

Forslag til tiltak mot pukkellaks i store vassdrag

Innstilling fra nasjonal ekspertgruppe for fiskesperrer



KOLOFON

Utførende institusjon

Ekspertgruppe for fiskesperrer

Oppdragstakers prosjektansvarlig

Gunnbjørn Bremset

Kontaktperson i Miljødirektoratet

Jarle Steinkjer

M-nummer

2451

År

2023

Sidetall

58

Miljødirektoratets kontraktnummer

2022/7319

Utgiver

Miljødirektoratet

Prosjektet er finansiert av

Miljødirektoratet

Forfatter(e)

Pål Adolfsen, Knut Alfredsen, Gunnbjørn Bremset, Bjørn Dalsnes, Morten Kraabøl og Leif Lia.

Tittel - norsk og engelsk

Forslag til tiltak mot pukkellaks i store vassdrag
Proposal for measures against Pink salmon in large rivers

Sammendrag - summary

En tverrfaglig ekspertgruppe med kompetanse innenfor vassdragsteknikk, vassdragshydraulikk, fiskevandring og fiskebiologi, har fått i oppdrag av Miljødirektoratet å utrede tiltak for å hindre oppvandring av pukkellaks i store laksevassdrag som Tanaelva, Neidenelva og Altaelva. Ekspertgruppa var på befaring i nedre deler av de tre vassdragene i slutten av september 2022. En hovedkonklusjon etter befaringer og nærmere vurderinger av tilgjengelig informasjon, er at det er teknisk mulig å etablere fysiske installasjoner i nedre deler av alle tre vassdragene. Felles for alle lokaliteter er at det foreslås felleløsninger på skrå av strømreretningen, og at fellekonstruksjonene består av hovedkomponentene flytelenser, rister og fangstinnretninger. Ekspertgruppa fremhever et betydelig utredningsbehov knyttet til etablering og drift av fiskesperrer i store vassdrag.

4 emneord

Pukkellaks, fiskesperre, Tana, Altaelva, Neiden

4 subject words

Pink salmon, fish barrier, Tana, Alta, Neiden

Forsidefoto

Bjørn Dalsnes

Sammendrag

En tverrfaglig ekspertgruppe med kompetanse innenfor vassdragsteknikk, vassdragshydraulikk, fiskevandring og fiskebiologi, har fått i oppdrag av Miljødirektoratet å utrede tiltak for å hindre oppvandring av pukkellaks i store laksevassdrag som Tanaelva, Neidenelva og Altaelva. Ekspertgruppa var på befarings i nedre deler av de tre vassdragene i slutten av september 2022. I Tanaelva stilte Tanavassdragets fiskeforvaltning med elvebåter og kjentfolk, mens i Altaelva stilte Alta Laksefiskeri Interessentskap med kjentfolk. En hovedkonklusjon etter befaringer og nærmere vurderinger av tilgjengelig informasjon, er at det er teknisk mulig å etablere fysiske installasjoner i nedre deler av alle tre vassdragene. Felles for alle lokaliteter er at det foreslås felleløsninger på skrå av strømreringen, og at fellekonstruksjonene består av hovedkomponentene flytelenser, rister og fangstinnretninger.

Altaelva

Ekspertgruppa vurderer at det er teknisk mulig å etablere felleløsninger på tre lokaliteter i nedre del av Altaelva. Den nederste lokaliteten ligger i tidevannspåvirket område, og er klart å foretrekke foran de to andre lokalitetene. Ekspertgruppas vurdering er at det er knyttet liten usikkerhet til at den foreslåtte felleløsning vil kunne fungere tilfredsstillende på denne lokaliteten. Gitt at det hadde vært tilstrekkelig med midler for en kostnadskrevende felleløsning i Altaelva, er ekspertgruppas vurdering at det er teknisk mulig å etablere dette i 2023. Ekspertgruppa anbefaler at det så snart som mulig gjøres en kartlegging av dybdeforhold (bunnprofiler) på den nederste fellelokaliteten. Kartlegging bør gjøres på en om lag fem hundre meter lang strekning oppstrøms E6-brua, slik at det er mulig å finne den optimale plassering av en felleløsning.

Tanaelva

Ekspertgruppa vurderer at det er teknisk mulig å etablere felleløsninger på begge de utredete fellelokalitetene i Tanaelva. Ut fra de store usikkerhetene knyttet til blant annet finsedimenter ved lokaliteten ved Norskholmen, er det stort behov for utfyllende kartlegging, utredninger og utprøvinger av ulike tekniske løsninger. Ut fra nåværende kunnskapsgrunnlag er det ikke anbefalt å etablere svært kostbare felleløsninger på denne lokaliteten. Ekspertgruppas vurdering er at lokaliteten ved Seidaholmen er enklere vannteknisk enn lokaliteten ved Norskholmen. Av de to foreslåtte alternativene anbefales løsningen med avsperring av venstre elveløp og felleløsning i høyre elveløp. Gitt at det hadde vært tilstrekkelig med midler for en kostnadskrevende felleløsning i Tanaelva, er ekspertgruppas vurdering at det ville ha vært teknisk mulig å etablere en slik ved Seidaholmen i 2023. Imidlertid er ekspertgruppas klare vurdering at etablering av en felleløsning i innsnevringen ved Tana bru, ville ha vært vesentlig enklere teknisk sett, samt betydelig billigere enn større konstruksjoner lenger ned i vassdraget.

Neidenelva

I Neidenelva har ekspertgruppa vurdert en lokalitet ved Fossheim skole, der elva har en naturlig innsnevring og det er fjellgrunn på venstre side. Lokaliteten ligger om lag tre kilometer nedstrøms Skoltefossen, og om lag sju kilometer oppstrøms elvemunningen. Ifølge lokalkjente personer er Neidenelva floppåvirket nesten helt opp til aktuell fellelokalitet. En foreløpig vurdering er at denne lokaliteten synes teknisk mulig for

etablering av en fellekonstruksjon. Imidlertid er ekspertgruppas prioriterte oppgaver å vurdere fysiske installasjoner i Tanaelva og Altaelva, slik at videre vurderinger av sperremuligheter i Neidenelva ikke kunne bli prioritert gjennomført i 2022.

Innhold

Sammendrag.....	2
Innhold	4
Forord	6
1. Innledning	7
1.1 Pukkellaks i Norge.....	7
1.2 Tiltak i små og middels store vassdrag	8
1.3 Utvikling av felleløsninger for store vassdrag	9
2. Overordnede problemstillinger	12
2.1 Hensynet til de naturlige fiskebestandene	12
2.2 Hensynet til fiskevelferd og fiskehelse.....	14
2.3 Sortering og håndtering av fisk.....	15
2.4 Valg av lysåpning i rister og fangstbur	17
3. Atkomstmuligheter.....	21
4. Drivgodslense oppstrøms fellekonstruksjon.....	22
5. Fellekonstruksjon	23
5.1 Dimensjonering	23
5.2 Lense.....	24
5.3 Ristløsninger	25
5.4 Fangstinnretning	26
5.5 Passeringsmuligheter for vandrende fisk	27
5.6 Montering og demontering av fellekonstruksjon.....	29
6. Tanaelva	31
6.1 Seidaholmen	31
6.2 Norskholmen	37
6.3 Oppsummering og konklusjon	39
7. Altaelva	41
7.1 Øverste lokalitet	42
7.2 Midterste lokalitet	44
7.3 Nederste lokalitet.....	46
7.4 Oppsummering og konklusjon	47
8. Neidenelva.....	48
9. Utredningsbehov	49
9.1 Utprøving av tekniske løsninger	49
9.2 Utredning av fiskerelaterte spørsmål	51

10. Referanser	54
11. Vedlegg.....	57
11.1 Lengdefordeling av utvandrende smolt	57
11.2 Lengdefordeling av pukkellaks fanget i norske elver	58

Forord

I forbindelse med et behov for å forbedre funksjonssikkerheten til en fiskesperre som ble konstruert i Driva, oppnevnte Miljødirektoratet i 2017 en tverrfaglig ekspertgruppe med kompetanse innenfor vassdragsteknikk, vassdragshydraulikk, fiskevandring og fiskebiologi. På grunnlag av erfaringene med utbedring av fiskesperra i Driva, fant Miljødirektoratet det hensiktsmessig å videreføre ekspertgruppas mandat for arbeid med sperreproblematikk i andre vassdrag. I perioden etter 2018 har ekspertgruppa blant annet arbeidet med tiltak mot fremmede arter i Skiensvassdraget og Drammensvassdraget. I 2022 ble ekspertgruppa utvidet med to nye medlemmer, slik at gruppa består av følgende medlemmer (i alfabetisk rekkefølge): Pål Adolfsen (Veterinærinstituttet), Knut Alfredsen (NTNU), Gunnbjørn Bremset (NINA), Bjørn Dalsnes (Sweco), Morten Kraabøl (Multiconsult) og Leif Lia (NTNU). Pål Adolfsen og Gunnbjørn Bremset har henholdsvis sekretærfunksjon og lederfunksjon i gruppa.

I mai 2022 fikk ekspertgruppa i oppdrag å vurdere aktuelle fysiske tiltak mot pukkellaks i store vassdrag som Tanaelva og Altaelva. Oppdragsbrevet fra Miljødirektoratet lyder som følger (sitat): «Miljødirektoratet ønsker i løpet av 2022 å få en utredning av mulige tiltak mot pukkellaks for de største elvene: 1. Hovedtiltaket i den nasjonale handlingsplanen er å sperre av elvene for sortering av all oppvandrende fisk. Vi er for eksempel kjent med at det finnes fangstanlegg i store elver i Russland. Hovedfokus skal rettes mot Tana og Altaelva. 2. Sekundært kan det foreslås andre typer tiltak dersom disse kan gi effektiv fangst uten vesentlig risiko for skader eller dødelighet på de naturlig forekommende fiskeartene. Utredning må ferdigstilles i løpet av 2022, slik at vi kan vurdere å ta i bruk tilgjengelige metoder sommeren 2023» (sitat slutt).

Ekspertgruppa var på befaring i Tanaelva og Altaelva i slutten av september 2022. I Tanaelva stilte Tanavassdragets fiskeforvaltning (TF) med elvebåter og kjentfolk, slik at det var mulig å se nærmere på aktuelle sperrelokaliteter ved Seidaholmen og Norskholmen. I Altaelva stilte Alta Laksefiskeri Interessentskap (ALI) med kjentfolk på elvestrekningen nedstrøms Øvre Alta bru. Vi vil gi en spesiell takk til alle som har bidratt under befaringer, og for all nyttig lokalkunnskap om forholdene i Altaelva og Tanaelva (nevnt i alfabetisk rekkefølge): Sigurd Domaas, Pierre Fagard, Eirik Frøiland, Benn Larsen, Ivar Leinan, Hans Ole Mudenia, Dan Vidar Rasmus, Tor Inge Lethingangas, Bent Håvard Romsdal og Hans-Erik Varsi. I tillegg vil vi takke Atle Gudmund Mortensen og Vidar Mortensen for informasjon om en felleløsning som River Protection AS har utviklet, Michael Messina og Steve Dearden i Whooshh Innovations for informasjon om automatiserte systemer, samt Åse Garseth i Veterinærinstituttet for informasjon om veterinærfaglige aspekter. Sigurd Domaas, Michael Messina og Vidar Mortensen takkes for tillatelse til bruk av illustrasjonsbilder.

Trondheim og Lillehammer, 22. desember 2022

Pål Adolfsen

Knut Alfredsen

Gunnbjørn Bremset

Bjørn Dalsnes

Morten Kraabøl

Leif Lia

1. Innledning

1.1 Pukkellaks i Norge

Pukkellaks ble introdusert i vassdrag i det nordvestlige Russland på 1950-tallet (Berntsen mfl. 2018, Mo mfl. 2018 og Sandlund mfl. 2019). Den første betydelige oppvandringen ble registrert i russiske og norske elver i 1960 (Berg 1961, Berg 1977). Senere har pukkellaks blitt observert eller fanget i varierende omfang siden 1960-tallet (Sandlund mfl. 2019). Mens det tidligere var en hovedvekt av registreringer i Finnmark, skjedde det en betydelig endring i 2017 da pukkellaks ble registrert i alle norske fylker med kystlinje (Berntsen mfl. 2018). I 2019 ble det igjen observert og fanget pukkellaks i hele landet (**bilde 1**), men denne gang i enda større antall enn i 2017 (Berntsen mfl. 2020). Med unntak av et avvikende tilfelle i 1960, har antall registrerte pukkellaks vært størst i oddetallsår. Pukkellaks har i motsetning til laks en strengt toårig livssyklus, med gyting i oddetallsår og klekking i partallsår. Siden all pukkellaks dør etter gyting er ulike generasjoner isolert fra hverandre, selv om den genetiske forskjellen ikke er særlig stor (Althukov mfl. 2000).



Bilde 1. Siden 2017 har pukkellaks blitt registrert i en rekke vassdrag i de fleste av landets fylker. Illustrasjonsbildet er av en hannfisk som ble fanget under elektrisk båtfiske i Mandalselva i august 2019. Foto: Gunnbjørn Bremset, NINA.

Det er oddetallslinjen som har slått best til etter utsettingene i nordvestlige Russland (Gordeeva & Salmenkova 2011). Det er bare et fåtall fisk som blir observert i partallsår, men også antallet pukkellaks registrert i partallsår er økende. I 2020 ble det rapportert fanget 205 pukkellaks i sjølaksefisket og 47 i elvefisket (www.ssb.no). Siden 2019 har pukkellaks inngått i den ordinære fangststatistikken fra fiske i elv og i sjø. Det er knyttet usikkerhet til hvilket negativt potensial pukkellaks har på de ulike livsstadiene til naturlig forekommende laksefisk. På grunn av en viss overlapp i utbredelse og diett under sjøoppholdet (Pauli mfl. 2022), er det grunn til å anta at pukkellaks kan ha negativ påvirkning av laks i saltvannsfasen. Ut fra en risikovurdering utført av

Vitenskapskomiteén for mat og miljø, vil en etablering av pukkellaks i norske elver innebære en betydelig trussel mot det biologiske mangfoldet, og spesielt mot ville bestander av laks, sjøaure og sjørøye (Hindar mfl. 2020). På bakgrunn av dette legges det ned en stor innsats i å redusere mengden pukkellaks som gyter i norske elver (Mo mfl. 2021).

1.2 Tiltak i små og middels store vassdrag

I forbindelse med økningen av mengdene pukkellaks i norske elver i de senere år, har det blitt iverksett lokale tiltak for å fange mest mulig pukkellaks. I 2017 var det stort sett snakk om stangfiske, garnfiske og notfiske. I påfølgende år har det blitt utviklet flere varianter av felleløsninger, fra forholdsvis enkle løsninger i rør og netting til mer avanserte løsninger som flyteristsperrer (**bildeserie 1**).



Bildeserie 1. I Finnmark er det benyttet ulike felleløsninger for å fange pukkellaks. I Komagelva (øvre venstre bilde) er det benyttet ledegjerder og fangstkasse bygd av netting, i Karpelva (øvre høyre bilde) er det benyttet en ristfelle med aluminiumsrør, i Storelva i Kongsfjord (nedre venstre bilde) er det benyttet en kombinasjon av flytende rør og vertikale rister, og i Vestre Jakobselva (nedre høyre bilde) er det benyttet en USA-produsert flyteristfelle. Alle foto: Gunnbjørn Bremset, NINA.

Økt innsats og mer effektive fangstmetoder i løpet av de senere år, har økt uttaket av pukkellaks i vassdragene fra om lag 6 000 individer i 2017 (Berntsen mfl. 2018) til om lag 120 000 individer i 2021 (Berntsen mfl. 2022). I tillegg har det vært fanget en god del pukkellaks i sjølaksefisket, med et foreløpig maksimum på om lag 40 000 individer i 2021 (Berntsen mfl. 2022).

1.3 Utvikling av felleløsninger for store vassdrag

I de senere år er det startet utviklingsarbeid for å konstruere felleløsninger som kan benyttes i større vassdrag. Ekspertgruppa har ikke oversikt over alle utviklingsprosjekter som foregår i privat regi. I forbindelse med befaringene i september fikk ekspertgruppa informasjon om utviklingsprosjekter som foregår i regi av henholdsvis Tanavassdragets fiskeadministrasjon (TF) og River Protection AS. Sommeren 2022 satte TF ut et ledegjerde bygd av plastrør i området ved Seidaholmen (**bildeserie 2**). Ledegjerdet er en videreutvikling av en konstruksjon som har vært benyttet i tilknytning til sonarsystemet ved Polmak. Etter hva ekspertgruppa erfarer er det planer om storskala utprøving av fellekonseptet sommeren 2023. River Protection AS i Alta har utviklet et annet fellekonsept med bruk av flytende plastrør og metallbrynjer (**bildeserie 3**). Dette utviklingsprosjektet er ikke knyttet til et enkeltvassdrag, men er tenkt å resultere i et fellekonsept som kan benyttes i elver av ulike størrelser.



Bildeserie 2. I området ved Seidaholmen (øverste bilde) nedstrøms Tana bru prøver Tanavassdragets fiskeforvaltning ut et ledegjerde bygd av sammenkoblede plastrør (nederste bilde). Øverste foto: Gunnbjørn Bremset, NINA. Nederste foto: Sigurd Domaas, NINA.



Bildeserie 3. Alta-firmaet River Protection AS har utviklet en fellekonstruksjon med bruk av flytende plastrør (øverste bilde) og metallbrynjer (nederste bilde). Dette fellekonseptet er tenkt benyttet i elver av ulik størrelse. Begge foto: River Protection AS.

