

Rapport

Laksen tilbake til Sira og Moisåna?

Vandringsutfordringer og produksjonspotensial

Forfatter

Hans-Petter Fjeldstad



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

Laksen tilbake til Sira og Moisåna?

Vandringsutfordringer og produksjonspotensial

EMNEORD:

Laks

VERSJON

1

DATO

2013-10-17

FORFATTER

Hans-Petter Fjeldstad

OPPDRAGSGIVER(E)

Sira Kvina Kraftselskap

OPPDRAGSGIVERS REF.

Per Øyvind Grimsby

PROSJEKTNR

12X864

ANTALL SIDER :

23

SAMMENDRAG

Dersom det etableres fiskepassasjer opp til Lundevatn vil laks kunne vandre opp i Sira ovenfor Tonstad og opp til Kvitingen i Moisåna. Naturlig rekruttering av laksunger i vassdraget forutsetter at vannkvaliteten kommer opp på et bærekraftig nivå, som i dag ikke er tilfellet. Med tilfredsstillende vannkvalitet anslås det at kan fiskes flere tonn laks i Sira. For å oppnå toveis vandring forbi dammen i Lundevatn må det bygges fisketrapp/transport av laks i Rukanfossen, og det må etableres tekniske løsninger som hindrer laksesmolt og vinterstøing i å gå inn i inntaket til Åna-Sira kraftverk. Det sistnevnte er en utfordring, fordi det i Norge er liten erfaring med slike løsninger. Trappeanlegg i Rukanfoss vil bli ett av landets største og mest kostbare, men ansees som fullt gjennomførbart. Investeringer til vandringsanlegg vil beløpe seg til flere titalls millioner kroner, i tillegg til årlige kostnader til kalking av vassdraget.

UTARBEIDET AV

Hans-Petter Fjeldstad

SIGNATUR



KONTROLLERT AV

Håkon Sundt

SIGNATUR



GODKJENT AV

Magnus Korpås

SIGNATUR



RAPPORTNR

TR A7349

ISBN

978-82-594-3569-9

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
02	2013-10-17	Utsendt til oppdragsgiver

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn.....	4
2	Vassdragsbeskrivelse	4
2.1	Historisk tilbakeblikk	6
2.2	Hydrologi.....	7
2.3	Fysisk habitat for laks.....	10
2.3.1	Fra Åna Sira til Lundevatn.....	10
2.3.2	Sira ved Sirnes.....	11
2.3.3	Moisåna	12
2.3.4	Sira oppstrøms Tonstad	15
3	Vandringshindringer	16
3.1	Oppvandring	17
3.1.1	Logsfoss.....	17
3.1.2	Rukanfoss (Helvetesfoss).....	18
3.2	Nedvandring (smolt og vinterstøing av laks)	19
4	Produksjon av laks.....	21
5	Oppsummering.....	22
6	Referanser.....	23

1 Bakgrunn

Fra naturens side har laksen vært forhindret fra å komme videre opp fra Åna Sira på grunn av vandringshinderet i Rukanfoss (Helvetesfoss), rett nedenfor Lundevatn. Dette har gitt en begrenset strekning på ca. 1.5 km mellom fossen og sjøen til produksjon av laks og sjøørret. Opp gjennom historien har det vært flere planer og ønsker om å få laksen videre opp i vassdraget. En laksetrapp ble faktisk realisert i 1880-årene, men resultatene av denne var begrenset. Redusert vannkvalitet som følge av sur nedbør og omfattende kraftutbygging har bidratt til at utfordringene med å få Sira vassdraget som lakseelv har vært store. Til tross for dette er det fortsatt ønske om å få laksen opp i de forskjellige vassdragsdelene, både fra lokalpolitisk hold og blant interessegrupper. I utgangspunktet er det ikke kraftverkene i Åna Sira som forhindrer laksens vandring opp i Lundevatn. Sira Kvina Kraftselskap (SKK) er likevel en viktig aktør i vassdraget og har ønsket å bidra til at mulighetene for laks i vassdraget skal utredes. Denne rapporten er bestilt av SKK, og mandatet har vært å se på utfordringer knyttet til laksevandring, både opp og ned, samt potensialet for produksjon av laks i de ulike grenene av vassdraget, uavhengig av økonomiske konsekvenser og juridiske ansvarsforhold. Konklusjonene i rapporten tar utgangspunkt i at vannkvaliteten i vassdraget ikke er begrensende for noen av laksens livsstadier. Dette betinger at vannkvaliteten må forbedres i store deler av vassdraget i forhold til dagens situasjon (Haraldstad m. fl. 2012). For å analysere produksjonspotensialet for laks er det en lang rekke data som må innhentes for å oppnå et godt estimat. I dette prosjektet har det ikke vært rom for omfattende feltarbeid. I stor grad er det gjort overslagsberegninger ut fra generelle metoder, samt studier av kart, rapporter, og en befarings til fots og med bil langs de antatt lakseførende strekningene oppover i vassdraget. For eksempel er det usikkert hvor langt laksen i dag vil kunne gå oppover i Sira fra Sirdalsvatn. Her har det vært nødvendig å benytte skjønn og informasjon fra lokalkjente. I tillegg er det tatt utgangspunkt i de aktuelle vannføringsforhold under dagens kraftverksdrift. Det er usikkert hvordan dette kan bli i framtiden, og hvilke muligheter som finnes for å bedre forholdene ved å endre vannføringsforholdene på de enkelte strekningene. Vandring av laks opp i Lundevatn innebærer prinsipielt en innføring av en ny art. Dette krever en tillatelse fra miljømyndighetene, på samme måte som bygging av trapper krever tillatelse fra vassdragsmyndighetene. Disse spørsmålene er ikke drøftet i rapporten.

