

# NOTAT

Til: Miljødirektoratet

Fra: Kompetansegruppa for tiltak mot pukkellaks

Dato: 21.11.2022

## Hensiktsmessig lysåpning i fiskefeller for pukkellaks

---

### Oppsummering

Kompetansegruppa anbefaler at ristperrer konstrueres med lysåpninger på 30 mm. Denne anbefalingen er en avveining av flere forhold. Små pukkellaks vil kunne passere gjennom lysåpninger på 30 mm, men vi antar at dette vil gjelde en liten andel av oppvandrende pukkellaks. Bruk av slike lysåpninger i ristene vil sannsynligvis tillate nedvandrende smolt av laks, ørret og røye å vandre gjennom konstruksjonen. Gruppa anbefaler at det etableres nedvandringssløsninger i alle pukkellaksfeller, slik at større fisk på nedvandring har mulighet til å passere sperrekonstruksjonen. En viktig grunn til at gruppa ikke anbefaler å gå ned til 25 mm lysåpning, noe som sannsynligvis ville hindre all oppvandring av pukkellaks, er at dette vil øke belastningen på sperrekonstruksjonen. Små lysåpninger vil øke vannpresset på konstruksjonen, og dermed gjøre den mer sårbar for flom. I tillegg vil rister med små lysåpninger være mindre selvrensende. Gruppa anbefaler at man i fangstkasser bruker liggende spiler med lysåpning på 25 mm. I fangstkasser kan fisketettheten bli høy, som kan føre til trengsel, og dermed økt motivasjon til å prøve å presse seg mellom spilene. Mindre lysåpninger vil både være mest skånsomt for fiskene, samt redusere faren for at små individer kan passere.

### Innledning og bakgrunn

Kompetansegruppa har blitt bedt om å gi råd til Miljødirektoratet om hva som er mest hensiktsmessig lysåpning i ristene i fiskefeller for å hindre oppvandring av pukkellaks. Kompetansegruppa har søkt etter dokumentert kunnskap, og har i tillegg snakket med personer som har erfaringer som kan være til nytte for å vurdere dette. Det har vært sprikende tilbakemeldinger på hva som er hensiktsmessig lysåpning. I dette notatet oppsummerer vi kjent kunnskap og diskuterer ulike forhold som er relevante for valg av lysåpning i fiskefeller, slik at fiskefellene effektivt hindrer oppvandring av pukkellaks, samtidig som de i minst mulig grad hindrer nedvandring av naturlig forekommende laksefisk (smolt, umodne fisk, støinger). I tillegg må det sikres at fellene tåler ulike vannføringer. Spileavstand har av og til vært brukt som et begrep i forbindelse med utforming av fiskefeller. Dette er imidlertid ikke et presist begrep, slik at det mer etablerte begrepet lysåpning blir benyttet i dette notatet. Lysåpning beskriver den minste avstanden mellom spiler, rør eller staver i en sperrekonstruksjon, og er uavhengig av diameteren på spiler, rør og staver.