2. Overordnede problemstillinger

Etablering av større fysiske installasjoner i vassdrag innebærer at man må ivareta og balansere delvis motstridende hensyn. Det er derfor flere overordnede problemstillinger som må vurderes i beslutningsprosessen; hensynet til de naturlige fiskebestandene (**avsnitt 2.1**), hensynet til fiskevelferd og fiskehelse (**avsnitt 2.2**), samt sortering og håndtering av fisk som blir fanget (**avsnitt 2.3**). Vektleggingen av de ulike hensynene vil blant annet ha betydning for valg av lysåpning i rister og fangstbur i sperrekonstruksjonen (**avsnitt 2.4**).

2.1 Hensynet til de naturlige fiskebestandene

Hensynet til de naturlige fiskebestandene er hovedårsaken til at det iverksettes tiltak mot pukkellaks. Av dette følger det at alle negative, utilsiktede effekter av tiltak på stede egne fiskebestander må reduseres til et minimum. Spesielt sårbare er vandrende stadier av naturlig forekommende laksefisk. Det må derfor tas spesielle hensyn til utvandrende smolt av laks, aure og røye, tilbakevandrende gytefisk, umoden fisk på næringsvandring og vintervandring, samt voksenfisk som vandrer ut etter gyting (støinger). I tillegg må det tas hensyn til alle andre naturlig forekommende arter i de aktuelle vassdragene. I Tanavassdraget er det dokumentert til sammen 16 arter av ferskvannsfisk, hvorav 14 av artene er naturlig forekommende i norske vassdrag (Foldvik mfl. 2015).

Smolt av laks, aure og røye vandrer ut fra vassdragene om våren og sommeren, og smoltutvandringen i Finnmark kan være så sent som i deler av juli (Ugedal mfl. 2007). Overvåkingsdata fra Utsjoki i Tanavassdraget viser at smoltutvandringen kan vare helt til midten av august (Anonym 2022). Median utvandrigsdato for smolt i Halselva i Altafjorden i perioden 1988-2009 var 22. juni hos laks, 25. juni hos sjørøye og 4. juli hos sjøaure. Dette var basert på fangster i en Wolf-felle nederst i elva som fanget all fisk (Jensen mfl. 2012). I Øst-Finnmark viser smoltundersøkelser at median dato for utvandring ligger nærmere 29. juni (Anonym 2022). Følgelig vil det være en tidsmessig overlapp i aktuell driftsperiode for pukkellaksfeller og utvandrigs-perioden for smolt av laks, aure og røye.

Lengdefordelingen av utvandrende smolt i Halselva viste store forskjeller i størrelsesfordelingen hos laks, røye og aure (jf. **vedleggsfigur 1**). De fleste av laksesmoltene målte mellom 13 og 17 cm, mens en betydelig andel av røyesmoltene og auresmoltene var større enn 17 cm. Laksesmoltene hadde minst kroppsstørrelse (i snitt 14,3 cm), røyesmoltene var en god del større (i snitt 17,3 cm), mens auresmolt var aller størst (i snitt 19,5 cm). I perioden 1987-1991 ble det gjennomført smoltundersøkelser i Altaelva (Ugedal mfl. 2007). Gjennomsnittlig smoltstørrelse var 13,6 cm hos laks, 14,1 cm hos røye og 15,3 cm hos aure, mens maksimal smoltstørrelse var henholdsvis 19,9 cm (laks), 20,2 cm (røye) og 22,0 cm (aure). Det er altså hos sjøaure det kreves størst lysåpning for at alle utvandrende smolt skal kunne passere gjennom ristene i en fellekonstruksjon.

Fiskefeller kan hindre utvandring av smolt på to ulike måter; a) lysåpningene i fiskefella er for små til at det er fysisk mulig å passere, og b) smolt stanser utvandringen ved fella selv om lysåpningene er store nok. Hvis lysåpningene er for små til at smolten fysisk kan passere, og vannhastighetene er så høye at smolt har problem med å svømme unna, kan det medføre at smolt klemmes mot fella og skades eller dør. Hvis smolt fysisk sett kan passere, og vannhastighetene er relativt høye, kan det hende de passerer relativt raskt selv om de i utgangspunktet er reserverte mot det. Imidlertid foreligger det lite kunnskap om atferd hos utvandrende smolt i slike tilfeller.

Erfaringer fra varegrinder i kraftverksinntak kan overføres til rister i fiskefeller. Larinier & Travade (2002) vurderte at varegrinder med lysåpninger som er mindre enn en tiendedel av fiskens kroppslengde hindrer passering av fisk. Ifølge Adam mfl. (2005) er det i de fleste tyske forbundsstater innført krav om at varegrinder i kraftverksinntak maksimalt skal ha 20 millimeter lysåpning. Forfatterne konkluderer med at varegrinder med 20 millimeter lysåpning vil hindre passering av karper som er 8,5 centimeter eller større, suter som er 16 centimeter eller større, samt gjedde som er 30 centimeter eller større. Imidlertid vurderte Adam mfl. (2005) at slike varegrinder ikke effektivt hindrer passering av laksesmolt og blankål. Ifølge Calles mfl. (2013) er kravet i Tyskland på grunnlag av ny kunnskap skjerpet til 12 millimeter lysåpning, mens det i Danmark er krav om varegrinder med maksimalt 10 millimeter lysåpning. Calles mfl. (2013) konkluderte med at varegrinder maksimalt bør ha lysåpninger på 10-13 millimeter, for med sikkerhet å kunne hindre passering av smolt.

Utvandrende laks, sjøaure og sjørøye på senere livsstadier enn smoltstadiet vil ikke kunne passere gjennom ristene i fellekonstruksjoner. Stedegne arter av laksefisk kan i motsetning til pukkellaks gyte flere ganger i løpet av livet, og foreta næringsvandring til sjøen mellom hver gyting, noe som innebærer en vandring nedover vassdraget på vei til sjøen. Vinterstøinger vandrer ut av elvene rett etter gyting, eller i løpet av vinteren, våren og forsommeren. Det er gjerne smålaks og hannfisk som vandrer ut like etter gyting eller tidlig på vinteren, mens det i hovedsak er noen av de store hunnfiskene som står lenge i elvene og vandrer ut i sjøen igjen så sent som påfølgende vår og vinter. I Finnmark kan en del av vinterstøingene vandre ut så sent som i juni-juli (Anonym 2022).

For at vinterstøinger skal kunne passere fellekonstruksjonen under utvandring, må det enten være egne nedvandringssløsninger (jf. **avsnitt 5.4**), eller fiskefellene må settes opp så sent i sesongen at mesteparten av støingene allerede har vandret ut. Ved å installere feller for pukkellaks så sent i sesongen at de fleste støingene av laks, sjøaure og sjørøye har vandret ut i sjøen, vil det imidlertid være en risiko for at mange pukkellaks rekker å vandre opp i elvene før fellene er satt i drift. I Etneelva blir utvandningsproblemet løst ved at ett eller to flyteelement i flyteristfella senkes noe, slik at vinterstøingene får en passeringsmulighet i fellekonstruksjonen (Anonym 2022). I tillegg til sjøvandrende laksefisk kan andre ferskvannsfisk som sik, foreta næringsvandring i munningsområdet til store elver som Neidenelva og Tanaelva.

2.2 Hensynet til fiskevelferd og fiskehelse

Vitenskapskomitéen for matsikkerhet har pekt på faren for introduksjon og spredning av smitte til vill og oppdrettet fisk (Hindar mfl. 2020). Pukkellaks som går opp i elvene har nedsatt immunforsvar (Dickhoff 1989, Carruth mfl. 2002, Cook mfl. 2011).

Karakterisering av parasittfaunanaen gir grunn til å tro at pukkellaks kan overføre smittsomme agens som i dag gir sykdom, dødelighet og redusert reproduktiv suksess hos både vill og oppdrettet fisk (Fjær 2019, Garseth mfl. 2020, Rullestad 2021, Deeg mfl. 2022, Sommerset mfl. 2022). Det svekkete immunforsvaret gjør pukkellaks mottakelig for mikroorganismer. Den sykdomsfremkallende varianten av PRV-1-virus (Garseth mfl. 2020) og ILA-virus med ukjent virulens (Kvamme mfl. 2018) er påvist hos pukkellaks. PRV-1 formerer seg i røde blodlegemer, og det er vist at blodvann fra slakteri er en viktig risikofaktor for spredning av ILA (Jarp mfl. 1997). Riktig håndtering av blod fra pukkellaks vil derfor være et viktig smittebegrensende tiltak.

Store mengder pukkellaks som gyter og dør tidlig på høsten, vil kunne oppformere smitte som rammer både ungfisk og voksenfisk av andre arter. Laks, sjøaure og sjørøye er ofte flergangsgytere som oppholder seg i vassdragene om høsten og vinteren. Flergangsgytere vil dermed være eksponert for smittestoffer fra død og døende pukkellaks i en lang periode. Undersøkelser har vist at pukkellaks kan være bærer av smittestoff som kan påvirke både andre laksefisk (Fjær 2019, Garseth mfl. 2020, Rullestad 2021, Sommerset mfl. 2022) og mennesker negativt (Sommerset mfl. 2022). Reduksjon av smitteoverføring fra pukkellaks som går opp i elvene, er derfor en av hovedbegrunnelsene for å minimere antallet pukkellaks i norske vassdrag.

Fangstmetoder og fangststrategier kan også være forhold som påvirker smittefaren fra pukkellaks til stedegne fiskebestander. Håndteringskader og skader fra sperreanordninger og fangstkamre som gir sår, slim og skjelltap kombinert med akkumulering av store biomasser av fisk, kan være med på å øke smittefaren fra pukkellaks til stedegne bestander. Det er derfor ønskelig med tidlig fangst og så langt ned i vassdragene som mulig. Dessuten bør det brukes fangstmetoder og strategier som både i tid og rom i størst mulig grad reduserer kontaktflaten med de stedegne fiskebestandene.

Bestemmelser om fiskevelferd i lovverket

All fisk, uavhengig om det dreier seg om pukkellaks og rømt oppdrettslaks som skal fjernes, eller de fiskebestandene som skal vernes, omfattes av dyrevelferdsloven. Det er spesielt paragrafene 3 og 8 som har betydning for fangst, sortering og uttak av pukkellaks i vassdrag (se nedenfor):

«§ 3. Generelt om behandling av dyr

Dyr har egenverdi uavhengig av den nytteverdien de måtte ha for mennesker. Dyr skal behandles godt og beskyttes mot fare for unødige påkjenninger og belastninger.»

«§ 8. Driftsformer, metoder, utstyr og tekniske løsninger

Dyreholder skal påse at driftsformer, metoder, utstyr og tekniske løsninger som brukes til dyr, er egnet til å ivareta hensynet til dyrenes velferd.

Den som markedsfører eller omsetter nye driftsformer, metoder, utstyr og tekniske løsninger til bruk på dyr eller i dyrehold, skal påse at disse er utprøvd og funnet egnet ut fra hensynet til dyrevelferd.»

Andre dyrevelferdsmessige aspekter

Utover å oppfylle formelle krav i lover og forskrifter, samt etiske forhold knyttet til dyrevelferd, er det også andre svært gode grunner til å fokusere på god fiskevelferd i systemene for fangst og håndtering i forbindelse med uttak av pukkellaks. For det første bør man unngå fysiske skader som på kort eller lang sikt vil medføre økt dødelighet hos de stedegne fiskebestandene. For det andre bør man unngå stress og økt energiforbruk hos stedegne fiskebestander. Mange sjøvandrende laksefisk har en lang og energikrevende vandring og gyteperiode foran seg. Unødvendig energiforbruk i forbindelse med fangst og håndtering kan redusere overlevelse og mulighet til framtidig gyting.

Det er flere viktige prinsipper for å oppnå god fiskevelferd:

- Kortest mulig oppholdstid nedstrøms fellekonstruksjon og inne i fangstinnretning.
- Passering gjennom fangst- og sorteringssystem bør i størst mulig grad være basert på svømming og fiskenes motivasjon til å vandre mot strømretningen.
- Tilpasset utstyr og overflater som reduserer fare for at fisk får kutt, blir skrapet opp, utsatt for klemming eller slag under fangst og håndtering.
- Våt håndtering med glatte flater.
- Skjerming fra bevegelse og skygger fra personer slik at stress i fangstkammer unngås.
- Tilstrekkelige vanndybder til at fisk finner trygge standplasser og kan forflytte seg uhindret.
- Sikre tilstrekkelig oksygeninnhold, god vannkvalitet og god vanngjennomstrømming i fangstbur, sorteringssystemer og transportsystemer.
- Effektiv og forskriftsmessig bedøvelse og avliving av pukkellaks og rømt oppdrettslaks.

2.3 Sortering og håndtering av fisk

Det er ønskelig med minst mulig omfang på håndtering av fisk etter at de har havnet i fangstkammeret til sperreløsningen. Dette behovet er spesielt stort for stedegne fiskebestander som laks, sjøaure, sjørøye og andre vandrende fiskearter. Ideelt sett burde derfor stedegne fisk kunne sorteres ut og slippes forbi uten noen håndtering. Ekspertgruppa vurderer at det foreløpig ikke finnes tekniske løsninger som med stor grad av sikkerhet kan identifisere, sortere og slippe forbi all fisk unntatt pukkellaks. Inntil slike løsninger er ferdig utviklet og utprøvd må derfor ambisjonen være å redusere omfanget på sortering og håndtering av fisk.

Pukkellaks har en begrenset maksimumsstørrelse sammenlignet med laks og sjøaure (Scott & Crossman 1973), og de fleste pukkellaksene som er fanget i norske elver er

mindre enn 65 centimeter (**vedleggsfigur 2**). Det ligger derfor til rette for en viss størrelsesbasert utsortering av pukkellaks fra storvokste individer av laks og sjøaure. Ved å dele inn fangstkammer i flere avdelinger med ulike størrelser på åpningene (jf. **avsnitt 5.3**), vil det trolig være mulig å samle de fleste pukkellaksene i den innerste avdelingen. Dersom ytre eller midte avdeling er fri for pukkellaks, kan laks og sjøaure slippes opp uten håndtering. Det er usikkert i hvor stor grad små fisk vil vandre fra første til andre avdeling, og videre fra andre til tredje avdeling. Dette kan om ønskelig undersøkes i løpet av 2023-sesongen (jf. **avsnitt 9.1**).

Pumping er vurdert å være den mest effektive og skånsomme metoden for å frakte levende pukkellaks fra fellekonstruksjon i elv til slakteavdeling på land. Løftehøyden vil typisk være rundt fem meter, avhengig av vannstand og utforming av oppsamlingsløsning. Pumpeløsningen vil kunne installeres separat og uavhengig av fellekonstruksjon, og vil både plasseres og monteres på land. Pumping av levende fisk i aktuell størrelse (voksen laks) gjøres vanligvis med en av to følgende pumpesystemer:

- a) Skovlpumper. Pumpehjulet er sakteroterende og gir lite skader på fisk. Pumpene er mest i bruk for mindre fiskeslag som sild og makrell.
- b) Vakuumpumper. Pumpene fungerer med at fisken suges opp i en ekstern tank der lufta suges ut, før pumpeslangen settes ned til fisken. Pumpeløsningen er skånsom og fungerer svært bra for pumping av stor og levende fisk.

Ekspertgruppas foreløpige vurdering er at vakuumpumper synes å være den beste løsningen for pumping av pukkellaks fra fellekonstruksjoner til slakteavdeling. Slike vakuumpumper er tilgjengelig kommersielt fra flere leverandører, og er allerede en velprøvd teknologi utviklet for og benyttet av oppdrettsnæringen. Oppvandrende pukkellaks i norske elver er jevnt over mindre enn voksne individer av oppdrettslaks og regnbueaure, slik at det er grunn til å anta at tilgjengelige vakuumpumper også vil fungere på pukkellaks. Fangstinnretning bør innrettes slik at det legges til rette for pumping av fisk fra elv til land. Ekspertgruppa har ikke hatt anledning til å undersøke priser, leveringstid og hva som er nødvendig med hensyn til bemanning og infrastruktur.

Automatisk identifisering og sortering vil redusere de negative effektene av fellekonstruksjoner på oppvandrende fisk. Dette er spesielt viktig for stedegne fiskebestander, som i minst mulig grad skal bli forsinket, eller i verste fall skadet under oppvandring. Når det gjelder pukkellaks og rømt oppdrettsfisk må dyrevelferdsmessige hensyn (jf. **avsnitt 2.2**) ivaretas på lik linje med stedegen fisk. Automatisk identifisering av fisk har kommet vesentlig lengre enn automatisk sortering av fisk. Rundt årtusenskiftet utviklet forskere på Landbrukshøgskolen på Ås et elektronisk system som kunne identifisere ulike fisketyper ut fra bildediagnostikk. I en fisketrapp i Gudbrandsdalslågen er det benyttet bildediagnostikk for å identifisere ulike arter ferskvannsfisk. I Laksforsen i Vefsna har det i senere år vært prøvd ut to ulike system for registrering og identifisering av fisk som vandrer opp i den nye fisketrappa, og i Storelva i Berlevåg har det nylig blitt utviklet et identifiseringssystem basert på kunstig intelligens og maskinlæring.

For å kunne ha nytte i pukkellaksarbeidet er det ikke tilstrekkelig med identifisering av fisk, men det er også nødvendig å sortere pukkellaks fra andre vandrende arter som laks, sjøaure og sjørøye. I USA er det utviklet system med automatisk sortering av fisk.

Firmaet Whooshh Innovations har utviklet flere tekniske løsninger for automatisk identifisering og sortering av fisk (**bilde 2**), og har også arbeidet spesifikt med fangst av fremmede arter av ferskvannsfisk. I ett av systemene pumpes det vann for å skape en lokkevannstrøm, slik at fisk kan svømme opp enkeltvis gjennom et skanningssystem. Ved hjelp av maskinlæring kan pukkellaks skilles fra andre stillehavslaks med relativt høy presisjon. Etter identifisering kan pukkellaks sorteres ut og ledes til et eget oppbevaringsområde, mens annen fisk kan ledes til et annet oppbevaringsområde for registrering, eventuelt slippes direkte ut i elva oppstrøms fellekonstruksjonen. Foreløpig har dette firmaet ikke utviklet algoritmer som identifiserer naturlig forekommende arter i norske vassdrag, men det foreligger planer om å kunne gjøre dette i 2023.