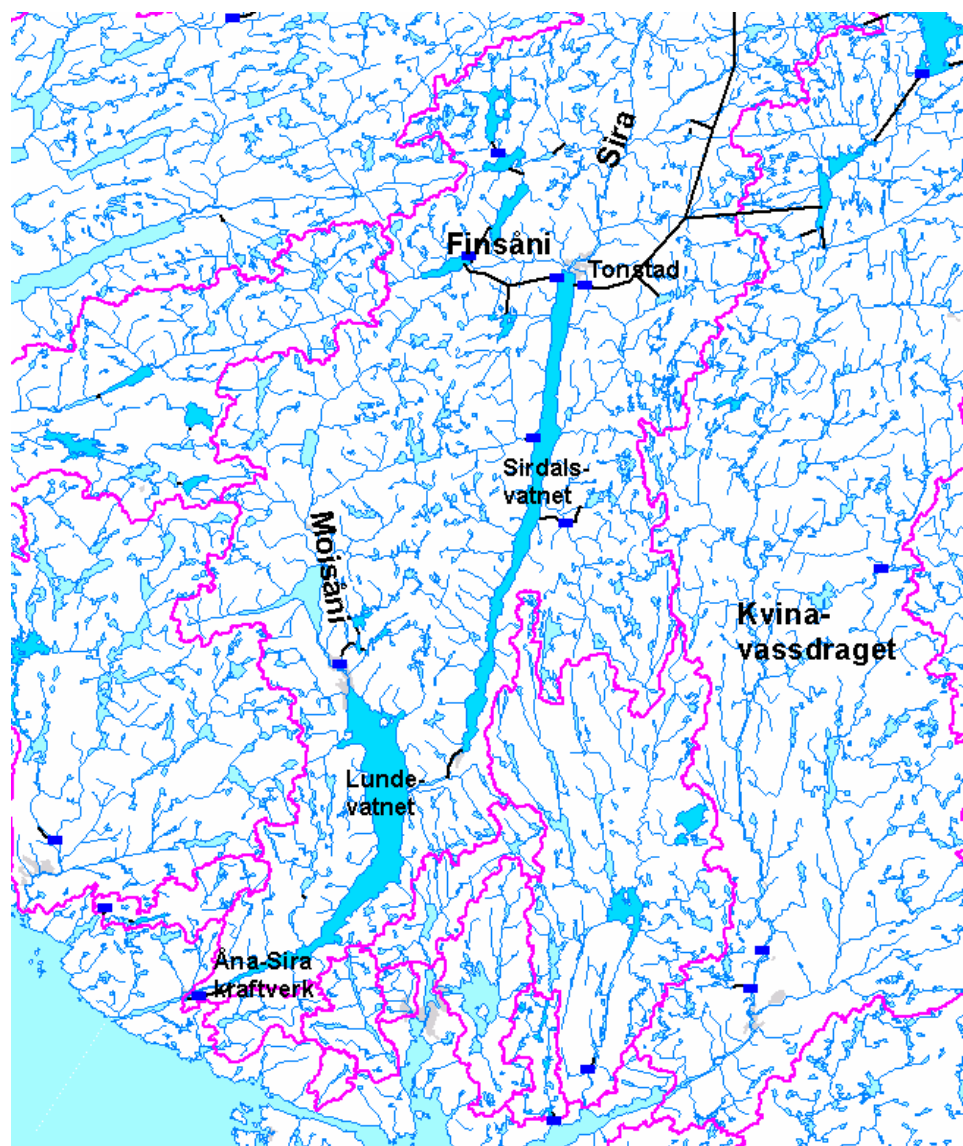
2 Vassdragsbeskrivelse

Siravassdraget er 11-12 mil langt og renner hovedsakelig i sørlig retning. Det er dermed et av de store vassdragene i det sørlige Norge. Ved munningen i havet ved Åna-Sira er det totale nedslagsfeltet drøyt 1900 km². Vassdraget har sine kilder i området der Aust-Agder, Vest-Agder og Rogaland møtes, og hovedgrenen munner ut i Sirdalsvann ved Tonstad, der nedslagsfeltet er 1528 km². Den største sideelva er Moisåna, som renner inn i Lundevatn fra nordvest, og har der et nedslagsfelt på 209 km² (Figur 1 og Figur 2). Foruten Moisåna er det få store sidevassdrag, og de nedre delene av vassdraget er dominert av de store innsjøene Lundevatn og Sirdalsvatn.

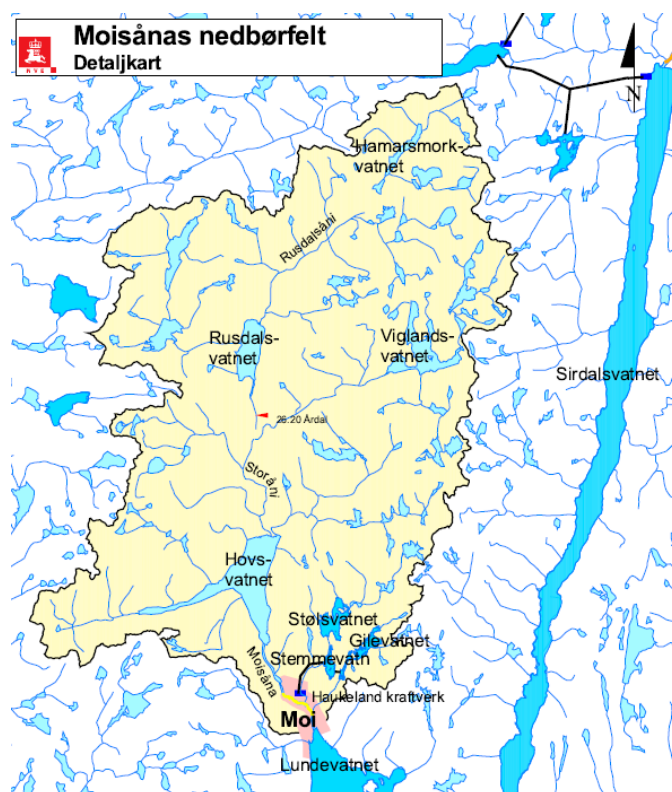
Sidevassdraget Finså renner inn i Sira like oppstrøms Sirdalsvatn. Her ble vassdragets første kraftverk bygget på 1960-tallet. Tonstad, en av Norges største kraftstasjoner, kom i drift i 1968, og fikk i tillegg overført vann fra deler av nedslagsfeltet til Kvina. Tonstad ble utvidet på 70-tallet, samtidig med at Duge og Tjørhom kraftverk ble satt i drift i øvre deler av Sira. Åna-Sira kraftverk ble bygget for å utnytte energien fra Lundevatn og ned til sjøen.

Laksen i vassdraget har sin naturlige utbredelse opp til Rukanfoss (Helvetesfoss) rett nedstrøms Lunde vatn, en strekning på ca. 1.5 km. Etter at Åna-Sira kraftverk ble bygget har den lakseførende strekningen hatt sterkt redusert vassføring.

På slutten av 1960- og begynnelsen av 1970-tallet ble Sira- og Kvina-vassdragene for alvor rammet av forsurening. En stor del av vannene oppe på fjellet langs hovedvassdragene ble fisketomme i denne perioden (Sevaldrud og Muniz 1980). Sira-Kvina utbyggingen ble på forhånd antatt å ha betydelige negative effekter på fisk. I en del tilfeller har dette slått til, men det er også flere eksempler på at skadene ikke har blitt så omfattende som antatt. På vannkvaliteten (pH), har effektene vist seg å være positive. Mellquist (1972) påviste at reguleringen bremsset forsuringsutviklingen. De siste 20 årene har vannkvaliteten forbedret seg på grunn av redusert sur nedbør (Enge 2009), men vannkvaliteten i Sira er i dag fortsatt for dårlig til at laks kan gjennomføre sin livssyklus i vassdraget (Haraldstad m. fl. 2012). Til tross for dette fanges det noen hundre kilo laks mellom sjøen og Lunde vatn hvert år, men det er ukjent hvilket opphav fisken har.



Figur 1. Nedre del av Siravassdraget (fra Petterson 2010).



Figur 2. Nedslagsfeltet til Moisa, med Rusdalsvatnet og Hovsvatnet som viktige innsjøer (fra Drageset 2002).

