsynligheten for at smolt og vinterstøing som nedvandrer fra Rana vil gå "opp" Langvassåga og videre inn inntaket til Langvatnet kraftverk. Fra vannføringsdata for Reinforsen (Figur 1 og 2) kan det se ut til at nedvandringen faller sammen med vannslipp/flom over dammen, hvilket er positivt, men antakelig vil det være store variasjoner mellom år. Vi vet for eksempel at smoltutvandringen har store variasjoner både i tidsutstrekning og timing (Fjeldstad m. fl. 2012), og at også vårflommen kan variere både i tid, størrelse og utstrekning. Det trenger ikke å være en samvariasjon mellom vannføring og nedvandring, selv om antall nedvandrende smolt ofte er positivt korrelert med vannføring.

Innen oppstart av fiskeproduksjon ovenfor Reinforsen anbefales det at nedvandrinnsforholdene studeres nærmere, og at det følges opp med fiskeforsøk. Områdene i umiddelbar nærhet av dammen er da spesielt interessante. Foran inntaket til Reinforsen kraftverk bør det implementeres et system for å hindre inntrenging av fisk. Det kan være utfordrende å retrotilpasse fiskavledningssystemer foran eksisterende inntak, men ved bygging av ny kraftstasjon bør et krav om en tilnærmet 100 % effektiv fiskesperre på inntaket være ufravikelig, uansett hvor et nytt inntak plasseres. Typisk vil et avledningssystem bestå av en finmasket varegrind foran kraftverksinntaket, i kombinasjon med et trygt nedvandingsalternativ i umiddelbar nærhet av varegrinda. Så langt har det vært gjort vellykkede forsøk med skråstilte varegrinder hvor fisk ledes ut mot siden, eller skråstilte varegrinder hvor fisk ledes opp mot åpninger i overflaten. I begge tilfeller må avstanden mellom spilene i grinda (spalteåpning) være mindre enn smoltens bredde (10-15 mm) for å være 100 %

effektiv, men svenske forsøk har vist gode resultater med spalteåpninger på ca 20 mm (Greenberg m. fl.). Som alternativ vandringsvei bør det benyttes en overflateåpning i dammen, som en forlengelse av åpningene i varegrinda. Studier med ørret (Hunderfossen) og laks (Arendalsvassdraget, Tovdalselva, Storelva i Tvedestrand) i Norge har vist at åpninger i dammen umiddelbart til side for kraftverksinntak kan lokke betydelige mengder nedvandrende smolt til tross for at en trygg varegrind ikke er til stede, noe som tyder på at fisken søker mot åpninger i overflaten dersom disse finnes i nærheten, og vegrer seg mot dykkete inntak. Vannføringen i et overflateutløp er avhengig av elvas størrelse, men internasjonal litteratur anbefaler at 2-10 % av elvas vannføring (inkludert vannføring gjennom kraftverket) bør benyttes for å lokke fisk forbi inntaksområdet. Det eksakte tallet er avhengig av flere faktorer. Generelt vil prosentandelen være lavere i store elver, og effektive sperreinnretninger foran kraftverksinntaket bidrar til at mengden lokkevann kan reduseres.

Når man planlegger en alternativ vandringsvei til side for kraftverksinntaket i Reinforsen bør det på nytt nevnes at den videre vandringen ned fossen må vurderes. Fisk bør ikke slippes direkte ned på berget nedenfor og det kan være potensielle skademuligheter nedover i fossen som kan reduseres ved eksempelvis sprenging. Det er mulig å slippe fisk trygt nedover, for eksempel gjennom et rør, men slike løsninger er ikke forsøkt i Norge. I tillegg må det vurderes om vandringsveien skal ha justerbar luke tilpasset varierende vannivå ovenfor dammen. Når det er større flommer i fossen vil en slik åpning i dammen trolig ha liten betydning, da fisken kan slippe seg over dammen hvor som helst.

## 6 Konklusjoner

Laksetrappa i Reinforsen og selve fossen ble befart i november 2014. På befaringdagen var fossen og trappa uten vassføring, alt vannet gikk gjennom Reinforsen kraftverk. Trappas og tunnelens tilstand ble inspisert og fotografert i sin fulle lengde. Tunnelen er ca. 2 meter bred og 2 meter, og til tross for mindre partier med noe løst fjell virket tunnelen i god stand, og et godt utgangspunkt for en framtidig trapp. Inngangen til trappa har en god plassering.