Bilde 2. Whooshh Innovations i USA har utviklet flere tekniske løsninger for automatisk identifisering og sortering av fisk. Illustrasjonsbildet er fra et system som har vært benyttet i Ätran i Sverige. Foto: Michael Messina, Whooshh Innovations.

2.4 Valg av lysåpning i rister og fangstbur

Det er flere, delvis motstridende, hensyn som må tas i valget av lysåpning. For å hindre oppvandring av pukkellaks bør lysåpningene i fellekonstruksjoner være tilstrekkelig små, men for å tilrettelegge for nedvandring av smolt (se nedenfor) bør lysåpningene være tilstrekkelig store. Når det gjelder vanntekniske forhold vil vannpresset mot fellekonstruksjoner være avhengig av størrelsen på lysåpningene. Tilsvarende vil selvrensingsevnen til rist og fangstbur i fellekonstruksjoner i stor grad avhenge av

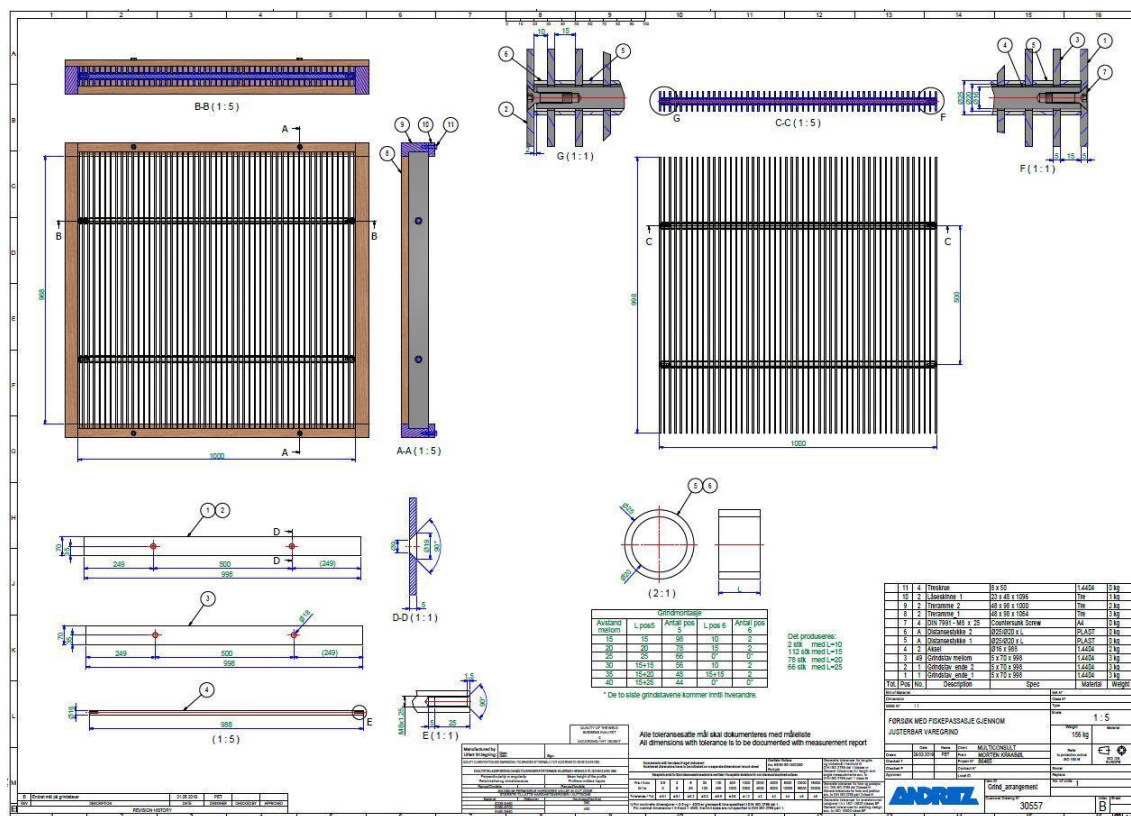
lysåpning. I ytterste konsekvens kan feil valg av lysåpning innebære at fellekonstruksjoner kolliderer i flomperioder med mye drivgods.

I den grad økonomiske forhold skal tillegges vesentlig vekt i valg av lysåpning, vil også kostnadene bli redusert i takt med økende lysåpning i rister og fangstbur. I disse avveiningene legger ekspertgruppa til grunn at fangstfeller konstrueres slik at de ikke kolliderer under normale vannføringsforhold. Dette utelukker svært små lysåpninger, som også ville ha hindret utvandring av smolt av stedeodne fiskearter. Ekspertgruppa antar at ambisjonen er mest mulig effektiv hindring av oppvandring av pukkellaks, samtidig som man sikrer minst mulig negativ påvirkning på vandringsforholdene for stedeodne fiskebestander. Hvilken av disse hensynene som tillegges mest vekt vil ha stor betydning for valg av lysåpning.

I valget av lysåpning i rister og fangstbur kan det trekkes veksler på erfaringer med bruk av varegrinder i kraftverksinntak. I perioden 2020-2022 ble det gjennomført en systematisk utprøving av en miniatyr varegrind (**figur 1**) i settefiskanlegget til Hafslund-ECO ved Hunderfossen i Gudbrandsdalslågen. I forsøkene ble det benyttet tre ulike grupper med settefisk av hunderaure: ettårs settefisk, toårs smolt og treårs settefisk med delvis redusert smoltdrakt. Forsøket ble gjennomført i en kum med regulerbar vannstrøm som ble generert av én eller to elektriske båtmotorer. Vannhastighetene foran varegrinda varierte mellom 3, 33 og 100 cm/s. Varegrinda er et byggesett slik at lysåpningene mellom stålelementene kan justeres med mellomleggsplater på tverrstagene (**figur 2**). Stålelementene er identiske med det som ble benyttet ved Tolga kraftverk i Glomma.

Hensikten med forsøkene var å skaffe generell kunnskap om atferd hos aureparr og auresmolt foran varegrinder, som har tilsvarende konstruksjon og hydrauliske forhold som er vanlige ved vanninntaket til elvekraftverk. Det var spesielt sammenhengen mellom varegrindas lysåpning og aurenes kroppsstørrelse (spesielt kroppsbredden) som ble undersøkt. De første resultatene fra forsøkene på parr ble presentert på Produksjonsteknisk konferanse i 2020, mens de øvrige resultatene er publisert i et notat utarbeidet av kompetansegruppe for tiltak mot pukkellaks (Anonym 2022). Relevansen av resultatene for tiltak mot pukkellaks er knyttet til ulike lysåpningers effekt på nedvandrende laksefisk.

Hovedhensikten med fellekonstruksjoner i vassdrag med oppgang av pukkellaks, er å hindre at denne arten kommer seg forbi sperreanordningen. Stedeodne fiskearter som laks, sjøaure, sjørøye og andre ferskvannsfisk skal kunne vandre forbi fellekonstruksjonen så fritt som mulig. Felles for disse artene er at de vandrer både opp- og nedstrøms gjennom elveoppholdet, og spesielt i elvenes nedre deler. Nedstrøms vandring er først og fremst relatert til utvandring av smolt og nedvandring av støinger. Andre arter av ferskvannsfisk vil også kunne vandre forbi fellekonstruksjoner.



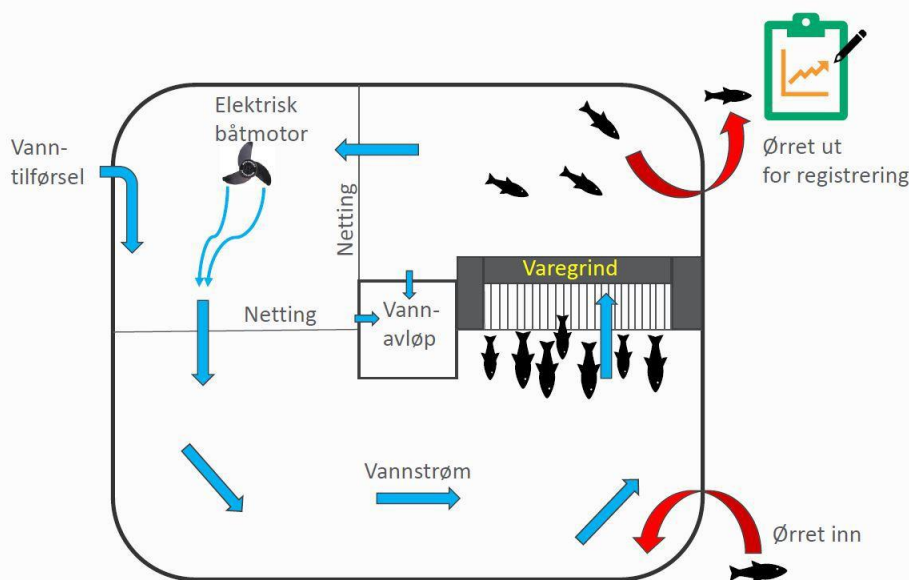
Figur 1. Teknisk tegning for varegrinda som ble anvendt i de praktiske forsøkene i settefiskanlegg. Varegrinda er produsert av firmaet Andritz og har samme dimensjonering på stålelementene som varegrinda ved Tolga kraftverk i Glomma. Figuren er utarbeidet av Multiconsult.

Det finnes begrenset kunnskap om ulike fiskearters atferd ved slike sperre-anordninger. Atferdsstudier av fisk ved varegrinder gir relevant informasjon om hvilke effekter sperrer har på nedvandrende fisk. Erfaringene fra forsøkene med miniatyr varegrind kan oppsummeres slik (Anonym 2022):

- Aure som står uforstyrret foran varegrinda viser liten vilje til å slippe seg gjennom stålelementene i grinda.
- Aure som blir skremt mens de står foran varegrinda viser langt større vilje til ente å slippe seg baklengs, eller svømme aktivt gjennom stålelementene med hodet først.
- Aure med kroppsbredden opptil 31 mm gikk med hodet først gjennom ei varegrind med lysåpning 25 mm (målt variasjon 24-26 mm). Årsaken er at gjellelokkene ligger mot bløtvev som kan presses sammen.
- Aure som passerte varegrinda baklengs, hadde kroppsbredde opp til 26 mm. Årsaken er at brystfinnene utgjør et anatomisk hinder, utover selve kroppsbredden, for baklengs passering mellom to stålelementer.
- Etter avsluttede forsøk ble et betydelig antall aurer med mindre kroppsbredder enn lysåpningene, stående igjen på oppstrøms side av varegrinda. Videoanalyser viser at flere av disse var inntil grinda flere ganger, men unnlot å svømme eller slippe seg gjennom grinda.
- Ved vannhastigheter opp mot 100 cm/s var det flere aurer som ble liggende klemt inn mot varegrindas stålelementer. Disse ble plukket opp for å hindre dødelighet i forsøket.

Prinsippskisse for forsøkene

multiconsult.no



Figur 2. Skisse av settfiskkummen med innretninger for å gjøre forsøk med ulike lysåpninger i varegrinda og varierende vannhastigheter. Figuren er utarbeidet av Multiconsult.

Generell og spesifikk kunnskap om fiskevandring gjennom smale åpninger gir grunn til å antyde følgende konklusjoner med relevans for sperrer for pukkellaks:

- Sperrer med små lysåpninger har sannsynligvis en forsinkende og til dels stoppende effekt på nedstrøms vandring hos auresmolt. Effekten er størst når aure får være uforstyrret, mens den blir vesentlig redusert dersom de jages eller skremmes. Relevansen til gittersperrer for pukkellaks er at lysåpninger som er i nærheten av kroppsbreddene til smolt (20-30 mm), vil kunne forsinke og til dels stoppe smoltutvandringen.
- Sperrer med lysåpninger i nærheten av kroppsbreddene til voksen laksefisk har sannsynligvis en forsinkende og til dels stoppende effekt på nedstrøms vandring hos laks, sjøaure og sjørøye. Det samme kan gjelde for andre fiskearter som foretar nedstrøms vandring ved sperrelokaliteten. Relevansen til gittersperrer for pukkellaks er at lysåpninger på 40-80 mm vil kunne forsinke og til dels stoppe nedvandring hos store fiskearter i ulike livsfaser.
- Dette kan tyde på at det er viktig å etablere nedvandringsveier i sperreanordningene som skal betjene fiskearter som ikke kommer seg gjennom åpningene i sperrene. Ved en eventuell opphopning av fisk på oppstrøms side av sperrene, vil det kunne gi økt dødelighet som følge av predasjon, eller at vannstrømmen klemmer fisk inn mot ristene.
- Internasjonale anbefalinger og de gjennomførte praktiske forsøkene tilsier at vannhastigheten foran varegrinder ikke bør overstige 50 cm/s for laksefisk i unge livsstadier. Ved større hastigheter øker sjansene for at fisk blir klemt inn mot grindelementene og dør som følge av dårlige forhold for respirasjon.

3. Atkomstmuligheter

Ekspertgruppa har utredet to lokaliteter i Tanaelva (**kapittel 6**) og tre lokaliteter i Altaelva (**kapittel 7**), samt vært på befaring på én lokalitet i Neidenelva (**kapittel 8**). Nedenfor vil vi omhandle atkomstmuligheter til de to aktuelle lokalitetene i Tanaelva og den prioriterte lokaliteten i Altaelva.

Tanaelva ved Seidaholmen

Riggområdet vil bli på høyre elvebredd. Området rundt gårdsbruket i Austertana-vegen 158 er vurdert som mest egnet rigg- og driftsområde for fellekonstruksjon. Det finnes generelt store arealer mellom Austertanavegen (FV890 mot Berlevåg) og elva. Grunnen er mest sannsynlig privateid og i all hovedsak i bruk som jordbruksareal og boligformål. Det må avklares hvordan dette området kan disponeres i perioden felle-konstruksjonen skal bygges og brukes. Riggområdet er vurdert til å være tilstrekkelig i størrelse og funksjon dersom det sikres rett til bruk. Elvekanten er delvis en for-bygning av naturlig elvebredd og denne må sikres slik at ikke funksjonen endres. Veger og riggområdet må sikres med faste masser både bygge- og driftsfase. Avkjøring mot Austertanavegen må avklares mot vegmyndighetene for eventuell bruksendring. På venstre side må det sikres atkomst til øya midt i elva og til elve-bredd på venstre side. Denne atkomsten må utføres med båt eller flåte, og det må etableres båtrampe ett eller annet sted nedstrøms Tana bru. Dette er ikke avklart.

Tanaelva ved Norskholmen

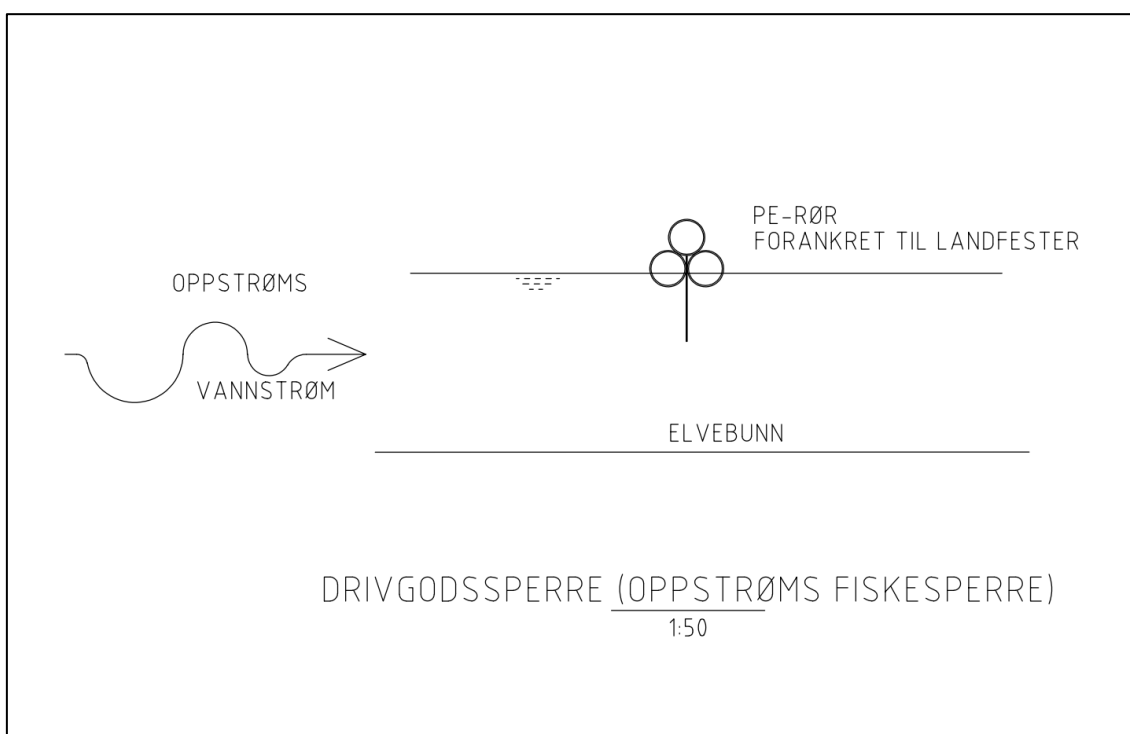
Det er ikke avklart om riggområdene er i privat eller offentlig eie. Dette må avklares. Kjøreatkomst må sikres fra Tanafjordvegen og videre ut til elvebredden (på venstre side). Veggen må sikres for å klare tungtrafikk. Riggområdet må legges på sikker avstand til elva og alt bemanningskrevende arbeid legges på denne sida. Området må ryddes for vegetasjon og dette må avklares med myndigheter. Atkomst til selve Norskholmen midt i elva må utføres med båt eller flåte. Det må etableres båtrampe og brygge på begge sider av elva, slik at nødvendig anleggsutstyr og -materiell kan fraktes sikkert imellom. Dette er ikke vurdert i detalj, men vurdert til å være mulig. Type utstyr og materiell vil også påvirke valg av løsning. Atkomst til høgre elvebredd kan sikres via jordbruksavkjøringer fra Austertanavegen. Dette er ikke avklart.