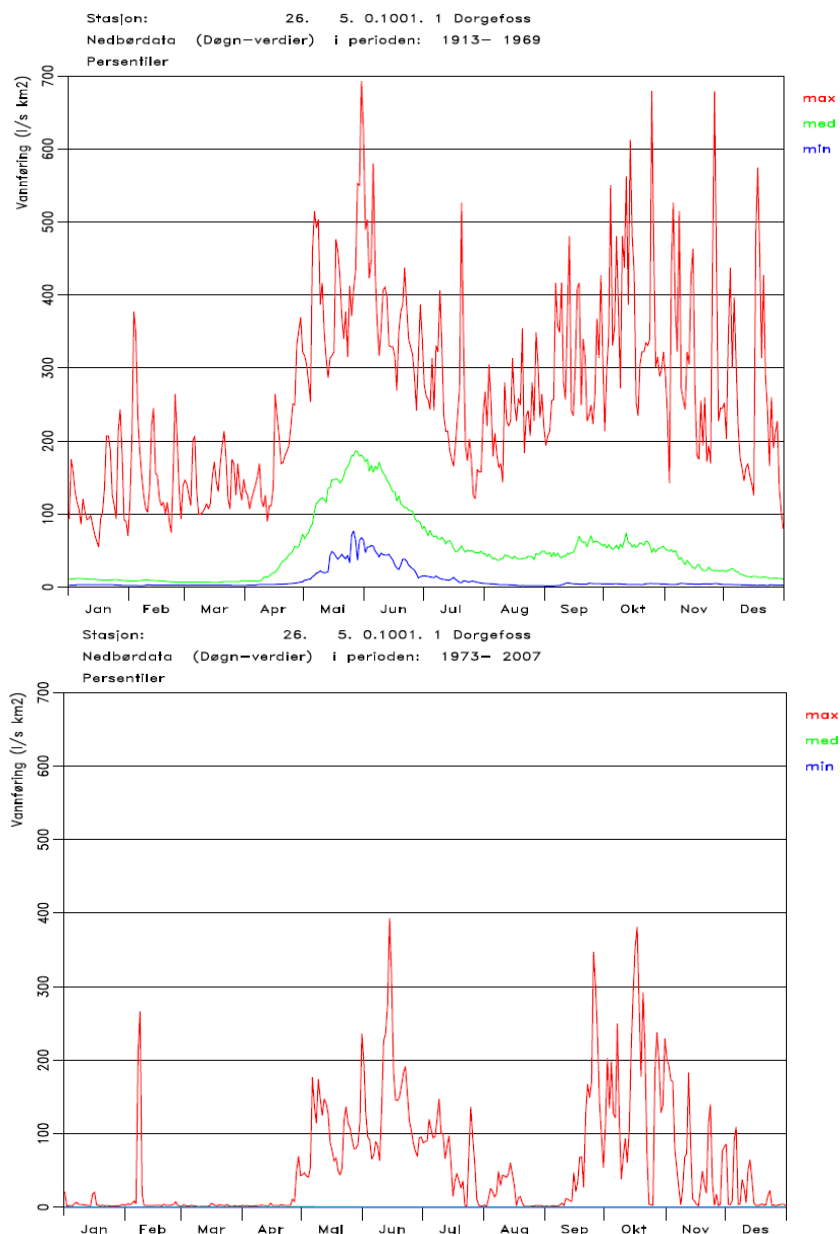
2.1 Historisk tilbakeblikk

Inspirert av resultater fra vellykkete laksetrappet i USA og på de Britiske øyer på slutten av 1800-tallet, ble det rundt 1880 satt i gang et kolossalt prosjekt av fiskeriinspektør Landmark, for å få laksen i Sira forbi Rukanfoss og videre opp i vassdraget (Landmark 1884-a). Det spesielle med Sira var at vassdraget var stort, men den lakseførende strekningen kort. Potensialet for en økning av laksebestanden var således stort. Dette var et rent kommersielt foretak, der fiskeretten fra indre fjord og opp til Lundevatn ble kjøpt opp, og man forventet å tjene penger på fangst av voksen laks og salg av rogn og yngel til andre vassdrag. Landmark beskrev ganske riktig at grunnlaget for en bærekraftig bestand i vassdraget på sikt ville være produksjonsområdene i Moisa og Sira ovenfor Lundevatn. Det ble derfor bygget laksetrapp i Logsfossen og videre en vandringspassasje i treverk på total 785 meter, hvorav selve trappen var 285 meter lang, for å passere den drøyt 27 meter høye Rukanfossen (Landmark 1884-b). Norges største klekkeri ble anlagt ovenfor Logsfoss. Til å begynne med var resultatene av dette prosjektet oppløftende. I 1880 ble det satt ut 50000 yngel i Sira. Som resultat av klekkeridriften økte dette tallet til nesten 2 millioner yngel i 1894, et betydelig tall. Deretter gikk produksjonen nedover, økonomien i prosjektet ble dårligere, inntil rettighetene til elven ble solgt til nye eiere i 1913. De nye eierne ønsket å benytte elva til kraftproduksjon. Årsaken til nedgangen i fisket er noe usikker, men i følge Rosseland (1967) var fiskeriinspektør Landmark på befaring i Logsfoss allerede i 1927 sammen med Fridtjof Førstund. I samtale med Rosseland fortalte Førstund at pH-målingene gjort på denne befaringen var så lave at det ble konkludert med at fisken hadde problemer med å overleve. Dette indikerer at sur nedbør var en medvirkende årsak til at "lakseeventyret" tok en slutt i Sira.

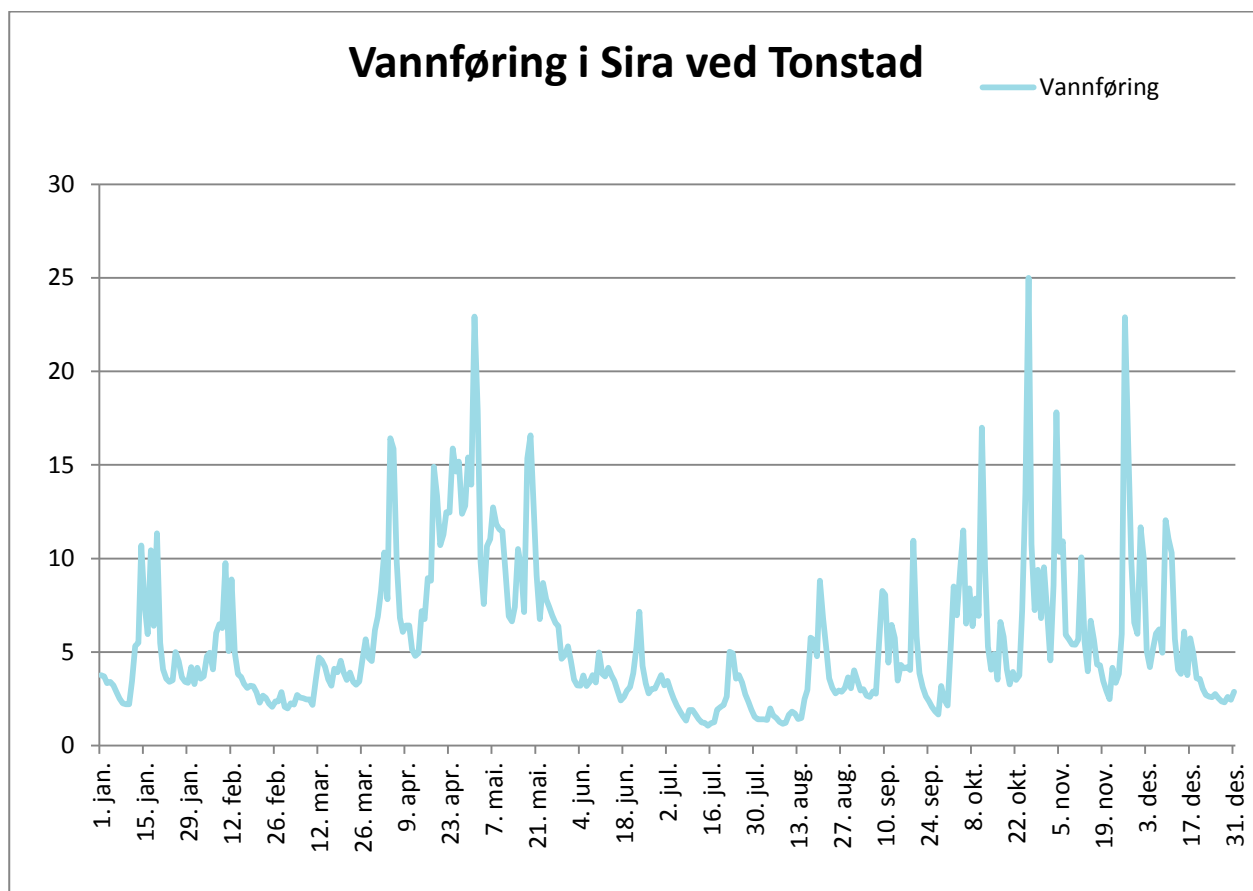
Det har hersket en del usikkerhet omkring hvordan trappene i Sira påvirket laksebestanden i øvre deler av vassdraget, og hvor mye voksen laks som ble fanget den gangen. I en rapport av Rosseland (1967) finnes flere interessante opplysninger om dette. Det ser ut til at all oppvandrende laks ble fanget i en felle rett oppstrøms Logsfoss, hvor fisken selv gikk inn i et stamlaksbasseng. Det oppgis at all laks ble talt og de fleste merket, med unntak av noen få mindre laks som passerte uten å bli fanget. Den store laksen ble brukt i klekkeriet, og kun smålaksen ble sluppet videre opp i trappa i Rukanfoss. Tall fra perioden 1885-1993 viser at antall fanget voksen laks varierte mellom 172 (i 1889) og 540 (i 1891). Dette inkluderer alle størrelser av fisk, og må karakteriseres som et beskjedent antall for et stort vassdrag. Av disse varierte antall smålaks fra 68 (1889) til 240 (1891). Hvis det kun var disse som fikk passere trappa i Rukanfoss, er det klart at det var en svært beskjeden bestand oppover i vassdraget. I 1968 skrev Kristoffer Salvesen i et brev til stortingsmann Jon Leirfall: "Trappene var stengt, øvre ende var ikke sluppet opp i Lundevandet. Det var jo en skandale, men bevist at så er tilfælde" (gjengitt i Salvesen 2002). Det kan altså virke som antallet laks ovenfor Rukanfossen har vært minimalt.