Trappas nedre del, fra terskel 31 og ned til og med inngangen må ansees som ødelagt i stor grad, selv om fisk antakelig har kunnet vandre inntil nylig. Tersklene er ødelagt og fisk kan skades på armeringsjern og åpninger i betongen. Tolv av tersklene er tilgjengelige i friluft, mens terskel 13-31 kan nås fra tunnelåpningen og et tverrslag nedenfor terskel 20. Fra og med terskel 32 vurderes trappa å være i grei stand, og fra og med terskel 59 er tilstanden god. Det er vanskelig å vurdere om det finnes vanskelige punkter for fiskens vandring i trappa, men generelt er sprangene mellom hver kulp godt innenfor det som er normal standard for norske laksetrapp og vi vet at sjørøye på under et halvt kilo har benyttet trappa. Dette forutsetter at det er tilstrekkelig med vann i trappa, noe som i lange perioder har vært et problem fordi vanninntaket til trappa har ligget for høyt i forhold til vannstanden oppstrøms dammen. For å få trappa i god funksjon må inntaket senkes med ca. 1 meter, og det må etableres en inntaksluke som enkelt kan justeres i henhold til vannstanden. I trappas arbeidsområde i den øvre delen må tunnelens himling strosses ned for å skape tilfredsstillende takhøyde. Fiskefella må bygges om, slik at det blir enkelt å behandle fisken, alternativt at det etableres et automatisk tellesystem. Det elektriske anlegget i hele tunnelen bør utbedres.



Det har vært et lokalt ønske om å bygge ny laksetrapp på motsatt side av fossen. Dette er fullt mulig og den mest naturlige traseen vil være å følge dagens rørgate til Reinforsen kraftverk. Planene om nytt kraftverk i Reinforsen vil være avhengig av, og vil påvirke en laksetrapp. Det vil være mest aktuelt med ny laksetrapp dersom kraftverket og utløpet fra dette forblir i samme område. Dersom laksetrapp og kraftverk forblir på hver sin side av elva er det viktig at kraftverksutløpet ikke tiltrekker seg oppvandrende fisk i en kanal, slik det er i dag. Utløpet bør trekkes ut mot fossefoten og stenges for fisk med varegrind. Dagens trappeløsning har fungert brukbart, men det har vært problematisk at fisk har gått opp i utløpskanalen og blitt stående. Helst burde et nytt utløp munne ut ved dagens inngang til laksetrappa. Med andre ord finnes det flere alternative og gode løsninger for oppvandring av laksefisk i kombinasjon med nytt kraftverk. Opprusting av den eksisterende trappa ansees som hovedalternativ, mens ei ny trapp på motsatt side vil være mest aktuelt hvis det bygges nytt kraftverk med utløp på samme side som i dag, der inngangen til ei ny trapp kan skreddersys dette utløpet.

Nedvandring av fisk forbi Reinforsen er uoversiktlig og forskjellige forhold trenger videre studier. Inntaket til Reinforsen kraftverk bør stenges for smolt og vinterstøing med tilnærmet 100 % effektivitet og det må i tillegg anlegges en alternativ vandringsvei umiddelbart til side for inntaket til kraftverket. Det er nødvendig å skaffe kunnskap om når fisk kommer til å vandre ned, og deretter må det vurderes om det er sannsynlig at fisk vandrer inn i Langvatnet og inntaket til Langvatnet kraftstasjon. Vandring gjennom turbinene er uønsket, og om dette er sannsynlig må nødvendige tiltak vurderes, for eksempel med sperrer eller skremme/lokketiltak ved samløpet mellom Langvassåga og Rana.

## 7 Referanser

Berg, M. 1964. Nord-norske lakseelver. Johan Grundt Tanum forlag. 300 s.

Fjeldstad, H. P., Uglem, I., Diserud, O. H., Fiske, P., Forseth, T., Kvingedal, E., Hvidsten, N. A., Økland, F. & Järnegren, J. A. 2011. A concept for improving smolt migration past hydropower intakes. *Journal of Fish Biology* **81**, 642–663

Greenberg, L., Calles, O., Andersson, J., & Engqvist, T. 2012. Effect of trash diverters and overhead cover on downstream migrating brown trout smolts. *Ecological engineering* **48**, 25-29.

Rana kommune. 2010. Innspill til konsesjonsvilkår for reguleringene i Ranavassdraget. av 28. juni 2010.

Rikardsen, A. & Dempson, J. B. (2011). Dietary Life-support: The Food and Feeding of Atlantic Salmon at Sea. Kapittel 5 i Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A. & Skurdal, J. (Editors). *Atlantic Salmon Ecology*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd. 467 pp. ISBN 978-1-4051-9769-4.

Tilsynsrapportene. 1972-2007. Årlige rapporter fra tilsynsmenn Alf Jacobsen/Torleif Frøysa basert på dagboka fra laksetrappa i Reinforsen. Kopiert med tillatelse fra Torleif Frøysa, november 2014.



Teknologi for et bedre samfunn

[www.sintef.no](http://www.sintef.no)