Altaelva

Utredninga her drøftes bare alternativet lengst nedstrøms, rett oppstrøms E6-brua. Det er hensiktsmessig å plassere både rigg, forankring, slakteri og annet bemanningskrevende arbeid på venstre side av elva (sett medstrøms). Kjøreatkomst for tungt utstyr bruker offentlig veg fra Aronnesvegen til Humlevegen og deretter må det etableres en midlertidig kjøresikker veg ut til rigg/slakteområde på industriområdet mot elva. Det er viktig at det skaffes løyve til å etablere og bruke dette, da det mest sannsynlig er privat grunn. Områdets størrelse er vurdert til å være tilstrekkelig, men det vil være mulig å leie betydelig større areal rett i nærheten. Fjerning av vegetasjon må avklares både med eier av området og relevante (miljø-)myndigheter. Funksjonen til forbygningen langs elva må ikke endres. Det må sikres atkomst på høgre side av elva fra Kjosvegen og/eller gjennom området til trelastlageret til Bygger'n Alta. Elvebredden på denne sida er også en forbygning, og funksjonen til forbygningen må ikke endres.

4. Drivgodslense oppstrøms fellekonstruksjon

For å beskytte fellekonstruksjonen mot skader fra større drivgods som tømmer, trær og røtter, er det behov for en lenseløsning som samler opp mesteparten av drivgodset. Dette behovet er trolig størst i Altaelva. Under befaringen i september 2022 ble det observert flere større trær som lå langs elvebredden oppstrøms Alta sentrum, spesielt oppstrøms Jøraholmen. Det kan se ut som Eibyelva er hovedkilden og at omfanget ikke kommer til å avta. Det finnes flere mulige lenseløsninger med bruk av ett, to eller flere PE-rør. En mulig lenseløsning oppstrøms fellekonstruksjoner er tre PE-rør som er koblet sammen, og med en skjørtekant i plast som stikker om lag en halv meter under vannflaten (**figur 3**). Drivgodslenser bør plasseres i et område som ikke har for høye vannhastigheter, og skrås i forhold til strømretningen, slik at drivgodset samles langs den ene elvebredden. Det bør være lett atkomst til oppsamlingsområdet for større kjøretøy.



Figur 3. Skisse av mulig lenseløsning for å samle opp drivende gods som kan skade fellekonstruksjoner. I dette eksempelet består drivgodslensen av tre sammenkoblede PE-rør med et plastskjørt som stikker godt under vannflaten. Det er også mulig å benytte drivgodslense med ett eller to PE-rør. Figuren er utarbeidet av Sweco.

5. Fellekonstruksjon

Dette kapitlet omhandler generelle, tekniske forhold som angår fellekonstruksjoner i store elver, og som er mer eller mindre uavhengig av hvilken fellelokalitet det er snakk om. Mer stedsspesifikke forhold om aktuelle felleløsninger i Tanaelva (**kapittel 6**), Altaelva (**kapittel 7**) og Neidenelva (**kapittel 8**) er omhandlet i egne kapitler i utredningen. I planlegging av tekniske installasjoner har dimensjonering stor betydning (**avsnitt 5.1**). Ekspertgruppa foreslår en type fellekonstruksjoner i store elver bestående av flytelenser (**avsnitt 5.2**), ristløsninger (**avsnitt 5.3**) og fangstinnretninger (**avsnitt 5.4**). Av hensyn til de naturlige forekommende fiskebestandene må fellekonstruksjonene også ha passeringsmuligheter for vandreende fisk (**avsnitt 5.5**). I og med at fellekonstruksjonene er midlertidige og ikke permanente installasjoner, har også enkel montering og demontering av fellekonstruksjonene stor betydning (**avsnitt 5.6**).

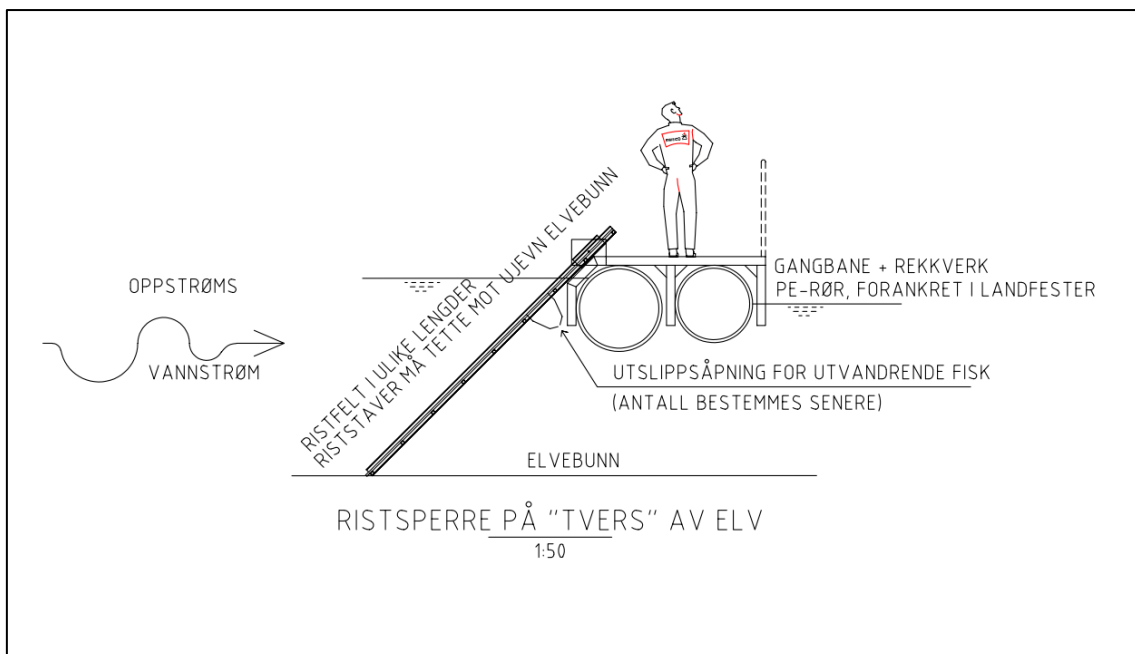
5.1 Dimensjonering

Fellekonstruksjonene er forutsatt montert ved stor vannføring tidlig på sommeren. I Altaelva er det tatt høyde for en vannføring på inntil 600 m³/s, mens det i Tanaelva er tatt høyde for en vannføring på inntil 900 m³/s. Ristfeltene må dimensjoneres for høye vannhastigheter, som igjen vil gi falltap gjennom rist og vannstandssprang i elv. Lysåpningene mellom riststavene vil bli bestemt av ønsket funksjonalitet. Ristfeltene må kontrolleres for vibrasjoner, utmatting og fare for tilstopping. Flytende PE-rør vil oppta belastninger fra ristfelt og fra vannstrøm mot rør. Dette vil gi stort strekk i PE-rørene, som er montert i en definert bue med ønsket pilhøyde. Geometri på PE-bue er bestemmende for hvilket strekk som oppstår. PE-røret på oppstrøms side vil få størst belastning, slik at dette røret vil få størst dimensjon.

Det er ønskelig med lav vekt i monteringsfasen. Etter hvert som ristfeltene blir montert i elvestrømmen vil strekket i PE-rørene øke. Forankringene av PE-rørene må utføres på begge landfester. PE-rørene må oppta store strekkrefter, slik at selve forankringen må plasseres langt inne på land. Det forutsettes bruk av spuntnåler, H-bjelker og strekkstag av kjetting. Fangstinnretningen ved elvebredden vil også bli påkjent av strømmende vann. Det forutsettes her at kreftene opptas av strekk- og trykkstaver som lokalt forankres til elvebredden. Fangstinnretningen kan prefabrikkeres i verksted og monteres med mobilkran på stedet. Fangstkammer som kan heves og senkes for å lette håndteringen av fisk, bør også vurderes.

5.2 Lense

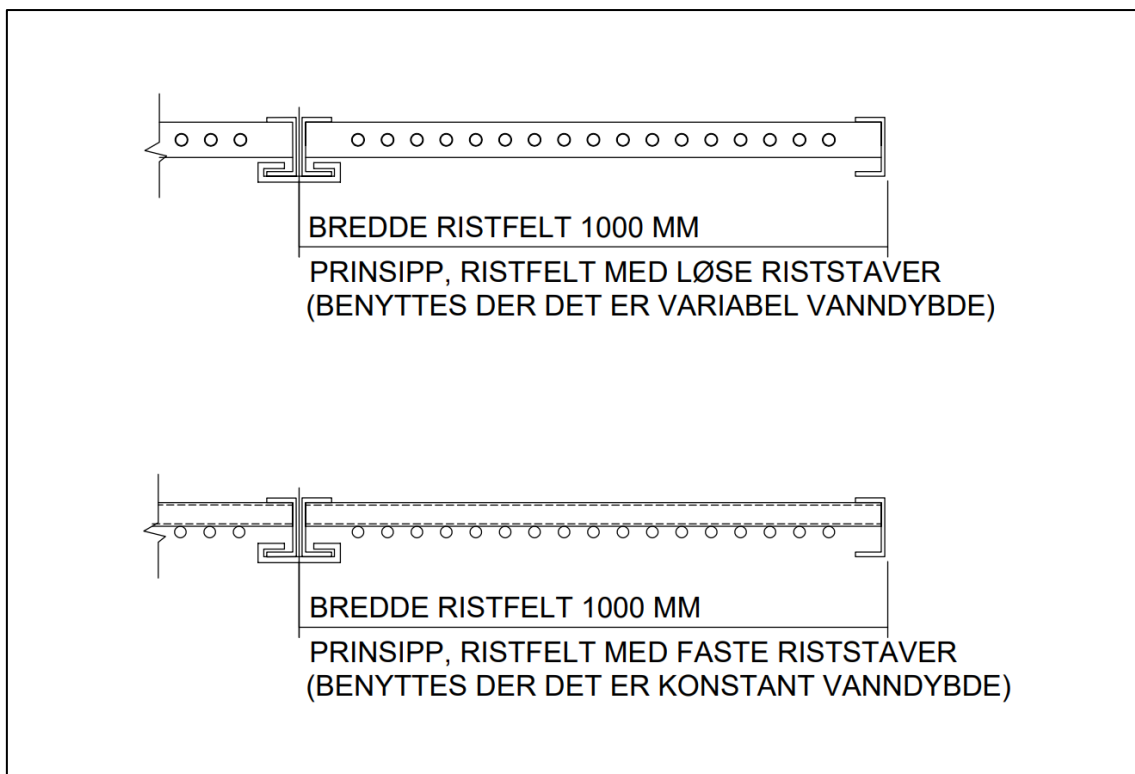
I de store elvene foreslår ekspertgruppa bruk av flytende fellekonstruksjoner bestående av kraftige lenser med skråstilte ristfelt mot strømretningen. Lensene består av to frittliggende PE-rør i et rammeverk med gangbane og rekkverk (**figur 4**). Ristfeltene festes til det øverste PE-røret som har 100 centimeters diameter. Det nederste PE-røret har noe mindre diameter (90 centimeter) og fungerer som opplegg for gangbane. Begge PE-rør flyter fritt og er holdt inntil hverandre med et stivt rammeverk av aluminium. Ved høy vannstand vil ristfeltene ha en brattere vinkel, og ved lav vannstand vil ristfeltene ha en slakere vinkel. Forventet endring i vannstand grunnet flom og tidevannsforskjeller vil være bestemmende for lengdene på ristfeltene. Ulike dimensjoner på rørene forenkler transport og reduserer transportkostnadene, ved at de minste rørene kan puttes inn i de største under transport og lagring.



Figur 4. I de store elvene foreslås bruk av flytende fellekonstruksjoner bestående av kraftige lenser med skråstilte ristfelt mot strømretningen. En mulig lenseløsning er to frittliggende PE-rør i et rammeverk med gangbane og rekkverk. Figuren er utarbeidet av Sweco.

5.3 Ristløsninger

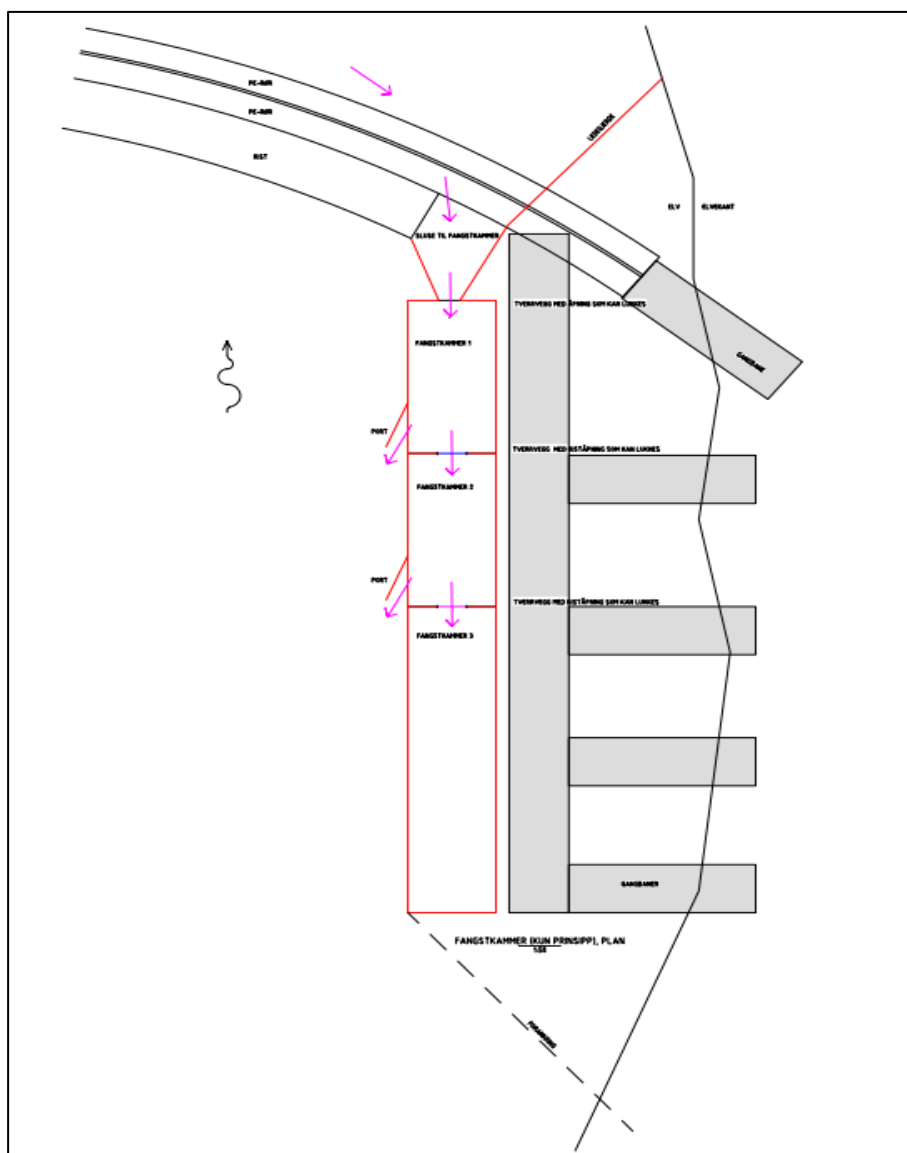
Ekspertgruppa foreslår at to ulike ristløsninger vurderes brukt i store fellekonstruksjoner i store elver. I områder med variable vanndybder kan ristfelt med løse staver benyttes, mens i områder med jevn bunnprofil kan ristfelt med faste staver benyttes (**figur 5**). Det er verdt å merke seg at funksjonaliteten til disse ristløsningene ennå ikke er tilstrekkelig utprøvd i stor skala. Ekspertgruppa anbefaler derfor at tekniske løsninger i mindre skala prøves ut under kontrollerte forhold, før løsningene tas i bruk i store fellekonstruksjoner i store elver (jf. **avsnitt 9.1**). Felles for begge de aktuelle ristløsningene er at bredden på ristfeltene er én meter, og at ristfeltene har fleksible sammenkoblinger for å tillate en viss bevegelighet. Ved behov kan skadete ristfelt relativt enkelt byttes fra gangbanen på lensen (se **avsnitt 5.1**). Ristfeltene foreslås laget av aluminium, ut fra et ønske om tilstrekkelig styrke, samtidig som man får lavest mulig vekt.



Figur 5. Det kan være aktuelt med bruk av ulike ristløsninger i store fellekonstruksjoner i store elver. I områder med variable vanndybder kan ristfelt med løse staver benyttes (øverste skisse). I områder med jevn bunnprofil kan ristfelt med faste staver benyttes (nederste skisse). Figuren er utarbeidet av Sweco.