2.2 Hydrologi

Sira er et sterkt regulert vassdrag. Fra de øvre kraftstasjonene, Duge og Tjørhom går mesteparten av vannet i overføringstunneler via Homstølvatn direkte til Sirdalsvatn gjennom Tonstad kraftverk. Tilsvarende går vannet fra Finså direkte til Sirdalsvatn via Finså kraftverk. Vassføringen i Sira ovenfor Sirdalsvatn er derfor sterkt redusert, spesielt i sommermånedene (Figur 3 og Figur 4).



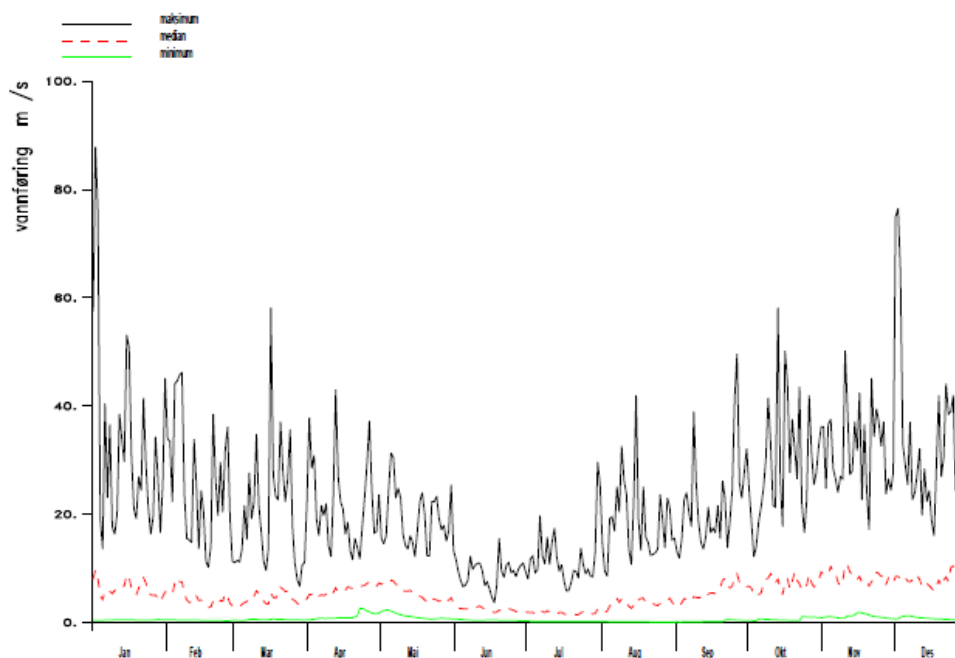
Figur 3. Vassføringsmålinger ved Dorgefoss, ca. 20 km ovenfor Sirdalsvatn i perioden før regulering (øverst) og etter regulering (nederst). Rød kurve viser maksimalverdier for perioden, mens grønn og blå viser henholdsvis median og minimumsverdier. Legg merke til at i perioden etter regulering er den blå og grønne kurven knapt synlig på den gitte målestokken, mens det fortsatt forekommer flommer, særlig sommer og høst. (fra Petterson 2010).



Figur 4. Medianverdier av målte vassføringer i Sira ved Tonstad for perioden 1997- 2004 og 2011. Måledata for 2005-2010 er utelatt på grunn av ufullstendige måleserier.

Mellom Sirdalsvatn og Lundevatn, en strekningen på ca 4km, er det i dag høyere vassføring enn før regulering, fordi deler av nedlagsfeltet fra Kvina er overført til Sirdalsvatn. Vassføringen her bestemmes av vassføringen i Tonstad og Finså kraftstasjoner, samt resttilsig i Sira og fordrøyningseffekten i det store Sirdalsvatnet.

Sidevassdraget Moisåna er regulert i mindre utstrekning enn Sira. Haukland kraftverk regulerer mindre enn 10 % av nedlagsfeltet (18 av 209 km², Drageset 2002). Vassføringen er derfor ganske lik naturlig vannføring. Figur 5 viser målte vassføringer fra stasjonen Storåni (NVE stasjon 26.20 Årdal) mellom Hovsvatn og Rusdalsvatn.



Figur 5. Flerårsstatistikk for vannføring i Moisaåna for perioden 1971-1994. Kurvene viser henholdsvis maksimal (svart), median (rød) og minimumsverdier (grønn) for vannføring i perioden og indikerer at de laveste vannføringene er om sommeren, mens vintervannføringen er relativt høy (Fra Drageset 2002)

2.3 Fysisk habitat for laks

Dette kapitlet er basert på en visuell befaring av vassdraget over to dager (4. og 5. juli 2013), og er ikke en vitenskapelig kartlegging av de ulike vassdragsavsnittene. I første rekke er det et grunnlag for å vurdere omfanget av en eventuell framtidig laksebestand i Sira og Moisaåna, forutsatt at fisken kommer opp og ned på sin vandring, og at vannkvaliteten er tilfredsstillende for alle laksens livsstadier.

2.3.1 Fra Åna Sira til Lundevatn

Den 1.5 km lange strekningen karakteriseres av svært lav vannføring i store deler av året. Den øverste delen fra Rukanfoss og noen hundre meter nedover består av stor blokk og stein med rolige partier innimellom (Figur 6). Videre nedover finner vi et lengre stille parti, demmet opp av et naturlig steinskred. Gjennom dette skredet renner Logsfossen, et vandringshinder for oppvandring av laksen, med en høyde på ca. 8 meter (Landmark 1884-b). Her renner vannet delvis nede imellom steinblokkene. Strekningen er preget av påvirkning fra store flommer, og mangel på sedimenttilførsel, som er typisk nedenfor store innsjøer (Lundevatn). Det ser altså ut til være mangel på gyteplasser i form av egnet gytegrus, selv om det nylig er gjort forsøk på grusutlegging. Strykpartiene kan være godt egnede leveområder for større laksunger, mens de rolige partiene er mindre egnede for ungfisk av laks.



Figur 6. Parti av Sira nedenfor dammen i Lundevatn. Bildet til venstre viser et strykparti gjennom karakteristisk storsteinet ur og bildet til venstre viser et stille parti ved lav vassføring.

2.3.2 Sira ved Sirnes.

Strekningen mellom Sirdalsvatn og Lundevatn er ca. 4 km lang og framstår som det Sira i sin tid var, nemlig en stor elv. Her renner alt vannet fra Siras nedslagsfelt, samt en stor del av vannet fra Kvina. Vassføringen er relativt stabil gjennom året, tilsvarende produksjonen i spesielt Tonstad kraftverk. Strekingen er bred og til dels dyp, og på befaringen var det vanskelig å danne seg et inntrykk av bunnforholdene, men vannhastighetene på deler av strekingen ble vurdert til å være gunstige, både for sportsfiske, gyting og oppvekst for ungfisk av laks. På den øvre delen har det visstnok vært gjort kanaliseringsarbeider, mens elva virker naturlig på store deler av strekingen, og det ble observert fine partier med naturlig grus (Figur 7).