## Sentrale avveininger i valget av lysåpning

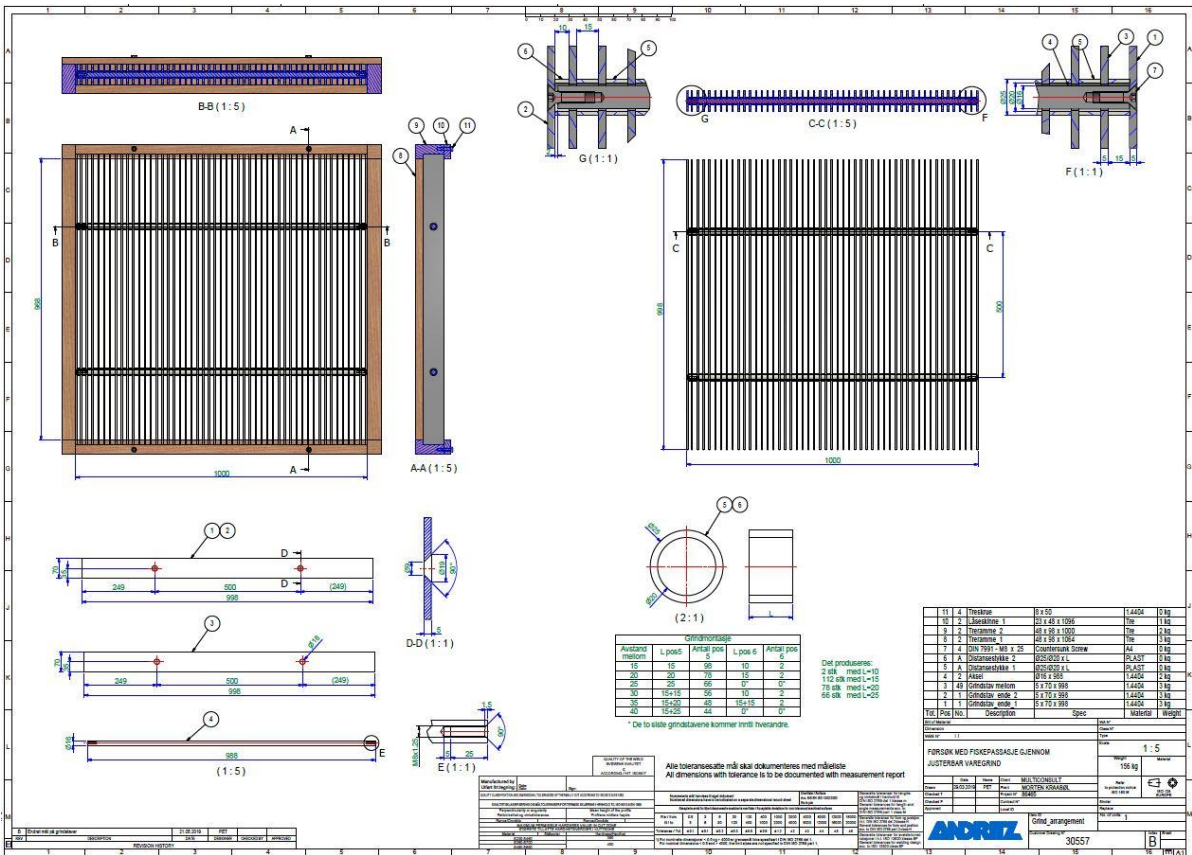
Det er flere, delvis motstridende, hensyn som må tas i valget av lysåpning. For å hindre oppvandring av pukkellaks bør lysåpningene i fellekonstruksjoner være tilstrekkelig små, men for å tilrettelegge for nedvandring av smolt (se nedenfor) bør lysåpningene være tilstrekkelig store. Vannpresset mot fellekonstruksjoner vil i stor grad 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 materialkostnadene bli redusert i takt med økende lysåpning i rister og fangstbur. I disse avveiningene legger kompetansegruppa 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 stedege fiskearter. Kompetansegruppa antar at ambisjonen er mest mulig effektiv hindring av oppvandring av pukkellaks, samtidig som man sikrer minst mulig negativ påvirkning på vandringsforholdene for stedege fiskebestander. Hvilken av disse hensynene som tillegges mest vekt, vil ha stor betydning for valg av lysåpning.