5.4 Fangstinnretning

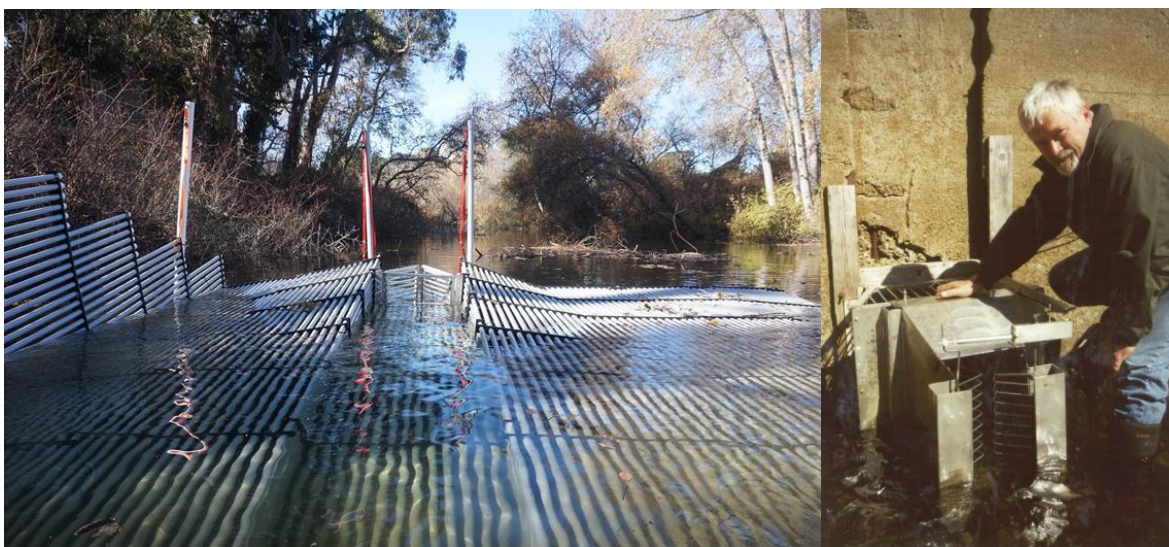
Fangstinnretninger bør etableres ved landfeste der det er et godt riggområde. Det bør etableres nødvendige gangbaner slik at de ulike delene av fangstinnretningen kan betjenes på en god og trygg måte (se **figur 6**). Ekspertgruppa foreslår at man velger fangstinnretninger som reduserer behovet for håndtering og sortering av fisk (jf. **avsnitt 2.3**). En mulig løsning er størrelsesbasert utsortering av pukkellaks fra storvokste individer av laks og sjøaure. Ved å dele inn fangstkammer i flere avdelinger med ulike størrelser på åpningene, vil det trolig være mulig å samle de fleste pukkellaksene i den innerste avdelingen. Dersom en avdeling er fri for pukkellaks, kan stedefen fisk slippes opp uten håndtering. Ekspertgruppa vurderer at det er mest skånsomt å pumpe fisk fra fangstinnretning til oppbevaringstanker på land (jf. **avsnitt 2.3**).



Figur 6. Eksempel på en fangstinnretning i en fellekonstruksjon der fangstkammeret er delt inn i flere avdelinger for ulike størrelsesgrupper av fisk. Figuren er utarbeidet av Sweco.

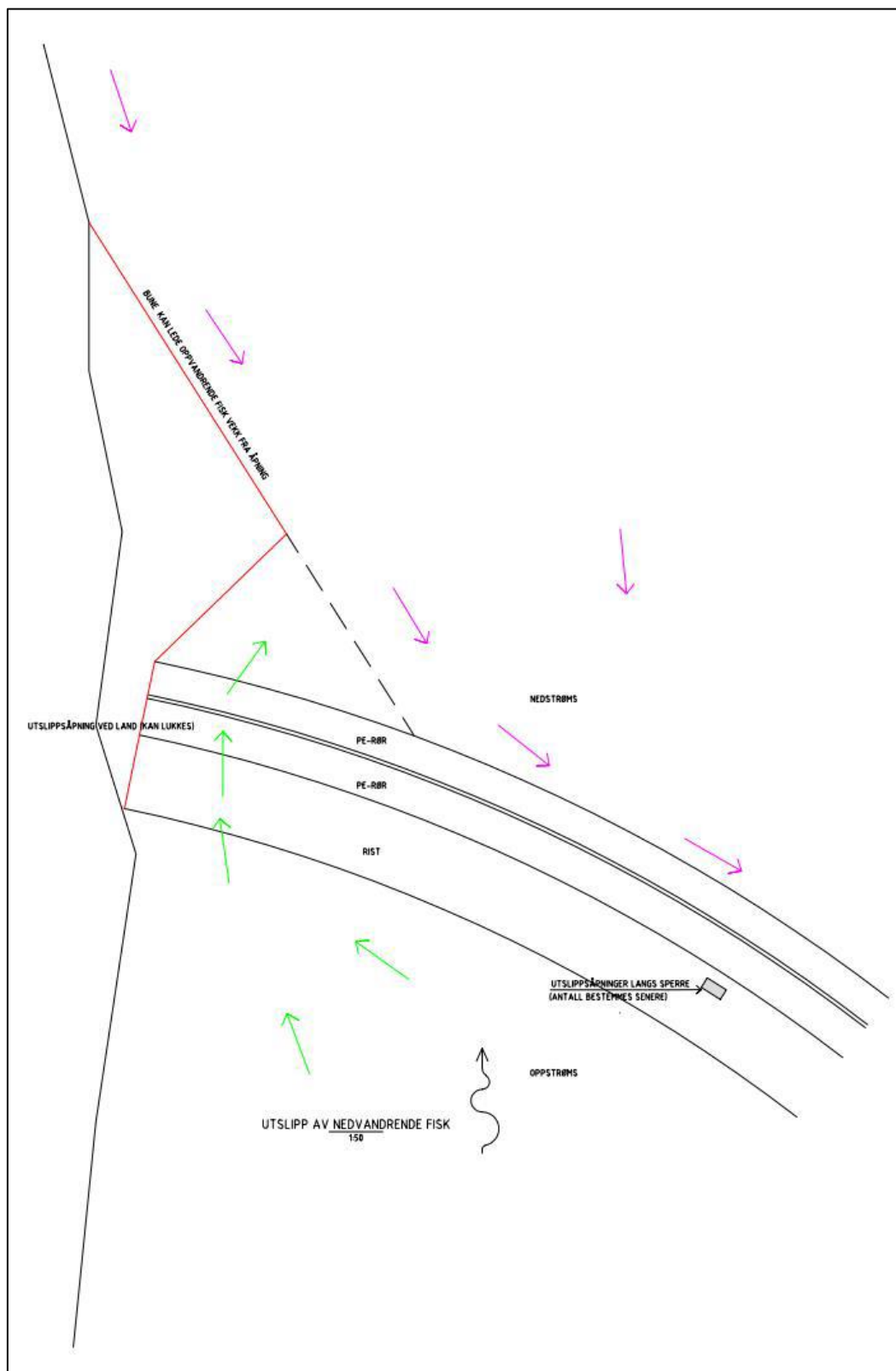
5.5 Passeringsmuligheter for vandrende fisk

I og med at bare utvandrende smolt og andre små individer kan vandre gjennom ristene i en fellekonstruksjon (jf. **avsnitt 2.1**), er det behov for en nedvandringsløsning for at større individer kan vandre ut i perioder når fiskefellene er i drift. I flyteristfeller kan dette løses ved å ha et nedsenket parti i én av flyteristene, i kombinasjon med en sluse (kalv) som gir nedvandrende og ikke oppvandrende fisk en passeringsmulighet. En slik løsning er benyttet i en flyteristfelle i Carmel River i California (**bildeserie 4**). I Carmel River er hovedhensikten med flyteristfella å overvåke regnbueaure på gytevandring, mens det ikke er ønskelig å fange nedvandrende regnbueaure etter gyting. Teoretisk sett kan oppvandrende fisk finne åpningen i en sluse og passere fellekonstruksjonen. Dette kan unngås dersom slusa har et fjærbelastet system, slik som er benyttet i den såkalte Myhre-telleren som er benyttet i mange norske fisketrapper (**bildeserie 4**).



Bildeserie 4. For å sikre at større individer av nedvandrende fisk kan passere fellekonstruksjoner, er det nødvendig å lage en eller annen form for nedvandringsløsning. I Carmel River i California er det laget en nedvandringsslusning for regnbueaure i en flyteristfelle (venstre bilde). For å hindre at fisk svømmer opp gjennom nedvandringsslusningen, kan det benyttes en sluse med et fjærbelastet system som i Myhre-telleren (høyre bilde). Carmel River: www.fishbio.com. Myhre-teller: Gunnbjørn Bremset, NINA.

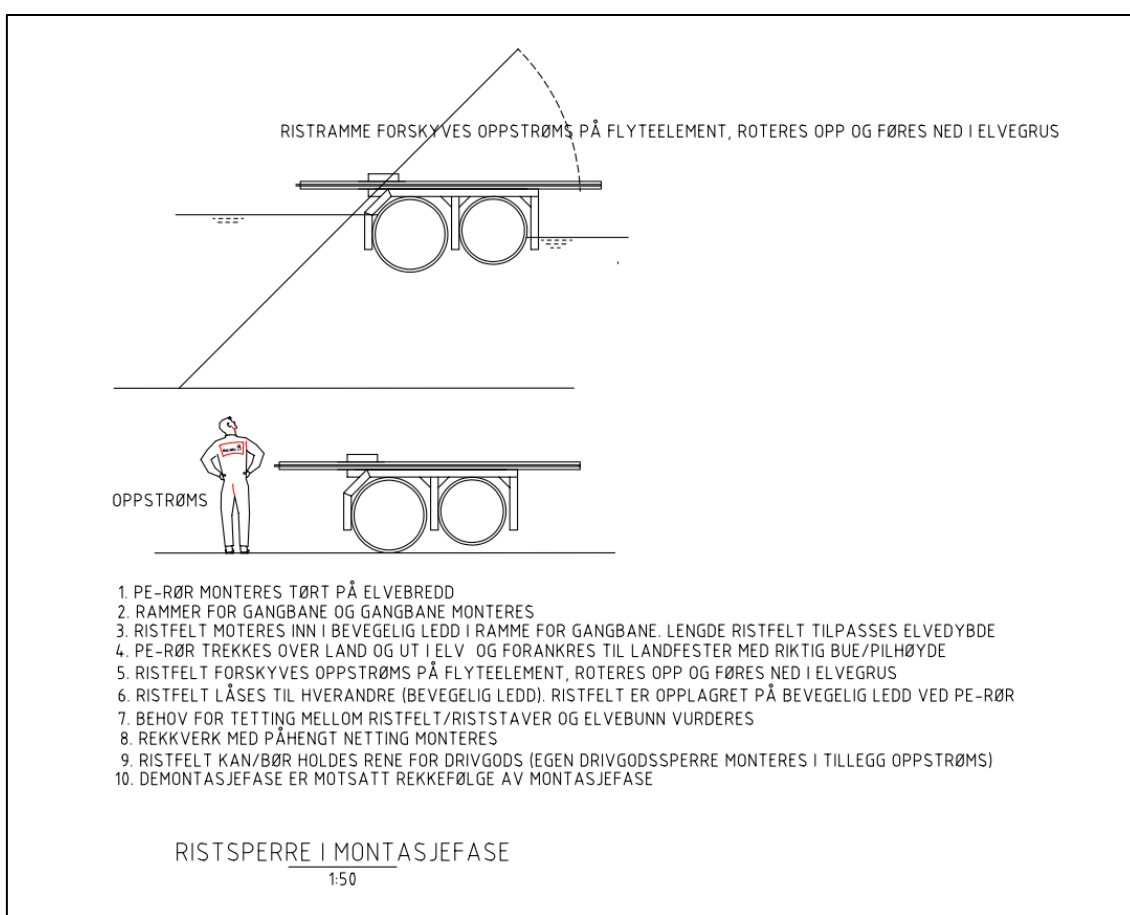
I store elver foreslår ekspertgruppa fellekonstruksjoner som skiller seg vesentlig fra flyteristfeller og andre utprøvde felletyper i mindre vassdrag. Imidlertid kan de samme nedvandringsslusningene benyttes i ulike typer av fellekonstruksjoner. I en fellekonstruksjon med rister festet til en lense kan ett eller flere ristelement erstattes av element med nedvandringmuligheter for fisk (se **figur 7**). Nedvandringmuligheten kan være et element som går helt fra topp til bunn i vannstrømmen eller enkeltenheter på spesielle dyp. For å hindre oppvandring av fisk må sluseåpningen utformes slik at bare nedvandring er mulig (jf. **avsnitt 5.3**). Eksempelvis kan nedvandringsslusninger ha en fleksibel, fjærbelastet åpning, slik at nedvandrende fisk klarer å presse seg gjennom åpningen, mens oppvandrende fisk ikke har mulighet til dette (jf. løsningen i Myhre-telleren).



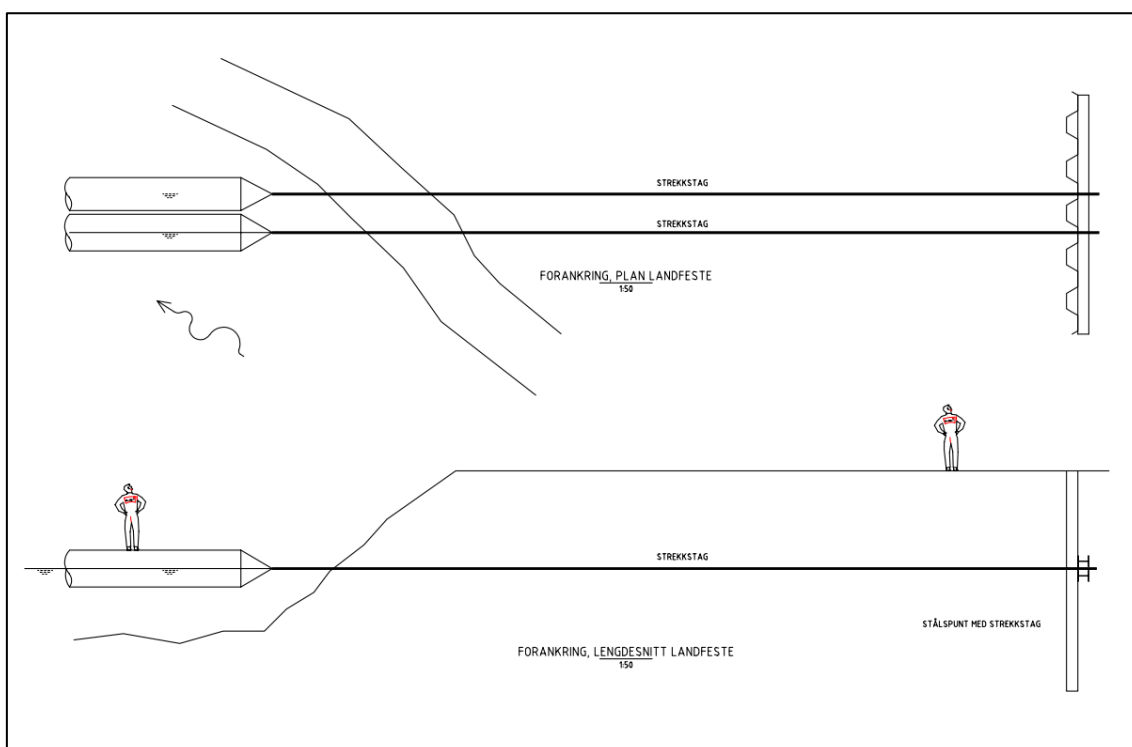
Figur 7. I fellekonstruksjonene kan det være flere seksjoner med passeringsmuligheter for nedvandrende fisk. Figuren er utarbeidet av Sweco.

5.6 Montering og demontering av fellekonstruksjon

På grunn av ulike dimensjoner kan de minste PE-rørene transporteres inni de største PE-rørene, slik at transportkostnadene reduseres. Det finnes lokale produsenter av PE-rør som kan eventuelt kan benyttes til fellekonstruksjon i Altaelva. Første trinn i monteringsfasen er at PE-rørene i lensene sveises sammen på land, før rammer for gangbane og rekkverk monteres og omslutter PE-rørene. Ristfeltene monteres inn i bevegelige ledd for gangbane (**figur 8**), og lengden på hvert enkelt ristfelt tilpasses aktuell vanndybde. PE-rørene trekkes over land og ut i elva i riktig bue, og forankres til landfester i form av stålsjunter med strekkstag (**figur 9**).



Figur 8. For å forenkle montering og demontering av fellekonstruksjoner i store elver, bør mest mulig av arbeidet gjøres på land. Ekspertgruppa foreslår en trinnvis montering av PE-rør, gangbane, rekkverk og ristfelt, som gjennomføres i omvendt rekkefølge når fellekonstruksjonen skal demonteres etter bruk. Figuren er utarbeidet av Sweco.



Figur 9. Lensene i fellekonstruksjonene foreslås forankret i elvebreddene på begge sider med stålpunt med strekkstag. Figuren er utarbeidet av Sweco.

6. Tanaelva

Ekspertgruppa har undersøkt to lokaliteter i vassdragsavsnittet mellom Tana bru og elvemunningen; Seidaholmen (**avsnitt 6.1**) og Norskholmen (**avsnitt 6.2**).

6.1 Seidaholmen

Seidaholmen ligger like nedstrøms Tana bru. Vannføringen i Tanaelva fordeles i tre løp i dette området, som i denne utredningen omtales som høyre løp, midtre løp og venstre løp. Ekspertgruppa foreslår at det enten etableres fysiske installasjoner som dekker begge hovedløp i nedre del, eller at det er fysiske installasjoner som dekker alle løp i øvre del (se **figur 10**).

Sperreløsning T1 - Høyre løp

Karakteristikk av elveløp: Lang yttersving av elva med markert elveløp. Hovedstrømmen går noe ute i elveløpet, og ikke langs høyre elvebredd som en skulle ha forventet.

Metode: Lensetype, flytende. Forankring i spuntvegg på landside og på område med vegetasjon inne på Seidaholmen. Kabler til lense graves ned i elvebredden. Installasjonen legges om lag 45 grader på strømningsretning.

Andre forhold: Konstruksjonen må tåle minst 2 m/s.

Alternativ løsning: Ikke vurdert

Sperreløsning T2 - Midtre og venstre løp

Karakteristikk av elveløp: Midtre løp er hovedløpet, stor vannhastighet og stor vannføring. Avgrenses av vegetasjon i oppstrøms ende, går over i sandbanker i nedstrøms ende. Venstre løp er et veldefinert løp i yttersving. Ytterkant mot land er en forbygning.