Figur 7. Sira nedenfor Bakke bru (RV 946). Elva danner her naturlige overganger mellom stryk og hølør og ser velegnet ut for både ungfisk av laks og voksen fisk.

2.3.3 Moisåna

Moisåna renner inn i Lundevatn fra nord-vest ved tettstedet Moi. Gjennom Moi veksler elva mellom stille partier og stryk med grovt bunnmateriale. En fisketrapp er etablert forbi en ca. 3 meter høy betongterskel ved den gamle fabrikk i sentrum. Ovenfor NorDan vindusfabrikk ligger et lite elvekraftverk (Moi E-verk) med en inntaksterskel av betong (Figur 8). Begge lokalitetene ble vurdert til å være mulig å forsere for voksen laks, men kraftverksinntaket kan være et hinder (dødlighet) for nedstrøms vandring for smolt og vinterstøing.



Figur 8. Fisketrappa i Moi sentrum til venstre og inntaksdammen til Moi E-verk i Kvernfossen ovenfor NorDan vindusfabrikk til høyre.

Videre oppover til Hovsvatn er det en strekning på en drøy kilometer med fine områder for både gyting og oppvekst av laks. Naturlig grus, stryk, kulper og naturlige øyer skaper varierte leveområder. På denne strekningen er det også kjente plasser for stor ørret, som antas å vandre ned fra Hovsvatn for å benytte området til gyting (Per Chr. Salvesen pers. medd.) (Figur 9).



Figur 9. Området av Moisaåna nedenfor Hovsvatn. Strekningen er delvis omgitt av beitemark og framstår som gode leveområder for fisk.

Mellom Rusdalsvatn og Hovsvatn, en strekning på drøyt 6 km (se Figur 2), heter elva Storåni. Dette framstår som en av vassdragets fineste, sammenhengende gyte- og oppvekstområder for laks (Figur 10). Flere mindre sidebekker bidrar med tilførsel av egnet grus, og vannføringsmålinger (Figur 5) viser at elva i et normalt år har god vassføring gjennom alle sesonger. Lav vintervassføring, som i litteraturen har vist seg å være en flaskehals for overlevelse hos ungfisk, ser ut fra Drageset (2002) ikke ut til å være et stort problem. Som sportsfiskeelv er Storåni relativt grunn, men dypere kulper finnes på hele strekningen. For voksen laks kan det også antas at både Hovsvatn og Rusdalsvatn kan fungere som refugier i lavvannsperioder om sommeren.



Figur 10. Typisk strekning av Storåni i Moisaåna. Elva veksler mellom grunne kulper og stryk, og bunnforholdene virker godt egnet både for gyting og som skjulområder for ungfisk av alle årsklasser.

Videre ovenfor Rusdalsvatn heter elva Rusdalsåni. Her fortsetter fine områder for fisk, men elva er mindre og smalere, og opp mot det endelige vandringshinderet ved Kvitingen (drøyt 5 km ovenfor Rusdalsvatn) kan elva karakteriseres som en stor bekk. Ved Kvitingen møtes flere bekker nede i et gjel, og videre vandring ved hjelp av fisketrapper ble vurdert som uaktuelt da de enkelte bekkene er små og fossefallene store. Med gode vannhastigheter og godt egnet bunnsstrat ble strekningen vurdert som godt egnet for både gyting og oppvekst hos laks (Figur 11).



Figur 11. Rusdalsåni ved brua oppstrøms Indre Moen. Elva har gode fallforhold og velegnet bunn for gyting og oppvekst av laks.

Flere mindre sidevassdrag munner ut i Moisåna og dens innsjøer, men ingen med lange vandringsstrekninger for laks. Flere av disse bekkene har sannsynligvis et potensial for produksjon av laks, men dette ble ikke vurdert på befaringen.

2.3.4 Sira oppstrøms Tonstad

Som vist på figur 3 har Sira på denne strekningen sterkt redusert vassføring, men elvebunnen vitner om store flommer opp gjennom historien. På lange strekninger består bunnen av stor stein og bart fjell (Figur 12). På de nederste strekningene mot Sirdalsvatn er det bygget terskler, antakelig som tiltak for å øke det vanddekte arealet og å skape rekreasjonsområder. Tersklene antas ikke å være vandringshindre for fisk. Under befaringen var det vanskelig å vurdere omfanget av gyteområder. Flere steder ble det observert grus som virket velegnet, men hovedinntrykket var at strekningen under ett er mindre egnet for gyting. Skjulforhold og oppvekstområder for ungfisk ble også vurdert å være under middels gunstige. Den lave vannføringen gjør at vannet blir stillestående i de rolige partiene, mens strekninger med større fall virket brede og grunne. Elveleiet og vassføringen passer ikke lenger sammen. Disse vurderingene er basert på en overflatisk befaring, og en mer nøyaktig undersøkelse må gjøres for å klassifisere disse forholdene.



Figur 12. Sira et par kilometer ovenfor Tonstad. Bart fjell, stor stein og stille områder dominerer området som fiskehabitat.

Et annet usikkerhetspunkt er hvor langt opp i Sira voksen laks potensielt kan vandre. Det ble observert vandringshindre (fossen) både ved Store Bjørnøya og Bjunes, henholdsvis ca. 3 og 5 km opp fra Sirdalsvatn, men begge disse ble vurdert som mulige å passere på en egnet vassføring. I juvet nedenfor Lindeland, ca. 11 km opp fra Sirdalsvatn er det et lengre parti med stort fall og fosser. Umiddelbart virket dette som en endelig barriere for vandring av voksen laks, men her kreves det flere undersøkelser for å bekrefte eller avkrefte dette. Trolig finnes det opplysninger om hvor langt storørreten i Sirdalsvatn vandrer, men disse opplysningene har ikke vært tilgjengelige. Ved utløpet av innsjøen som dannes ved Lindeland er det bygget en betongterskel og ei bru (uten vei!). Dersom fisken kan vandre helt hit opp vil terskelen være et vanskelig hinder, men her kan det bygges trapp. Elva ble ikke besiktiget videre oppover.

3 Vandringshindringer

Under beskrivelsen av fiskehabitat (Kap. 2) er det beskrevet enkelte vandringshindre både i Sira ovenfor Tonstad og i Moisåna. Det er likevel Rukanfoss og dammen ved utløpet av Lundevatn som må betraktes som elvas vandringshinder, da de omtalte hindringene lenger oppe kan avbøtes med enklere midler. Logsfoss og fisketrappen i fossen er også et betydelig vandringshinder, selv om laks passerer fossen i dag.

3.1 Oppvandring

3.1.1 Logsfoss

Avstanden fra Logsfoss (som munner ut i samme basseng som Åna Sira kraftverk) og ned til sjøen er kun noen hundre meter. Periodevis innblanding av saltvann helt fram til utløpet av kraftverket gjør at produksjon av laksesmolt nedenfor Logsfoss må antas å være svært begrenset (Haraldstad m. fl. 2012), men dette er ikke undersøkt videre i dette prosjektet. På grunn av den lave vassføringen i Logsfoss kan inngangen til trappa være vanskelig å finne for oppvandrende laks. Fisken vil normalt vandre mot hovedstrømmen, som kommer ut av turbinene, og dette ligger ca. 100 meter fra utløpet fra fossen. Ideelt sett bør inngangen til vandringskorridoren (trappa i Logsfoss) ligge umiddelbart ved siden av kraftverksutløpet. Både i Mandalselva og i Nidelva (Arendal) er det vist at tilsvarende vandringsproblemer kan forsinke oppvandringen med flere uker (Thorstad m. fl. 2003). I fossen er det bygget en rekke betongterskler for å lette laksens oppgang i fossen, men konstruksjonene er delvis ødelagt (Figur 13). Til tross for dette vandrer fisken tydeligvis forbi.



Figur 13. Laksetrappa i Logsfossen. Fisken kan vandre opp ei renne inntil berget på østre breidd. Vandringskorridoren er en blanding av steinblokker og støpte terskler, og vannet renner delvis innimellom steinblokker. Tersklene er delvis ødelagt, og reparasjoner og ombygginger er nødvendig flere steder.