## Relevante forsøk for valg av lysåpning

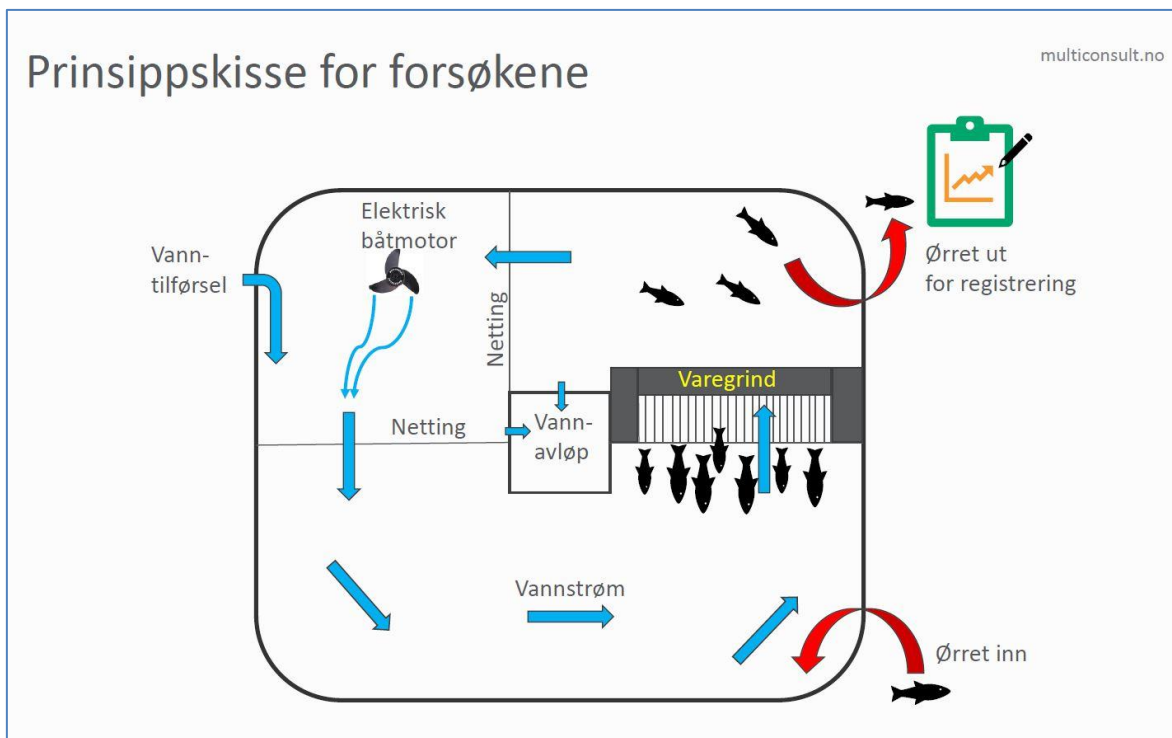
I valget av lysåpning i rister og fangstbur kan det trekkes veksler på erfaringer med bruk av varegrinder i kraftverksinntak. I perioden 2020-2022 ble det gjennomført en systematisk utprøving av en miniatyr varegrind (**figur 1**) i settefiskanlegget til Hafslund-ECO ved Hunderfossen i Gudbrandsdalslågen. I forsøkene ble det benyttet tre ulike grupper med settefisk av Hunderørret: ettårs settefisk, toårs smolt og treårs settefisk med delvis redusert smoltdrakt. Forsøkene ble gjennomført i en settefiskkum med regulerbar vannstrøm som ble generert av én eller to elektriske båtmotorer. Vannhastighetene foran varegrinda var 3, 33 og 100 cm/s under de ulike forsøkene. 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 ørretparr og ørretsmolt foran varegrinder, som har tilsvarende konstruksjon og hydrauliske forhold som er vanlige ved vanninntaket til elvekraftverk. Det var spesielt sammenhengen mellom varegrindas lysåpning og ørretenes kroppsstørrelse (spesielt kroppsbredden) som ble undersøkt. De første resultatene fra forsøkene på parr ble presentert på Produksjonsteknisk konferanse (PTK) i 2020, mens de øvrige resultatene er upublisert. Relevansen av resultatene for sperretiltak mot pukkellaks er knyttet til ulike lysåpningers sperreeffekt på nedstrøms vandrende laksefisk. Sammenhengen mellom lysåpning og kroppsbredde er spesielt relevant, men også nes atferd på oppstrøms side av varegrinda. Det gis derfor en overordnet og foreløpig oppsummering av erfaringene fra forsøkene. Til slutt gis det noen konklusjoner som kan ha relevans for slike sperreanordningers effekt på nedvandring av laksefisk.

Hovedhensikten med fellekonstruksjoner i vassdrag med oppgang av pukkellaks, er å hindre at denne arten kommer seg forbi sperreanordningen. Stedege fiskearter som laks, sjørørret, sjørøye og andre ferskvannsfisk skal kunne vandre forbi sperreanordningen 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 knyttet til utvandring av smolt og nedvandring av støinger, men også sjørøye og sjørørret på næringsvandring til sjøen. Andre arter av ferskvannsfisk vil også kunne vandre forbi sperreanordningene.



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



Figur 2. Skisse av settefiskkummen med innretninger for å gjøre forsøk med ulike lysåpninger i varegrinda og varierende vannhastigheter.

Det finnes begrenset kunnskap om ulike fiskearters atferd ved slike sperreanordninger. 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:

- Ørret som står uforstyrret foran varegrinda viser liten vilje til å slippe seg gjennom stålelementene i grinda.
- Ørret som blir skremt mens de står foran varegrinda viser langt større vilje til enten å slippe seg baklengs, eller svømme aktivt gjennom stålelementene med hodet først.
- Ørret med kroppsbredde 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.
- Ørret som passerte varegrinda baklengs, hadde kroppsbredde opp til 26 mm. Årsaken er at brystfennene utgjør et anatomisk hinder, utover selve kroppsbredden, for baklengs passering mellom to stålelementer.

Etter alle forsøkene ble et betydelig antall ørret som hadde mindre kroppsbredde enn lysåpningene, stående igjen på oppstrøms side av grinda. Videoanalyser viser at flere av disse var inntil grinda flere ganger, men unnlot å svømme/slippe seg gjennom grinda. Ved vannhastigheter opp mot 100 cm/s var det flere ørreter som ble liggende klemt inn mot varegrindas stålelementer. Disse ble plukket opp for å hindre dødelighet i forsøket.