Metode: Lensetype eller avsperring. Forankring i spuntvegg på landside og på område med vegetasjon inne på Seidaholmen. Kabler til lense graves ned i elvebredden. Legges om lag 45 grader på strømningsretning. Fisk må ledes helt til venstre elvebredd, ingen fangstfeller ute i elva.

Andre forhold: Konstruksjonen må tåle minst 2 m/s.

Alternativ løsning: Bygging av tett sperre av lensetype, kombinert med avsperring i nedstrøms ende av sandbanke ved Seidaholmen (se T3 nedenfor). Det vil lede all fisk inn til høyre bredd.

Sperreløsning T3 - Alternativ sperre som dekker både venstre og midtre løp

Karakteristikk av elveløp: Svært bred del av elva med rolige strømningsforhold, men store vannhastigheter i djupål.

Metode: Lensetype kombinert med avsperring. Forankring i spuntvegg på landside og i sandbanke nedstrøms Seidaholmen. Kabler til lense graves ned i elvebredden. Legges om lag 45 grader på strømningsretning, men vil grunnet stor lengde få et betydelig heng. Fisk må ledes helt over i høyre løp for fanging i felles kammer ved T1.

Andre forhold: Må tåle minst 2-3 m/s.



Figur 10. Aktuell sperrelokalitet ved Seidaholmen, der det er mulig med flere ulike sperreløsninger. En mulig løsning er å sperre av tre elveløp med to sperrer (T1 og T2). Et alternativ er å sperre av de to sidene av Seidaholmen med to sperrer (T1 og T3). Figuren er utarbeidet av Sweco.

Mer detaljert om sperreløsning T1

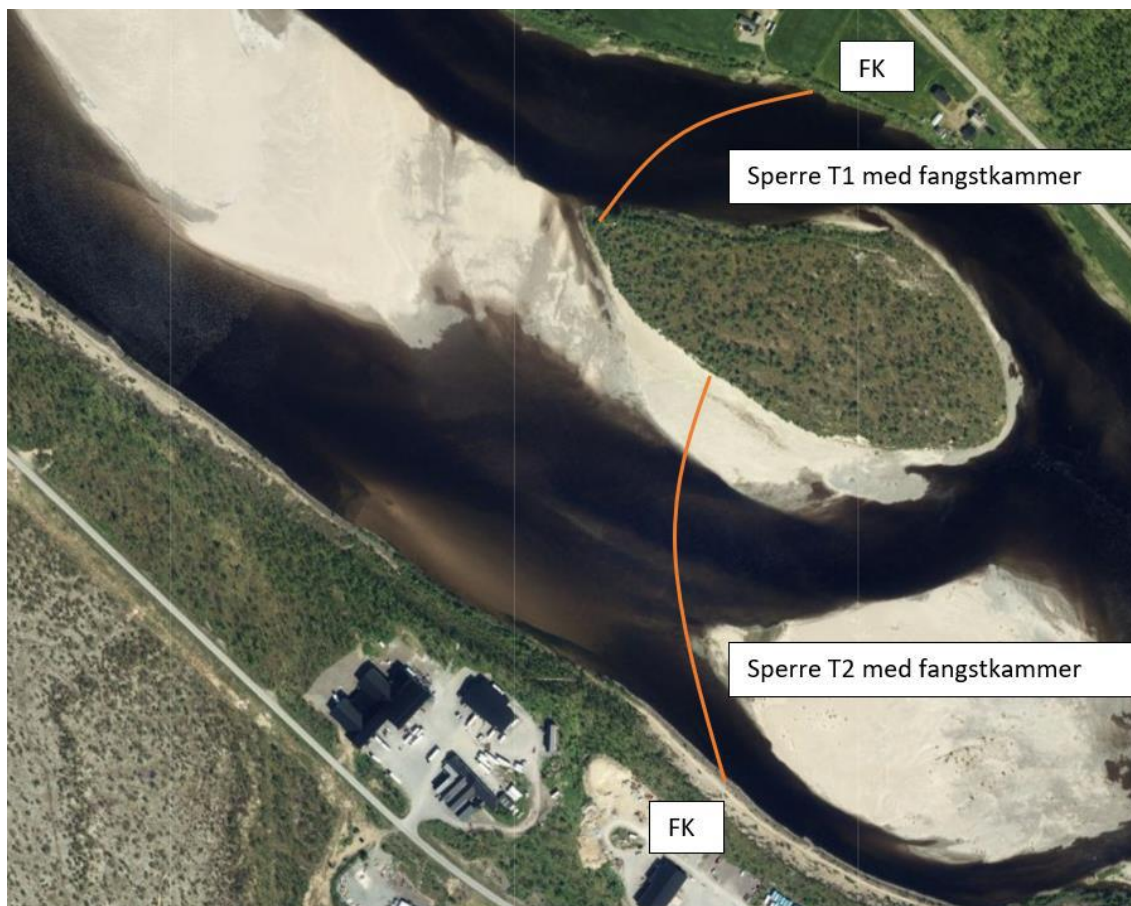
Sperrelengden vil være om lag 270 meter. Vannhastighetene i elvetverrsnittet ligger i området 2-3 m/s, og vanndybden varierer jevnt over mellom én og tre meter. Forankringsmulighetene for sperreløsning på Seidaholmen er krevende, mens forankringsmulighetene ved høyre elvebredd er gode (se **bilde 3**). Anleggsområdet ved fangstkammer er vurdert som godt. Sperreløsning T1 krever i tillegg en sperreløsning T2 (**figur 11**) eller sperreløsning T3 (**figur 12**).



Bilde 3. Tanaelva sett medstrøms fra elvebredden ved aktuell sperreløsning T1. Seidaholmen er synlig i øvre venstre bildekant. Foto: Bjørn Dalsnes, Sweco.

Mer detaljert om sperreløsning T2

Sperrelengden vil være om lag 350 meter. Vannhastighetene i elvetverrsnittet ligger i området 2-3 m/s, og vanndybden varierer jevnt over mellom én og tre meter. Forankringsmulighetene for sperreløsning på Seidaholmen er krevende. Tilsvarende er forankringsmulighetene ved venstre elvebredd krevende på grunn av bratt elveskråning (**bilde 4**). Anleggsområdet ved fangstkammer er vanskelig på grunn av den bratte elveskråningen. Sandskråningen over forbygningen ligger på naturlig rasvinkel, og har derfor ingen ekstra kapasitet.



Figur 11. Flyfoto som viser hvordan området ved Seidaholmen kan sperres av ved hjelp av to sperrer (T1 og T2) med fangstkammer (FK). Figuren er utarbeidet av Sweco.

Alternativ lokalitet oppstrøms Seidaholmen

Ekspertgruppa har under befarings- og påfølgende utredninger arbeidet ut fra et premiss om at felleløsninger for pukkellaks bør etableres nedstrøms strykene ved Tana bru. Imidlertid er ekspertgruppas klare vurdering at etablering av en felleløsning i innsnevringen ved Tana bru, ville ha vært vesentlig enklere teknisk enn større konstruksjoner lenger ned i vassdraget. Usikkerhetene knyttet til funksjonalitet ville ha blitt betydelig mindre, dersom man hadde valgt et veldefinert elvetverrsnitt som ved Tana bru. I tillegg til enklere vanntekniske forhold og bedre sikkerhet for god funksjonalitet, vil en felleløsning i området ved Tana bru være betydelig billigere enn de svært store konstruksjonene som kreves ved Seidaholmen og Norskholmen. Ekspertgruppa vil derfor anbefale at en fellelokalitet ved Tana bru utredes i perioden 2023-2024, slik at det vil være mulig å etablere en felleløsning på denne lokaliteten i 2025.



Figur 12. Flyfoto som viser hvordan venstre elveløp ved Seidaholmen kan sperres av ved hjelp av en sperreløsning (T3) med fangstkammer. Figuren er utarbeidet av Sweco.



Bilde 4. Sandbanke på Seidaholmen med venstre elveløp og bratt elveskråning i bakgrunnen. Sperreløsning T2 er aktuell å etablere i dette området. Foto: Bjørn Dalsnes, Sweco.

6.2 Norskholmen

Norskholmen ligger om lag 15 kilometer nedstrøms Seidaholmen, og om lag 18 kilometer oppstrøms elvemunningen. Vannføringen i Tanaelva fordeles i to hovedløp i dette området, hvorav mesteparten av vannet går i venstre hovedløp. I det høyre hovedløpet er det store sandbanker som tørregges ved lave vannføringer. Siden høyre hovedløp på befaringstidspunktet var delt i to løp, omtales disse som midtre og høyre løp i denne utredningen. Ekspertgruppa foreslår at det bygges to eller tre sperrer, som dekker de to hovedløpene ved Norskholmen (**figur 13**).

Sperreløsning T4 - Venstre løp

Karakteristikk av elveløp: Kraftig yttersving av elva med markert elveløp. På lav vannføring går alt vannet i dette løpet. Folk med erfaring fra garnfiske kan opplyse om kraftig sandtransport med mye gjenauring, noe som skjer selv ved moderate og lave vannføringer.

Metode: Lensetype, flytende. Forankring i spuntvegg på landside og på område med vegetasjon inne på Norskholmen. Kabler til lense graves ned i elvebredden. Installasjonen legges om lag 45 grader på strømningsretning inne ved fangstfella.

Andre forhold: Konstruksjonen må tåle minst 2 m/s.

Alternativ løsning: Ikke vurdert

Sperreløsning T5/T6 - Høyre og midtre løp

Karakteristikk av elveløp: Det er høyre løp som hadde størst vannføring på befaringstidspunktet, mens det midtre løpet var tilnærmet tørrlagt. Det er store sandbanker som tørregges med lave vannføringer. Det er ikke vurdert om sandbankene kan brukes til gange/transport.

Metode: Avsperring. Stikk, påler eller spunt settes i elvebunn for å danne et tett gjerde. Gjerdet må plukkes inn etter at pukkellaks er stoppet i sperra. Det var ingen vannføring i midtre løp under befaringen, men sperrekonstruksjonen må fungere også i perioder med høyere vannføring.

Andre forhold: Må sikre sikker transport og gange langs sperra.

Alternativ løsning: Bygges som to atskilte sperrer T5 og T6.

Mer detaljert om sperreløsning T4

Sperrelengden vil være om lag 400 meter. Vannhastighetene i elvetverrsnittet ligger i området 1-2 m/s, og vanndybde varierer jevnt over mellom én og tre meter. Forankringsmulighetene for sperreløsning på Norskholmen (**bildeserie 5**) er krevende, men det antydes mulighet for maskinelt utstyr over tørrlagt elveleie. Forankringsmulighetene ved venstre elvebredd er gode (**figur 14**), og anleggsområdet ved fangstkammer er godt. Denne sperreløsningen krever i tillegg sperreløsning T5/T6 for å hindre passeringsmuligheter ved høye vannføringer.



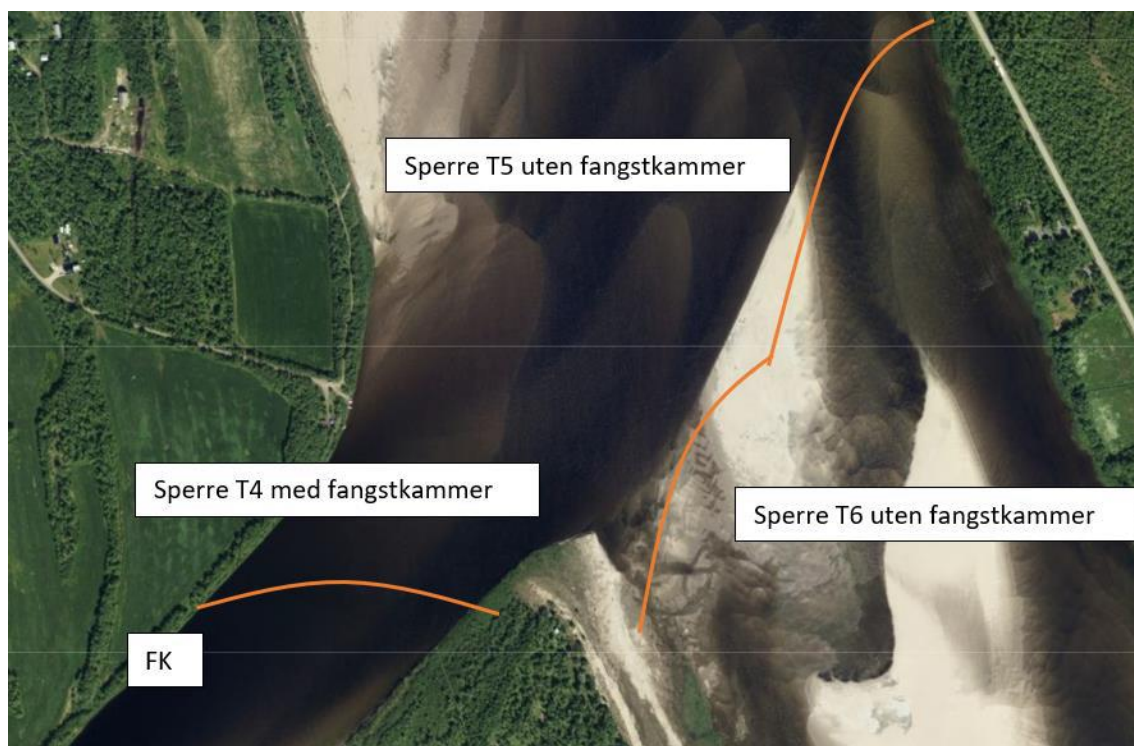
Figur 13. Aktuell sperrelokalitet ved Norskholmen, der det er mulig med flere ulike sperreløsninger. Én mulig løsning er å sperre av de to hovedløpene med tre sperreløsninger (T4 -T6). Et alternativ til å bruke to sperrer på høyre side av Norskholmen er å sperre av høyre hovedløp med én sammenhengende sperreløsning. Figuren er utarbeidet av Sweco.

Mer detaljert om sperreløsning T5

Sperrelengden vil være i overkant av 300 meter. Vannhastighetene i elvetverrsnittet ligger i området 1-2 m/s, og vanndybde varierer trolig mellom én og to meter. Forankringsmulighetene for sperreløsning i elveløpet er krevende, men det antydes mulighet for maskinelt utstyr over tørrlagt elveleie. Forankringsmulighetene ved høyre elvebredd er gode.

Mer detaljert om sperreløsning T6

Sperrelengden vil være i overkant av 100 meter. Antatt vannhastighet i elvetverrsnittet er om lag 1 m/s, og antatt vanndybde i området er opp mot én meter. Forankringsmulighetene for sperreløsning i elveløpet er krevende, men det antydes mulighet for maskinelt utstyr over tørrlagt elveleie. Forankringsmulighet for sperre på Norskholmen er krevende (**bildeserie 5**), men det antydes mulighet for maskinelt utstyr over tørrlagt elveleie.



Figur 14. Flyfoto som viser hvordan området ved Norskholmen kan sperres av ved hjelp av tre sperreløsninger (T4-T6), og der det er fangstkammer (FK) bare i venstre hovedløp. Figuren er utarbeidet av Sweco.

6.3 Oppsummering og konklusjon

Ekspertgruppa vurderer at det er teknisk mulig å etablere felleløsninger på begge de utredete fellelokalitetene i Tanaelva. Ut fra de store usikkerhetene knyttet til blant annet finsedimenter ved lokaliteten ved Norskholmen, er det stort behov for utfyllende kartlegging, tekniske utredninger og utprøvinger av ulike tekniske løsninger. Ut fra nåværende kunnskapsgrunnlag er det ikke forsvarlig å etablere svært kostbare felleløsninger på denne lokaliteten. Ekspertgruppas vurdering er at lokaliteten ved Seidaholmen er enklere rent vannteknisk enn lokaliteten ved Norskholmen. Av de to foreslåtte alternativene anbefales løsningen med avsperring av venstre elveløp og felleløsning i høyre elveløp. Gitt at det hadde vært tilstrekkelig med midler for en kostnadskrevende felleløsning i Tanaelva, er ekspertgruppas vurdering at det ville være teknisk mulig å etablere en slik ved Seidaholmen i 2023. Imidlertid er ekspertgruppas klare vurdering at etablering av en felleløsning i innsnevringen ved Tana bru, ville ha vært vesentlig enklere teknisk sett, samt betydelig billigere enn større konstruksjoner lenger ned i vassdraget.



Bildeserie 5. I området ved Norskholmen er en mulig løsning å etablere én fiskesperre som dekker venstre hovedløp (venstre bilde) og én eller to fiskesperrer som dekker høyre hovedløp (høyre bilde). På befaringstidspunktet var det minimal vannføring i høyre hovedløp. Begge foto: Bjørn Dalsnes, Sweco.

7. Altaelva

I Altaelva er det vurdert tre sperrelokaliteter i nedre deler av Raipas, på elvestrekningen oppstrøms E6-brua (**figur 15**). Felles for lokalitetene er at det er samlede elveløp, og at elvetverrsnittene er 100-150 meter brede. Videre består elvebunnen i stor grad av finere substratkategorier som sand, grus og småstein. Det er ikke fast fjell i grunnen ved noen av lokalitetene. Det er en gradient med økende vannhastigheter fra nedre til øvre lokalitet. Mens den nederste lokaliteten ligger i tidevannspåvirket område, ligger den midterste og den øverste lokaliteten oppstrøms tidevannssonen.



Figur 15. I nedre deler av Altaelva er det funnet tre aktuelle lokaliteter for sperreløsninger. Den nederste lokaliteten (A3) ligger i tidevannspåvirket område, mens de to andre lokalitetene (A1 og A2) ligger oppstrøms tidevannspåvirket område. Figuren er utarbeidet av Sweco.