Bedre vandring i trappa kan sikres med en ombygging av trappa, men i første omgang med den eksisterende traséen, og ikke den nevnte inngangen ved utløpet av kraftstasjonen. (Det sistnevnte vil være et helt annet prosjekt kostnadsmessig, og kan i så fall tenkes kombinert med å fange fisk som kan fraktes helt opp over dammen ved Lundevatn.) Ombygging med nye terskler i betong og tetting av vannlekkasjer ansees som en overkommelig teknisk jobb, men i denne rapporten vurderes ikke detaljløsninger for arbeidene. Det er atkomst til øvre del av Logsfossen via en grusvei fra øst. Erfaringstall for bygging av laksetrapp (2001-tall fra Direktoratet for Naturforvaltning) tilsier at total kostnader for bygging av kulptrapper er i området 50-350 000 kroner pr. høydemeter trapp. Legger man nivået omkring 150 000 kroner (dette er ikke en spesielt vanskelig jobb), og regner

med 5 høydemeter som må ombygges, ender prisen på 750 000,- kr. (2001). Dette tallet må minst dobles som følge av prisøkning i bygg- og anleggsvirksomheten (SSB 2013). Av dette kan man regne med at arbeidspenger representerer ca. halve beløpet.

3.1.2 Rukanfoss (Helvetesfoss)

Vandring forbi Rukanfoss og dammen på Lundevatn, en fallhøyde på ca. 30 meter, må regnes som ett av Norges største trappeprosjekter. Det er bygget vellykkete trapper over høyere fall i Norge, og det er også bygget trapp i Rukanfoss tidligere. Oppgaven er med andre ord overkommelig. Flere løsninger er aktuelle:

- 1) En tradisjonell kulptrapp som en kombinasjon av betong- og sprengte kulptrapper i fjell har rike tradisjoner i Norge, og konseptet er velprøvd. Kulpene kan enten bygges med spalter eller overløp. Trappa fra 1884 (Landmark) og senere tegninger fra 1960-tallet (Per C. Salvesen, pers. medd.) tok utgangspunkt i trapp på elvas østside. Dette ser ut til å være vel begrunnet, med best plass for både konstruksjoner og rigging, i tillegg til at det ser ut til at trappa her kan skjermes mot flommer. For å overkomme høydeforskjellene må det bygges anslagsvis 60 kulper, hver med et fall på ca. 0.5 meter. Detaljerte planer for trasé, eller om trappa bør bestå av flere separate trapper, har ikke vært en del av prosjektet.
- 2) Et annet alternativ er å sprengte en sammenhengende tunnel forbi hele fossefallet, med støpte kulper i tunnelen. Denne løsningen er valgt flere steder i Norge, med godt resultat. En tunnel kan også kombineres med fisketrapp i dagslys. Dette må avgjøres etter valg og trasé, hvor det blant annet må velges side av elva. Valg av trasé er ikke vurdert i dette prosjektet.
- 3) I utgangspunktet er topografien ved Rukanfoss ikke spesielt egnet for en fiskeheis, men dette kan være et tredje alternativ. Det bygges da en kort laksetrapp hvor fisken går inn i et fangstkammer. Deretter løftes fisken i en heis til nødvendig høyde og slippes over dammen. Løsningen benyttes blant annet i Frankrike, men er ikke forsøkt i tilsvarende fosser i Norge. En fiskeheis kan automatiseres, dvs. at den i prinsippet ikke trenger betjening.
- 4) Det siste alternative er en fangstanordning tilsvarende alternativ 3, men i stedet for heis benytter man en form for tankbil (eller tank på tilhenger). Denne løsningen benyttes ved Eivindstad kraftverk i Nidelva (Arendal). Fisken går da selv inn i ei felle, hvorfra den kan løftes om bord i en transportabel tank og slippes ut ovenfor dammen.

Alternativ 4 innebærer at fisken egentlig kan fanges hvor som helst, for eksempel i Logsfoss, der atkomsten er bedre enn nederst i Rukanfoss. Det kan også etableres en felle ved siden av utløpet av Åna-Sira kraftverk, hvor det kan antas at fisken samler seg når den kommer fra sjøen. Ulempen med manuell transport er at man er avhengig av daglig tilsyn og frakt av fisken over flere måneder hver sommer. Det må regnes med som et krav at en vandring i Rukanfossen blir fulgt opp med en eller annen form for registrering av fisk. Dette kan gjøres med automatiske tellere/video, eller manuell registrering på stedet. Begge løsninger er i bruk i Norge, men manuell telling skjer vanligvis i de tilfeller fisketrappa er lett tilgjengelig fra annen aktivitet, for eksempel at den betjenes av personell fra en bemannet kraftstasjon eller lokal sportsfiskeforening i nærheten. I diskusjonen om bemannet/ubemannet vandringsanlegg er det uansett alternativ 1 og 2 som peker seg ut med minst krav til tilsyn.

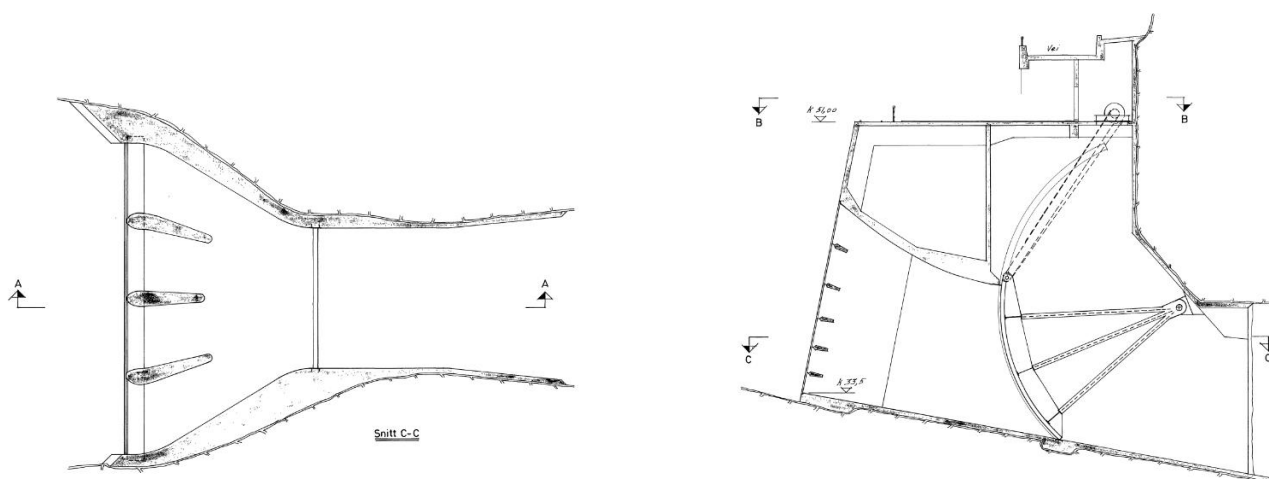
Kostnader for en trapp i Rukanfoss baseres her på erfaringstall. Med de nevnte tall fra Direktoratet for naturforvaltning må man antakelig ta utgangspunkt i de høyeste anslagene, for eksempel 300

000 pr høydemeter. Dette er en stor og omfattende jobb, som da vil komme på 8-9 mill. NOK (2001), og som korrigert for prisstigning minst må dobles (SSB 2013). Den 40 meter høye trappa i Granfossen i Verdalselva (tunnel og kultrapp i friluft) hadde en anslått kostnad på 10-15 mill. NOK (2013-tall, Kåre Myhre, pers. medd.), mens den ca. 35 meter høye trappa i Rafossen i Kvina (fjelltunnel) har et omtrentlig kostnadsestimert på ca. 20 mill. NOK (Per Øyvind Grimsby, SKK, pers. medd.). Den sistnevnte trappa er ennå ikke bygget. Kostnader for slike prosjekt er svært usikre ut fra erfaringstall fra andre anlegg, siden de stedlige forholdene for anleggsdrift varierer i stor grad. Blant annet må det i Rukanfoss tas hensyn til hvordan vannstanden i Lundevatn, og driften av Åna-Sira kraftverk, kan tilpasses byggearbeidene. Dessuten er atkomsten for maskiner i Rukanfossen vanskelig. Det vil derfor være riktig å ta høyde for et kostnadsnivå i øvre nivå blant de nevnte tallene.