7.1 Øverste lokalitet

Den øverste sperrelokaliteten i Altaelva er om lag halvannen kilometer oppstrøms E6-brua, i et område som ikke er påvirket av tidevann. Bredden på elvetverrsnittet er om lag hundre meter. Like oppstrøms aktuell sperrelokaliteten utvider elveløpet seg med store ører som er tørrlagte ved små og middels store vannføringer (**figur 16**).

Sperreløsning A1

Karakteristikk av elveløp: Bratt stekning på elva med stor vannhastighet selv på moderat vannføring. Grov grus i elveløp, forbygning på venstre side (**bildeserie 6**). Udefinert sideterreng på høyre side.

Metode: Lensetype, flytende. Forankring i spuntvegg bak forbygning på venstre side og på område med vegetasjon/terreng inne på høyre side. Kabler til lense graves ned i elvebredden. Installasjonen legges om lag 45 grader på strømningsretning inne ved fangstfella.

Andre forhold: Konstruksjonen må tåle minst 4 m/s.

Alternativ løsning: Ikke vurdert



Figur 16. Den øverste sperrelokaliteten i Altaelva er om lag halvannen kilometer oppstrøms E6-brua. Figuren er utarbeidet av Sweco.

Mer detaljert om sperreløsning A1

Sperrelengden vil være om lag 230 meter. Vannhastighetene i elvetverrsnittet ligger i området 2-4 m/s, og vanndybden varierer jevnt over mellom én og tre meter. Forankringsmulighetene for sperreløsning ved elvebreddene er gode (**bildeserie 6**), og tilsvarende er det gode forhold i anleggsområdet ved fangstkammer.



Bildeserie 6. Den øverste lokaliteten i Altaelva som ekspertgruppa har vurdert for etablering av fellekonstruksjon. Denne lokaliteten er trolig den teknisk mest krevende av de tre aktuelle lokalitetene. Øverste foto: Bjørn Dalsnes, Sweco. Nederste foto: Gunnbjørn Bremset, NINA.

7.2 Midterste lokalitet

Den midterste sperrelokaliteten i Altaelva er om lag én kilometer oppstrøms E6-brua, i et område som ikke er påvirket av tidevann. Bredden på elvetverrsnittet er om lag hundre meter på den aktuelle lokaliteten, som utgjør en innsnevring av elveløpet på den aktuelle elvestrekningen (**figur 17**).

Sperreløsning A2

Karakteristikk av elveløp: Strekning på elva med moderat helling og moderat vannhastighet. Til dels grov elvegrus i elveløpet, og det er etablert forbygninger på venstre side. Definert sideterreng og forbygning på høyre side.

Metode: Lensetype, flytende. Forankring i spuntvegg bak forbygning på begge sider av elva. Kabler til lense graves ned i elvebredden. Installasjonen legges om lag 45 grader på strømningsretning inne ved fangstfella.

Andre forhold: Konstruksjonen må tåle minst 3 m/s. Fangstfella må bli etablert på høyre elvebredd (østsida av elva). Det må regnes med at det er behov for oppgradering av atkomstvei og riggområde.

Alternativ løsning: Ikke vurdert



Figur 17. Den midterste sperrelokaliteten i Altaelva er om lag én kilometer oppstrøms E6-brua. Figuren er utarbeidet av Sweco.

Mer detaljert om sperreløsning A2

Sperrelengden vil være om lag 180 meter. Vannhastighetene i elvetverrsnittet ligger i området 2-3 m/s, og vanndybden varierer jevnt over mellom én og tre meter.

Forankringsmulighetene for sperreløsning ved elvebreddene er gode (**bilde 5**), og tilsvarende er det gode forhold i anleggsområdet ved fangstkammer.



Bilde 5. Den midterste lokaliteten i Altaelva som ekspertgruppa har vurdert for etablering av fellekonstruksjon. Venstre elvebredd og venstre del av elvetverrsnittet består utelukkende av finsedimenter, mens høyre elvebredd er forbygd med grove steinmasser. Foto: Gunnbjørn Bremset, NINA.

7.3 Nederste lokalitet

Den nederste sperrelokaliteten i Altaelva er omtrent 150 meter oppstrøms E6-brua, i et område som er påvirket av tidevann. Bredden på elvetverrsnittet er om lag 150 meter, og det er forbygninger på begge sider av elva (**figur 18**). På høyre side er det en forbygning av eldre dato, mens det er en helt nyetablert forbygning på venstre side.

Sperreløsning A3

Karakteristikk av elveløp: Kanalisert strekning av elva helt i nedstrøms ende av Altaelva. Det er liten vannhastighet pga bredde/dybde-forhold, men også fordi floa går opp i denne elvestrekningen. Begge sider av elva er plastret og forbygd, og det er nylig lagt ut en ny forbygning ut i elva på venstre side av elva. Forbygningen er etablert etter at siste flyfoto over området er tatt.

Metode: Lensetype, flytende. Forankring i spuntvegg bak forbygning på venstre side og delvis inne på industriområde på høyre side. Kabler til lense graves ned i elvebredden. Installasjonen legges noe brattere enn 45 grader på strømningsretning inne ved fangstfella.

Andre forhold: Konstruksjonen må tåle minst 2 m/s.

Alternativ løsning: Mulig sideløp mellom hovedsperre og hovedveg kan benyttes til arrangementet.



Figur 18. Den nederste aktuelle sperrelokaliteten er i tidevannspåvirket område, og er om lag 150 meter oppstrøms E6-brua. Det er forbygninger på begge sider av elveløpet. Figuren er utarbeidet av Sweco.

Mer detaljert om sperreløsning A3

Sperrelengden vil være om lag 200 meter. Vannhastighetene i elvetverrsnittet ligger i området 1-2 m/s, og vandybdene varierer jevnt over mellom én og tre meter. På grunn av at sperrelokaliteten er i tidevannspåvirket område, vil det være store variasjoner i vannhastigheter gjennom døgnet. Forankringsmulighetene for sperreløsning ved elvebreddene er gode (**bilde 6**), og tilsvarende er det gode forhold i anleggsområdet ved fangstkammer.



Bilde 6. Den nederste lokaliteten i Altaelva som ekspertgruppa har vurdert for fellekonstruksjon. Ut fra en helhetsvurdering er det denne lokaliteten som er helt klart best egnet. Foto: Bjørn Dalsnes, Sweco.

7.4 Oppsummering og konklusjon

Ekspertgruppa vurderer at det er teknisk mulig å etablere felleløsninger på alle de utredete fellelokalitetene i Altaelva. Den nederste lokaliteten er klart å foretrekke foran de to andre lokalitetene, og det er knyttet liten usikkerhet til at aktuell felleløsning vil fungere tilfredsstillende. Gitt at det hadde vært tilstrekkelig med midler for en kostnadskrevende felleløsning i Altaelva, er ekspertgruppas vurdering at det er teknisk mulig å etablere dette i 2023. Ekspertgruppa anbefaler at det så snart som mulig gjøres en kartlegging av dybdeforhold (bunnprofiler) på den anbefalte lokaliteten. Kartlegging bør gjøres på en om lag fem hundre meter lang strekning oppstrøms E6-brua, slik at det er mulig å finne den optimale plassering av en felleløsning.

8. Neidenelva

I Neidenelva har ekspertgruppa sett nærmere på en lokalitet ved Fossheim skole, der elva har en naturlig innsnevring og det er fjellgrunn på venstre side (**bilde 7**). Lokalteten ligger om lag tre kilometer nedstrøms Skoltefossen, og om lag sju kilometer oppstrøms elvemunningen. Ifølge lokalkjente personer er Neidenelva flopåvirket nesten helt opp til aktuell fellelokalitet. En foreløpig vurdering er at denne lokaliteten synes teknisk mulig for etablering av en fellekonstruksjon. Imidlertid er ekspertgruppas primære mandat å vurdere fysiske installasjoner i Tanaelva og Altaelva, slik at videre vurderinger av sperremuligheter i Neidenelva ikke er prioritert i denne utredningen.



Bilde 7. Aktuell lokalitet for sperreløsning ved Fossheim skole i Neidenelva. Lokalteten ligger om lag tre kilometer nedstrøms Skoltefossen, og om lag sju kilometer oppstrøms Neidenelvas utløp i sjø. Foto: Gunnbjørn Bremset, NINA.

9. Utredningsbehov

Det er et betydelig utredningsbehov knyttet til etablering og drift av fiskesperrer i store laksevassdrag. Utredningsbehovet gjelder både vanntekniske og fiskebiologiske forhold, og utredningsbehovet er spesielt stort i tilknytning til mulige sperreløsninger i Tanaelva. Ekspertgruppa vurderer at det ikke er mulig å prioritere mellom de to sperrelokalitetene i Tanaelva før det er gjort noen sentrale utredninger. Videre er det også behov for utprøving av tekniske løsninger i småskala før det etableres fullskala fiskesperre i Tanaelva. Etter at fiskesperrene er satt i drift er det ønskelig med overvåking og undersøkelser for å kartlegge og optimalisere funksjon til rister og fangstkammer. Utredningsbehov relatert til tekniske løsninger (**avsnitt 9.1**) og fiskerelaterte spørsmål (**avsnitt 9.2**) er omhandlet hver for seg.

9.1 Utprøving av tekniske løsninger

I norsk sammenheng er det en helt ny problemstilling å etablere fellekonstruksjoner som skal dekke hele elvetverrsnitt i store, brede vassdrag. I Tanaelva er det snakk om elvetverrsnitt som måler flere hundre meter, noe som tilsier at oppnådde erfaringene fra mindre vassdrag har begrenset overføringsverdi. Det er derfor behov for å prøve ut tekniske løsninger i mindre skala, før man planlegger og etablerer fullskala felleløsninger. Blant annet er det behov for følgende utprøvinger:

- Utprøving av rister i sandområder
- Utprøving av rister i sterk vannstrøm
- Utprøving av ulike ristkonstruksjoner
- Utprøving av ulike materialer
- Utprøving av pumpesystem og manuell sortering

I nedre deler av Tanaelva består elvebunnen stort sett av finsubstrat som sand og finkornet elvegrus. Dette er svært ustabile elvemasser som flyttes selv ved små vannføringer. Sandbankene i elva er svært dynamiske. Dette innebærer at noen sandbanker flyttes, nye sandbanker etableres, og enkelte sandbanker forsvinner. Denne dynamikken er spesielt utpreget i området ved Norskholmen, noe som framgår av flyfoto tatt opp gjennom årene. Lokale utøvere av stengselfiske opplyser om at garn kan bli nedgravd over natt, slik at garnene som settes ut i området nesten ikke er mulig å få opp igjen. Før det etableres en fellekonstruksjon i Tanaelva bør derfor fellerister prøves ut i småskala i områder med mye sedimenttransport.

På de aktuelle sperrelokalitetene i Tanaelva og Altaelva er det til dels høye vannhastigheter. Selv om det kan gjøres teoretiske beregninger av hvordan fellerister fungerer i ulike vannhastigheter, er det nødvendig å prøve ut aktuelle ristkonstruksjoner før disse benyttes i fullskala fellekonstruksjoner. Én av disse utprøvingene bør skje under de maksimale vannhastigheter som forventes på de aktuelle fellelokalitetene.

Småskala utprøving kan skje med bruk av miniatyrmodeller under kontrollerte forhold. Dessuten bør det prøves ut ristelementer i felt, og gjerne på aktuelle fellelokaliteter. I tillegg til utprøving av fellerister ved ulike vannhastigheter, bør det prøves ut ulike varianter av rister under laboratorieforhold og feltforhold. Siden valg av materialer og lysåpning vil ha stor betydning for funksjonalitet, er det viktig å prøve ut aktuelle løsninger i felt før man konstruerer felleristene.

Når det gjelder viktigheten av hva som bør prøves ut i vassdrag, vil ekspertgruppa prioritere i følgende rekkefølge; 1) utprøving av en fullskala felleløsning i en mindre elv, 2) utprøving av ulike ristløsninger i høye vannhastigheter, og 3) utprøving av ulike ristløsninger i områder med finsubstrat. En aktuell lokalitet for fullskala utprøving av felleløsning i en mindre elv, er i nedre deler av Máskejohka i Tanavassdraget (**bilde 8**). Máskejohka har mange fellestrekk med nedre deler av Tanaelva. Blant annet er elva sentflytende med mye finsubstrat i elvebunnen, og det er grunn til å anta at sedimenttilførselen til de nedre delene er vesentlig. Andre aktuelle elver for utprøving av felleløsninger kan være Munkelva i Neidenfjorden og Vesterelva i Varangerfjorden. Begge disse elvene har hatt betydelige forekomster av pukkellaks i perioden 2017-2021. Et argument for å velge Vesterelva er at man kan få prøvd ut ristløsninger i høye vannhastigheter, mens et argument for å velge Munkelva er at man kan få prøvd ut ristløsninger i områder med mye finsubstrat.



Bilde 8. En aktuell lokalitet for fullskala utprøving av felleløsning i en mindre elv, er i nedre del av Máskejohka i Tanavassdraget. Denne sideelva har mange fellestrekk med nedre deler av Tanaelva, blant annet med mye finstoff i elvebunnen. Foto: Gunnbjørn Bremset, NINA.

9.2 Utredning av fiskerelaterte spørsmål

I likhet med behovet for å avklare usikkerheter knyttet til tekniske løsninger, er det også flere usikkerheter knyttet til fiskerelaterte problemstillinger. Ut over at fellekonstruksjonen skal fungere for å fange pukkellaks på en mest mulig kostnadseffektiv måte, må man også ivareta hensynet til de naturlige fiskebestandene (se **avsnitt 2.1**) og fiskevelferd og fiskehelse (se **avsnitt 2.2**). Det er derfor behov for å utrede flere fiske-relaterte spørsmål, før man planlegger og etablerer fullskala felleløsninger. Blant annet er det behov for følgende utredninger og utprøvinger:

- Burforsøk med pukkellaks
- Videoovervåking i fangstinnretning
- Overvåking av oksygen og temperatur
- Telemetristudier av vandrende fisk
- Kartlegging av stasjonære bestander
- Utprøving av nedvandringsløsninger
- Undersøke passeringsmuligheter for smolt
- Kartlegge gyteaktivitet i tidevannssone
- Undersøke eggoverlevelse i brakkvann

Siden det er uklarheter knyttet til hvilke lysåpninger i ledegjerde og fangstbur som pukkellaks kan passere (jf. **avsnitt 2.4**), bør det gjennomføres kontrollerte burforsøk med pukkellaks i løpet av 2023. Det er mest hensiktsmessig at burforsøkene gjennomføres i tilknytning til eksisterende aktiviteter i Finnmark. En mulig tilnærming er å dele inn fangstkammer i flere avdelinger med ulik lysåpning, og undersøke i hvilken grad pukkellaks av ulik størrelse er i stand til å rømme ut av de ulike avdelingene. Dette burforsøket forutsetter at det er god tilgang på pukkellaks av ulike størrelser i vassdraget, samt at det gjøres nøye målinger av alle pukkellaks på starten av og på slutten av forsøket. Siden slike burforsøk er ressurskrevende bør det suppleres med videoovervåking av fangstbur i flere fellekonstruksjoner, slik at det er mulig å observere atferd til pukkellaks i fangstkammeret, og registrere eventuelle fisk som klarer å rømme fra kammeret.

Ved etablering av fellekonstruksjoner må hensynet til naturlig forekommende fiskearter ha en overordnet betydning. Det er knyttet flere usikkerheter til passeringsmuligheter for vandrende fisk forbi fellekonstruksjoner (jf. **avsnitt 2.4**). For å kartlegge i hvilken grad vandrende fisk kan passere konstruksjonene, kan man benytte ulike former for videoteknikk og telemetri. Mens merkestudier ved hjelp av telemetri kan kartlegge vandringsatferd i større områder, er videoteknikk mest egnet i tilknytning til selve fellekonstruksjonen. Det mest hensiktsmessige er derfor å benytte en kombinasjon av de to metodene. Før det tas en endelig beslutning om lokalisering av fellekonstruksjoner i store elver, er det nyttig med informasjon om vandringsrutene til oppvandrende fisk. Ekspertgruppa anbefaler derfor fangst og merking av oppvandrende fisk nedstrøms aktuelle fellelokaliteter. I Altaelva kan det vurderes om kilenøter er en aktuell

fangstmetode. Etter at fellekonstruksjonene er etablert kan telemetristudiene suppleres med videoteknikk, for å kartlegge i hvilken grad fisk blir hindret under oppvandring og nedvandring.

Opphoping av større mengder fisk ved fellekonstruksjoner og i fangstinnretninger kan medføre stress, som i neste omgang kan føre til dårlig fiskevelferd og fiskehelse (jf. **avsnitt 2.2**). Det negative potensialet er spesielt stort i perioder med høy vanntemperatur og lav vannføring, da opphoping av fisk i verste fall kan innebære lave oksygennivå med påfølgende letale og subletale effekter på fisk. Ekspertgruppa anbefaler derfor at det gjennomføres rutinemessig målinger av vanntemperatur og oksygennivå i fellekonstruksjoner. Dette kan enten gjøres i forbindelse med daglige tilsynsrunder, eller ved at det benyttes automatisk loggere som er tilgjengelig over nett. Det beste er trolig automatisk logging i fangstinnretningen, siden det er størst sannsynlighet for oksygenmangel der opphopingen av fisk er størst.

Det er knyttet usikkerhet til i hvilken grad pukkellaks kan gyte i tidevannspåvirkete områder, samt hvilken overlevelse det er på egg av pukkellaks i områder med forhøyet salinitet. Disse forholdene har stor betydning med tanke på lokalisering av fellekonstruksjoner, gitt at det er en forutsetning at det skal være minimal gyteaktivitet av pukkellaks nedstrøms den valgte fellelokaliteten. Ekspertgruppa anbefaler derfor at det gjennomføres undersøkelser av gyteaktivitet og eggoverlevelse hos pukkellaks i løpet av 2023. En mulig tilnærming er å måle salinitet på elvebunnen i tidevannspåvirkete områder, og grave opp eventuelle gytegroper i disse områdene for å sjekke overlevelse. Slik kartlegging kan gjøres i nedre deler av Neidenelva (**bilde 9**), nedstrøms en aktuell fellelokalitet ved Fossheim skole (jf. **kapittel 8**). Slike feltundersøkelser kan suppleres med kontrollerte forsøk i laboratorium, der egg fra pukkellaks blir langtidseksponert for ulik salinitet (forslagsvis 5-20 promille).