3.2 Nedvandring (smolt og vinterstøing av laks)

Laksesmolt ansees å ha sterk vandringsmotivasjon under sin nedvandring. Normalt vandrer fisken raskt nedover naturlige elvestrekninger, og det er mange eksempler på at større innsjøer heller ikke bidrar til spesielt stor forsinkelse i nedvandringen. De nevnte anadrome strekningene i Sira ovenfor Tonstad og i Moisåna er korte, og Sirdalsvatn og Lundevatn trenger ikke være betydelige nedvandringsbarrierer. Det samme gjelder for utgytt laks (vinterstøing). Det bør samtidig påpekes at kunnskap om vandring og navigering hos laksesmolt i innsjøer er svært mangelfull, og at eksemplene over omfatter laksepopulasjoner hvor det må antas at fisken kan være tilpasset innsjøvandring. Slike arvelige egenskaper hos fisken eksisterer ikke i Sira. Et annet ukjent forhold er hvor stort predatorpress som kan finnes i de store innsjøene. Stor ørret vil for eksempel være en potensiell predator for laksesmolt.

Den store utfordringen for smoltutvandring/vinterstøing er inntaket til Åna-Sira kraftverk i Lundevatn (Figur 14)



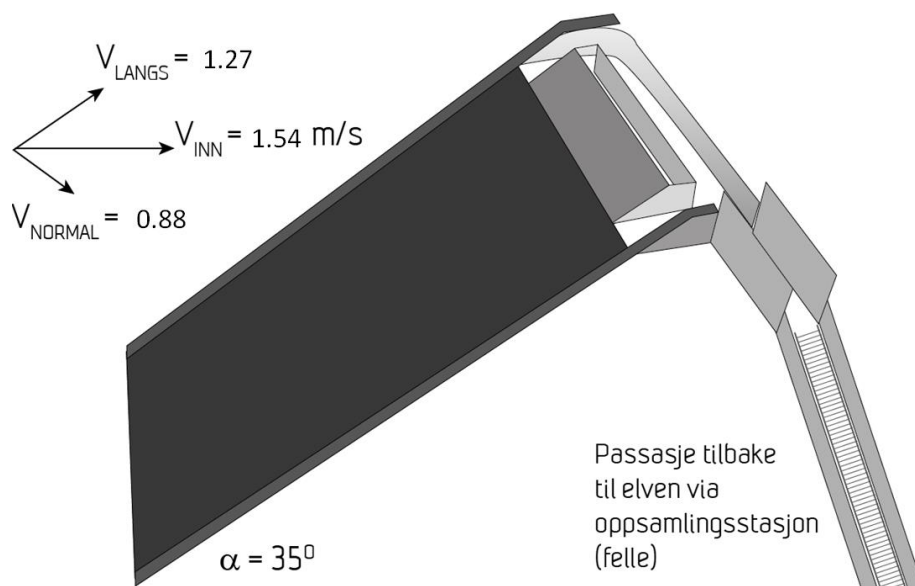
Figur 14. Inntaket til Åna Sira kraftverk i Lundevatn med plantegning til venstre og sidesnitt til høyre. Vannet strømmer fra venstre mot høyre.

I tillegg er det en utfordring at smolten i Moisåna må forbi inntaket til Moi E-verk. Vandring gjennom turbinene i Åna-Sira kraftverk og Moi E-verk antas å være forbundet med høy dødelighet. Det foreligger ikke en detaljert, hydrologisk analyse som forteller oss om flomspill forbi disse inntakene under smoltutvandringsperioden. Det er uansett klart at i normale år går storparten av

vannet gjennom turbinene, og i lys av dyrevelferdshensyn blir en slik analyse mer akademisk enn praktisk interessant. Det må etableres tiltak som sørger for at mesteparten av fisken, dvs. minst 90 %, vandrer ned utenom inntakene. Slike tiltak kan bestå av en rekke løsninger som, enten enkeltvis eller i et samspill, sørger for at vandringsmålet oppnås:

1. Fysiske barrierer foran inntaket i form av varegrinder og fiskefeller
2. Forbislipping av vann
3. Avledningstiltak i form av lysbarrierer eller ledegjerder
4. Alternative vandringskorridorer, for eksempel overtapping umiddelbart ved siden av inntaket

Som sagt kan man tenke seg kombinasjoner av disse løsningene, men det er sannsynligvis helt nødvendig med en effektiv, fysisk sperre foran inntaket i Lundevatn. Her tenkes det på en finmasket varegrind over hele inntaket, som må ha en helning enten horisontalt eller vertikalt for å samle fisk inn i et oppsamlingssystem. Et slikt tiltak vil også være viktig for nedvandring av ål, som er tema for et pågående prosjekt (Thorstad m. fl. 2013). Det er viktig å ha så lave vannhastigheter som mulig mot en varegrind som skal sortere ut fisk. Dette betyr at en framtidig varegrind foran inntaket i Lundevatn bør plasseres før sammensnevringen til den eksisterende varegrinden (Figur 14). Ut fra tegninger fra SKK er dimensjonene på inntaket her (bredde x høyde) ca. 19 x 12 meter, dvs. et areal på drøyt 240 m². Med kraftverkes slukeevne på 375 m³/s betyr dette at vannhastighetene mot varegrinda blir drøyt 1.5 m/s på det meste. En varegrind kan utformes som vist i prinsipp i Figur 15. Figuren viser ett av flere segmenter som må plasseres ved siden av hverandre for å oppnå tilstrekkelig grindbredde. Antall segmenter bestemmes av de stedlige forhold, samt et ønske om å ha minst en fluktåpning for fisk per tiende meters bredde.



Figur 15. Prinsipiell skisse for ett segment i en varegrind (mørk skravur) foran inntaket i Lundevatn. Figuren viser også aktuelle vannhastigheter ved maksimal kraftproduksjon og prinsippet for videre utsiling og telling av nedvandrende fisk via to luker på toppen av varegrinda.

I tillegg er det nødvendig å få den oppsamlete fisken videre ned forbi dammen. Dette kan gjøres i rør eller ei renne, og kan kombineres med en alternativ vandringskorridor og forbislipping av vann.

Tekniske sperresystemer for nedvandrende laks er utviklet i flere land (Sverige, Frankrike, USA), men er lite utprøvd i Norge. Det må antas at gode tekniske løsninger vil kunne utvikles for kraftverkene i Sira, men det vil kreve både utvikling, uttesting og tilpasninger over flere sesonger, som må gjennomføres parallelt med nasjonal forskning på området. Således er det vanskelig å anslå et riktig kostnadsestimat for nødvendige tiltak. I følge NVE (Inntakshåndboka 2006) benyttes kostnader på mellom 11 og 38 000 kr/m² for inntaksrister på mindre inntak. På større inntak vil kostnadene være lavere per arealenhet, men NVE sine estimater tar utgangspunkt i riståpninger på 5 cm. I vårt tilfelle må spalteåpningen reduseres til omtrentlig det halve for at laksesmolt skal kunne siles ut. Med den foreslåtte helningsvinkelen på 35° vil arealet på varegrinda bli ca. 420 m². Selv med de laveste arealkostnadene tilsier dette at varegrinda i seg selv vil koste mellom 4 og 5 millioner kroner. I tillegg kommer kostnader til oppsamlingssystem og videre transportkanal for fisk, samt uttesting og tilpasninger. Behov for ytterligere skremmetiltak/lokketiltak ved inntaksåpningen er ikke vurdert ut fra målet om at en varegrind vil kunne virke alene.