Bilde 9. Neidenelva har en tidevannspåvirket elvestrekning på sju kilometer, og det er oppstuvning av vann helt opp til aktuell fellelokalitet. Det er usikkert hvor langt nede i elva pukkellaks kan gyte, samt hvor langt opp i elva det er en kile med saltvann i bunn. Begge deler kan om ønskelig undersøkes i 2023. Foto: Gunnbjørn Bremset, NINA.

10. Referanser

- Adam, B., Bosse, R., Dumont, U., Hadderingh, R., Joergensen, L., Kalusa, B., Lehmann, G., Pischel, R., & Schwevers, U. 2005. Fish protection technologies and downstream fishways. Dimensioning, design, effectiveness inspection. DWA German Association for Water, Wastewater and Waste, 256 sider.
- Althukov, Y.P., Salmenkova, E.A. & Omelchenko, V.T. 2000. Salmonid fishes: population biology, genetics and management. Blackwell Science, Oxford.
- Anonym 2022. Hensiktsmessig lysåpning i fiskefeller for pukkellaks. Notat utarbeidet av Kompetansegruppe for tiltak mot pukkellaks på oppdrag for Miljødirektoratet.
- Berg, M. 1961. Pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) in northern Norway in the year 1960. *Acta Borealis A Sciences* 17, 1-24.
- Berg, M. 1977. Pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) in Norway. Report from the Institute of Freshwater Research, Drottningholm 56:12–17
- Berntsen, H.H., Sandlund, O.T., Ugedal, O., Thorstad, E.B., Fiske, P., Urdal, K., Skaala, Ø., Fjeldheim, P.T., Skoglund, H., Florø Larsen, B., Muladal, R. & Uglem, I. 2018. Pukkellaks i Norge, 2017. NINA Rapport 1571. Norsk institutt for naturforskning
- Berntsen, H.H., Sandlund, O.T., Thorstad, E.B. & Fiske, P. 2020. Pukkellaks i Norge, 2019. NINA Rapport 1821. Norsk institutt for naturforskning.
- Berntsen, H.H., Diserud, O.H., Hanssen, F. & Sandlund, O.T. 2021. Pukkellaks i Norge: kan vi forutse hvor den etablerer seg i fremtiden? Nåværende og mulig fremtidig utbredelse. NINA Rapport 2004. Norsk institutt for naturforskning.
- Berntsen, H.H., Sandlund, O.T. & Thorstad, E.B. 2022. Pukkellaks i Norge, 2021. NINA Rapport 2160. Norsk institutt for naturforskning.
- Calles, O., Degerman, E., Wickström, H., Christiansson, J., Gustafsson, S. & Näslund, I. 2013. Anordningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar. Underlag till vägledning om lämpliga försiktighetsmått och bästa möjliga teknik för vattenkraft. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2013:14. Havs- og vattenmyndigheten.
- Carruth, L.L., Jones, R.E. & Norris, D.O., 2002. Cortisol and Pacific salmon: a new look at the role of stress hormones in olfaction and home-stream migration. *Integrative and Comparative Biology* 42, 574-581.
- Cook, K.V., McConnachie, S.H., Gilmour, K.M., Hinch, S.G. & Cooke, S.J. 2001. Fitness and behavioral correlates of pre-stress and stress-induced plasma cortisol titers

in pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) upon arrival at spawning grounds. *Horm Behaviour* 60, 489-497

Deeg, C.M., Kanzeparova, A.N., Somov, A.A., Esenkulova, S., Di Cicco, E., Kaukinen, K.H., Tabata, A., Ming, T.J., Li, S., Mordecai, G., Schulze, A., & Miller, K.M. 2022. Way out there: pathogens, health, and condition of overwintering salmon in the Gulf of Alaska. *FACETS* 7, 247–285.

Dickhoff, W.W. 1989. Salmonids and annual fishes: death after sex. I Development, maturation, and senescence of neuroendocrine systems: a comparative approach (Schreibman, M.P. & Scanes, C.G., red.), 253-266. Academic Press, San Diego, USA.

Fjær, M.A.D. 2019. Pukkellaks (*Oncorhynchus gorbuscha*) tatt på Vestlandet. Hvilke parasitter og infeksjoner bærer de på? Master of Science-oppgave, Universitetet i Bergen.

Foldvik, A., Bremset, G. & Dokk, J.G. 2015. Elektrisk båtfiske i Tanaelva. Kartlegging av fiskesamfunn i september 2014. NINA Rapport 1162. Norsk institutt for naturforskning.

Garseth, Å. & Florø-Larsen, B., Sollien, V., Fornes, G. & Gåsnes, S. 2020. Health monitoring of wild anadromous salmonids in freshwater in Norway 2019. Annual Report. Veterinærinstituttet.

Garseth, Å.H., Erkinharju, T., Furnesvik, L., Gåsnes, S.K., Hansen, H., Sandodden, R., Svendsen, J. & Tørud, B. 2021. The health situation in wild fish. I Norwegian Fish Health Report 2021 (Sommerset I., Walde C.S., Bang Jensen B., Wiik-Nielsen J., Bornø G., Oliveira V.H.S, Haukaas A. & Brun E., red.). Veterinærinstituttet.

Gordeeva, N.V. & Salmenkova E.A. 2011. Experimental microevolution: transplantation of pink salmon into the European north. *Evolutionary Ecology* 25, 657-679.

Jarp, J. & Karlsen, E. 1997. Infectious salmon anaemia (ISA) risk factors in sea-cultured Atlantic salmon *Salmo salar*. *Diseases of Aquatic Organisms* 28, 79-86.

Jensen, A.J., Finstad, B., Fiske, P., Hvidsten, N.A., Rikardsen, A.H. & Saksgård, L. (2012). Timing of smolt migration in sympatric populations of Atlantic salmon (*Salmo salar*), brown trout (*Salmo trutta*), and Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 69, 711–723.

Larinier, M., & Travade, F. 2002. Downstream migration: Problems and facilities. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 364 Supplement 2002-1, 181–207.

Mo, T., Thorstad, E.B., Sandlund, O. T., Berntsen, H.H., Fiske, P. & Uglem, I. 2018. The pink salmon invasion: a Norwegian perspective. *Journal of Fish Biology* 93, 5-7.

Mo, T. Berntsen, H.H., Frøiland, E., Thorstad, E.B., Hindar, K. & Sandlund, O.T. 2021. Forslag til handlingsplan mot pukkellaks. Rapport M-2003. Miljødirektoratet.

Pauli, B.D., Berntsen, H.H., Thorstad, E.B., Homrum, E.I., Lusseau, S.M., Wennevik, V. & Utne, K.R. 2022, Geographic distribution, abundance, diet, and body size of invasive pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) in the Norwegian and Barents Seas, and in Norwegian rivers. ICES Journal of Marine Science.

Ruggerone, G.T. & Irvine, J.R. 2018. Numbers and biomass of natural- and hatchery-origin pink salmon, chum salmon, and sockeye salmon in the North Pacific Ocean, 1925-2015. Marine and Coastal Fisheries 10, 152-168.

Sandlund, O.T., Berntsen, H.H., Fiske, P., Kuusela, J., Muladal, R., Niemelä, E., Uglem, I., Forseth, T., Mo, T.A., Thorstad, E.B., Veselov, A.E., Vollset, K.W. & Zubchenko, V. 2019. Pink salmon in Norway: the reluctant invader. Biological Invasions 21, 1033-1054.

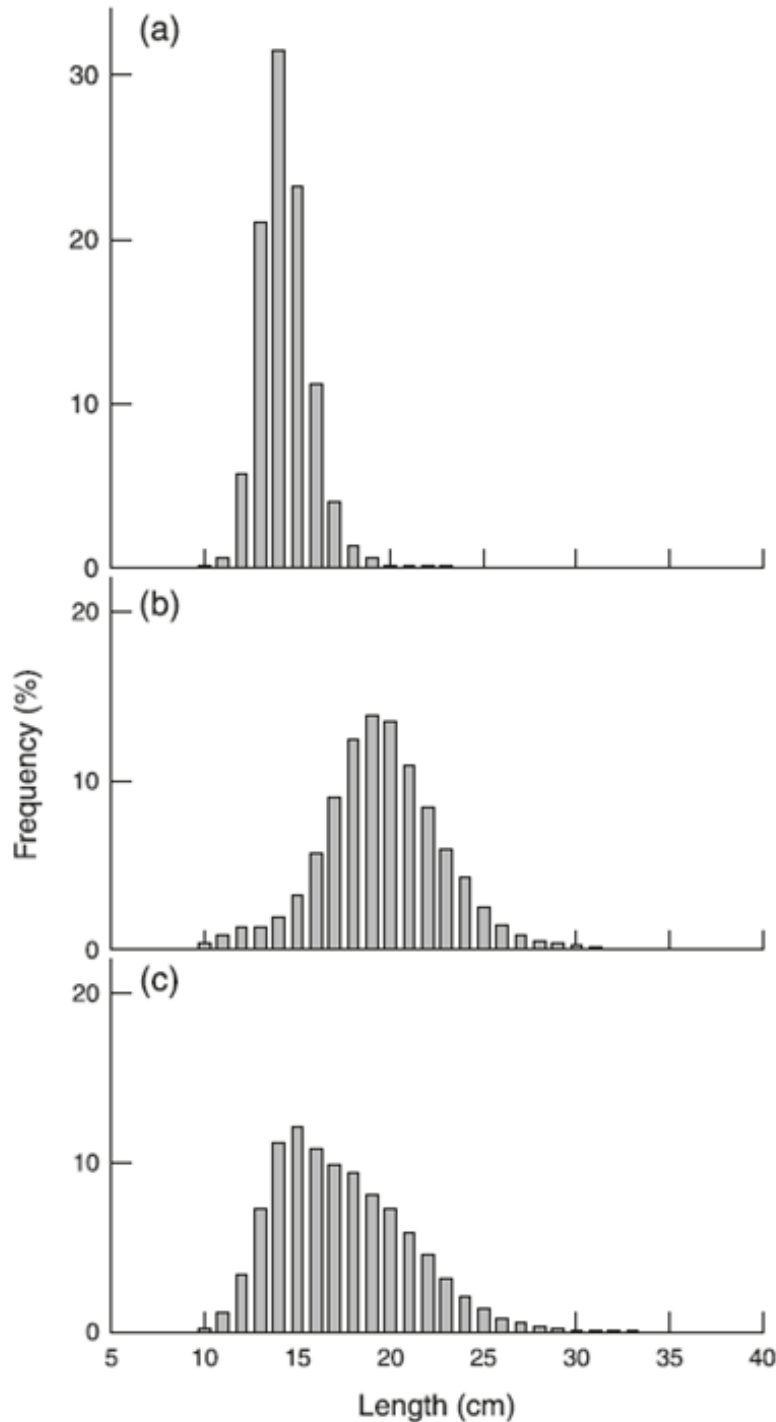
Scott, W.B. & Crossman, E.J. 1973. Freshwater Fishes of Canada. Fisheries Research Board of Canada, Bulletin 184, 966 sider.

Sommerset, I., Walde, C. S., Bang Jensen, B., Wiik-Nielsen, J., Bornø, G., Oliveira, V.H.S., Haukaas, A. & Brun, E. 2022. Fiskehelserapporten 2021. Veterinærinstituttets rapportserie nr. 2a/2022. Veterinærinstituttet.

Ugedal, O., Thorstad, E.B., Finstad, A.G., Fiske, P., Forseth, T., Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Koksvik, J.I., Reinertsen, H., Saksgård, L. & Næsje, T.F. 2007. Biologiske undersøkelser i Altaelva 1981-2006. Oppsummering av kraftreguleringens konsekvenser for laksebestanden. NINA Rapport 281. Norsk institutt for naturforskning.

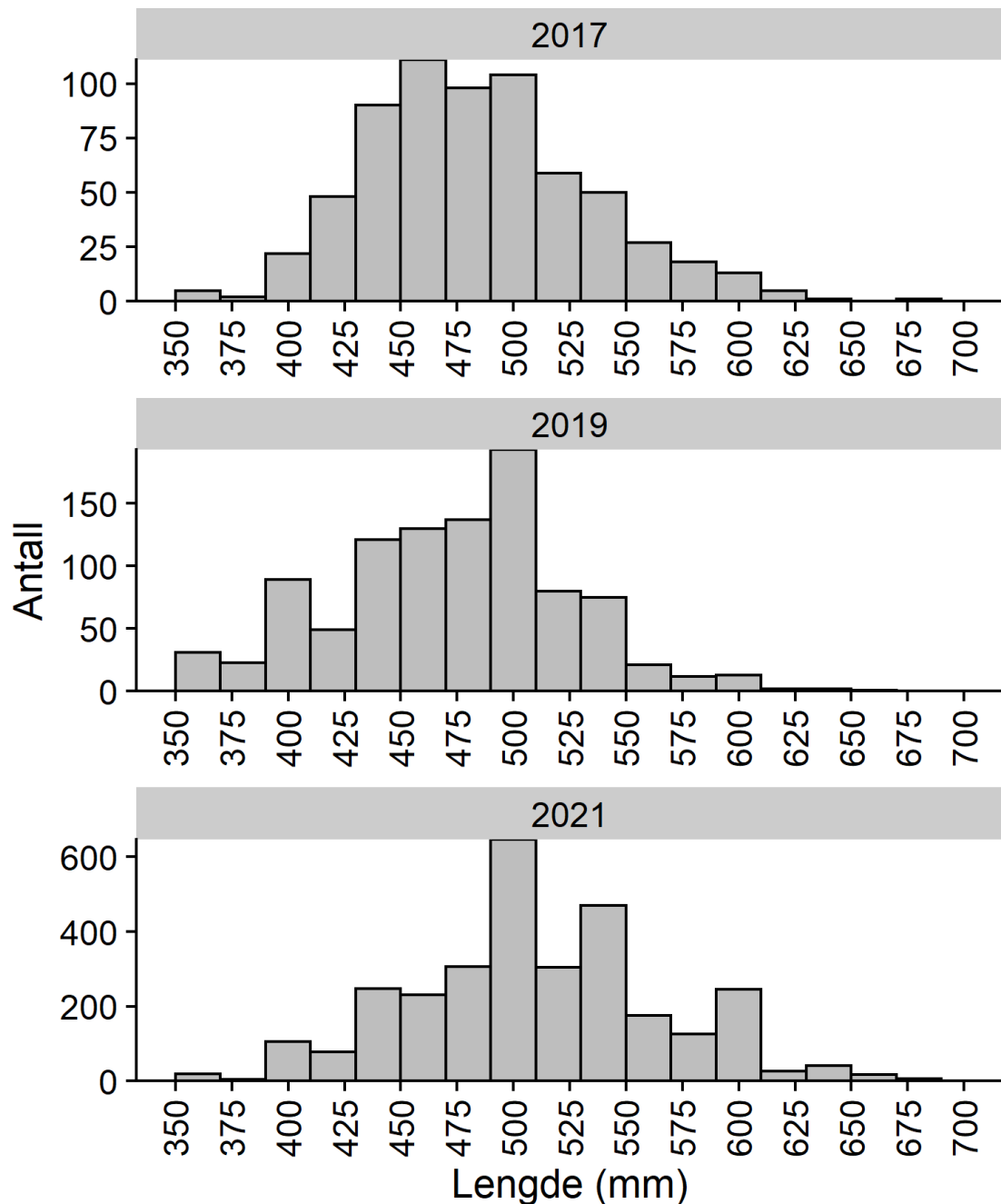
11. Vedlegg

11.1 Lengdefordeling av utvandrende smolt



Vedleggsfigur 1. Lengdefordeling (cm) hos a) laks, b) sjøaure og c) sjørøye som vandret ut fra Halselva til Altafjorden i perioden 1988-2009. Figuren er hentet fra Jensen mfl. (2012).

11.2 Lengdefordeling av pukkellaks fanget i norske elver



Vedleggsfigur 2. Lengdefordeling (mm) av pukkellaks fanget i norske vassdrag i 2017, 2019 og 2021 Stolpene viser antall laks i 20-millimeters intervall. Figuren er hentet fra Anonym (2022).

Miljødirektoratet

Telefon: 03400/73 58 05 00 | **Faks:** 73 58 05 01

E-post: post@miljodir.no

Nett: www.miljodirektoratet.no

Post: Postboks 5672 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøksadresse Trondheim: Brattørkaia 15, 7010 Trondheim

Besøksadresse Oslo: Grensesvingen 7, 0661 Oslo

Miljødirektoratet jobber for et rent og rikt miljø. Våre hovedoppgaver er å redusere klimagassutslipp, forvalte norsk natur og hindre forurensning.

Vi er et statlig forvaltningsorgan underlagt Klima- og miljødepartementet og har mer enn 700 ansatte ved våre to kontorer i Trondheim og Oslo, og ved Statens naturoppsyn (SNO) sine mer enn 60 lokalkontor.

Vi gjennomfører og gir råd om utvikling av klima- og miljøpolitikken. Vi er faglig uavhengig. Det innebærer at vi opptrer selvstendig i enkeltsaker vi avgjør, når vi formidler kunnskap eller gir råd. Samtidig er vi underlagt politisk styring. Våre viktigste funksjoner er at vi skaffer og formidler miljøinformasjon, utøver og iverksetter forvaltningsmyndighet, styrer og veileder regionalt og kommunalt nivå, gir faglige råd og deltar i internasjonalt miljøarbeid.