På nytt må det presiseres at slike varegrinder ikke har vært benyttet i Norge, og premisene for beregningene er derfor forbundet med usikkerhet.

4 Produksjon av laks

En laksebestand og ønske om gode vandringsløsninger for laks i Sira er avhengig av potensialet for produksjon av ungfisk i vassdraget. Dette igjen er avhengig av at vannkvaliteten er bærekraftig for at fisken skal overleve gjennom alle sine livsstadier i ferskvann. I den videre vurderingen av produksjonspotensialet for laks er det tatt utgangspunkt i at vannkvaliteten er tilfredsstillende, noe som i dag ikke er tilfellet (Haraldstad m. fl. 2012). I beregningene i tabell 1 er produksjonsarealer for de enkelte delstrekningene i vassdraget vurdert ut fra kart, og elvebredden anslått ved befaring (som virket å være typisk for sesongen). Kvaliteten på arealene er skjønnsmessig vurdert fra befaring, der det kun er benyttet to klasser for produksjonsestimat av kvalitet på oppveksthabitatene, nemlig "lav" (3 smolt/100m² elveareal) og "høy" (10 smolt/100m² elveareal), som foreslått av Forseth og Harby (2013). Strekninger som ble vurdert som gode produksjonsområder ble plassert i klasse "høy" mens strekninger som ble vurdert som mindre egnet ble plassert tilsvarende i klasse "lav". Av tabellen framgår det at de beste arealene ble vurdert å være i Moisåna.

Tabell 1. Estimert årlig produksjon av laksesmolt i Siravassdraget. Uthevete tall er summert i totalsummen.

Elvestrekning	Lengde m	Bredde m	Areal m ²	smolt lav antall	smolt høy antall
Åna Sira	1500	10	15000	450	1500
Sira ved Sirnes	4000	50	200000	6000	20000
Moisåna	3000	20	60000	1800	6000
Hovsvatn-Rusdalsvatn	6200	15	93000	2790	9300
Rusdalsåni-Kvitingen	5200	10	52000	1560	5200
Sira fra Tonstad-Lindeland	12200	20	244000	7320	24400
Totalt					34270

I beregningene er produksjon av laks i vassdragets innsjøer neglisjert. Det er kjent at laksunger kan benytte innsjøer som oppvekstområde, selv om tetthetene normalt er små. En videre vurdering av innsjøene er nødvendig for å gi et estimat for disses bidrag til smoltproduksjonen.

Med en sjøoverlevelse på 8 % tilsvarer dette en potensielt årlig tilbakevandring av voksen laks på drøyt 2700 individ, eller drøyt 8 tonn laks (snittvekt på 3 kg.). Overlevelsesprosenten i dette tilfellet er hentet fra tall fra senere studier (Forseth m. fl. 2006), og kan variere en del mellom år. I enkelte vassdrag regnes fangstresultatet typisk å være 30-70 % av den totale bestanden, en del varierende fra år til år. Det er usikkert hvordan dette forholdet vil kunne bli i Sira, der innsjøene representerer både refugier for fisken, men samtidig fangst med for eksempel faststående redskap (garn). Anslag av potensiell smoltproduksjon, som vist i Tabell 1, er en svært forenklet beregning, men viser at potensialet for et årlig oppfisket kvantum av laks kan bli flere tonn. De relativt korte produksjonsstrekningene tilsier likevel at potensialet ikke vil bli tilsvarende som i vassdrag i nærheten, slik som Bjerkreimsvassdraget og Mandalselva.

5 Oppsummering

Om Sira kan bli et framtidig laksevassdrag ovenfor Lundevatn beror på investeringer i kalking og vandringsanlegg for fisk. Haraldstad m. fl. (2012) har beregnet dette til ca. 8.7 mill. NOK for innsjøkalking av Lundevatn (2 ganger), i tillegg til årlige kostnader på ca. 7.4 mill. NOK for kalkdosering av elvene inn til Lundevatn. De årlige kostnadene antas å kunne sammenliknes med kostnadene for å kalke potensielt lakseførende strekninger i Moisåna og Sira ovenfor Tonstad, men dette må verifiseres.

Produksjonspotensialet for laks ser ut til å være større i Moisåna enn i Sira oppstrøms Tonstad. Beregninger av produksjonspotensial for laks viser at bestanden av voksen fisk i vassdraget til sammen vil kunne bli anslagsvis 5-10 tonn, men beregningene innebærer stor usikkerhet, og mer nøyaktige feltanalyser må benyttes for å vurdere dette tallet.

Kostnader for å få laks opp i Lundevatn via laksetrappet i Logsfoss og Rukanfoss antas å koste i overkant av 20 mill. NOK, men tiltakene er teknisk gjennomførbare. Fangning av laks i feller, og manuell transport over dammen i Lundevatn kan være et alternativ til trappevandring. Teknisk sett er det ikke et stort problem, men kostnader for dette, og praktiske utfordringer knyttet til drift er ikke vurdert i detalj.

I Moisåna vil det være nødvendig å hindre nedvandrende smolt og vinterstøing inn i inntaket til Moi e-verk. Utvikling av en nødvendig fiskesperre foran inntaket til Åna-Sira kraftverk krever at det gjennomføres både utvikling, utprøving og optimalisering av de tekniske løsningene for å oppnå en akseptabel effektivitet (minst 90 %). Kostnader for en effektiv fiskesperre er estimert til mer enn 5 mill. NOK, men premissene for disse beregningene er usikre. Kostnader for Tiltak i Moi e-verk er ikke vurdert.

6 Referanser

Drageset, T.-A. 2002. Flomberegninger i Moisåna ved Moi. NVE-Dokument 1-2002. ISSN: 1501-2840

Enge, E. 2009. Fiskeundersøkelser i Sira og Kvinavassdragene sommeren 2008. (espen.enge@lyse.net)

Forseth, T., Lund, R. A., og Ugedal, O. 2006. Reetablering av laks i Kragerøvassdraget – Forprosjekt- NINA Rapport 145. 28 s.

Forseth, T. og Harby, A. (red.). 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag. NINA temahefte 52-1.

Haraldstad, T., Kroglund, F., Bjerkeng, B. og Hindar, A. 2012. Kalkingsplan for lakseførende strekning av Sireåna i Vest-Agder. ISBN 978-82-577-6064-9

Landmark, A. 1884. Om Laxetrapper. Separattrykk av Norsk Teknisk Tidsskrift. 49 s. med 3 uttrekksplansjer.

Landmark, A. 1884. Artikkel fra Skilling-Magazin.

Mellquist, P. 1972: Statistisk analyse av pH-data fra Sira-Kvina-vassdragene (VN-rapport 1-72, NVE).

Petterson, L.-E. 2010. Flomberegning for Sira ved Tonstad. Norges vassdrags- og Energidirektorat. NVE-Dokument 6-2010. ISSN 1501-2840.

Rosseland, L. 1967. Siravassdraget. Virkning av reguleringen i vassdraget på laksefisket. Ukjent oppdragsgiver.

Salvesen, P. C. 2002. Laks i Lundevatnet og Moisåna. I "Ætter-mål", årsskrift for Lund Historie- og Ættesogelag.

Sevaldrud, I. og Muniz, I. P. 1980: Sure vatn og innlandsfiske i Norge. Resultater fra intervjuundersøkelsene 1974-1979 (SNSF, IR 77/80)

SSB (Statistisk Sentralbyrå). 2013. Statistisk årbok 2013.

Thorstad, E. B., Kroglund, F., Saksgård, R. og Midtbø, R. 2013. Status for ål i Siravassdraget. NINA-Rapport 974

Thorstad, E. B., Økland, F., Kroglund, F. og Jepsen, N. 2003. Upstream migration of Atlantic salmon at a power station on the River Nidelva, Southern Norway. *Fish Management Ecology* **10**, 139–146.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no