### **Nedvandring av smolt av stedeagne laksefisk**

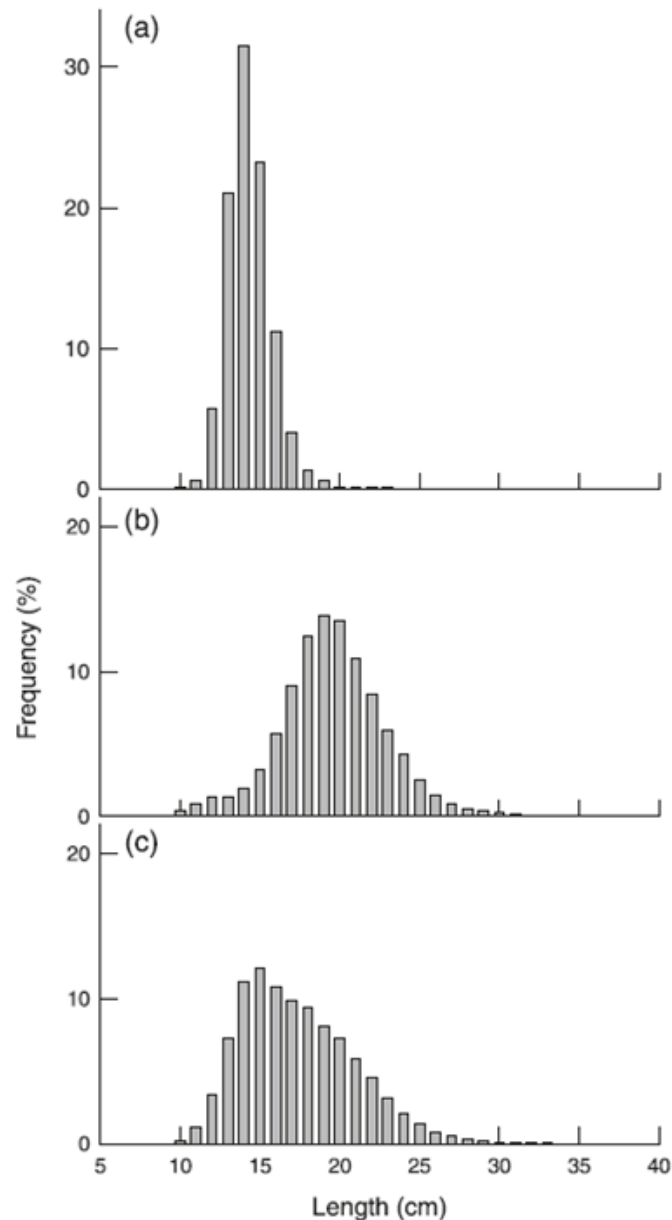
Smolt av laks, ørret og røye vandrer nedover vassdrag og ut i sjøen om våren og sommeren, og smoltutvandringen kan være så sent som i deler av juli i Finnmark. Overvåkningsdata fra Utsjoki (Tana) viser at smoltutvandringen faktisk kan være helt til midten av august (Data fra Panu Orell, Luke). Median utvandningsdato i perioden 1988-2009 - det vil si datoen da halvparten av smolten hadde vandret ut - for smolt i Halselva i Altafjorden, var 22. juni hos laks, 25. juni hos sjørøye og 4. juli hos sjørøret. Dette var basert på fangster i en Wolf-felle nederst i elva som fanget all fisk (Jensen mfl. 2012). I Øst-Finnmark (Låksjohka, Utsjoki og Neidenelva) viser overvåkning av laksesmoltutvandring at median dato for utvandring ligger nærmere 29 juni (upublisert data fra videoovervåking gjennomført av Luke (Fi.) i Utsjoki fra 2001 til 2021 og Låksjohka (2009-2020)). Det vil altså være overlapp i tidsrom for drift av pukkellaksfeller og smoltutvandring for de senest utvandrende fiskene for alle de tre artene, og i aller størst grad for sjørøreten.

Laksesmoltene i Halselva hadde minst kroppsstørrelse (gjennomsnittlig 14,3 cm), sjørøyene var nest minst (gjennomsnittlig 17,3 cm), mens sjørøreten var størst (gjennomsnittlig 19,5 cm). De fleste av laksesmoltene målte mellom 13 og 17 cm, mens en betydelig andel av sjørøyesmolten og sjørøretsmolten var større enn 17 cm (**figur 3**). Størrelsesmessig vil det altså være sjørøret som krever størst lysåpning for at smolten skal kunne passere gjennom spilene.

Fiskefeller kan hindre utvandring av smolt på to ulike måter; a) lysåpningene i fiskefella er for trange 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, så kan det hende de passerer relativt raskt selv om de i utgangspunktet er reserverte mot det, men vi har lite kunnskap om atferd hos utvandrende smolt i slike tilfeller.

Varegrinder brukes til å hindre fisk fra å vandre inn i vanninntaket til kraftverk. Det finnes en god del kunnskap om hvilke lysåpninger som effektivt hindrer fisk i å passere slike

varegrinder, som er relevant for vurderingen av fiskesperrer mot pukkellaks. To franske forskere som har jobbet med å utvikle løsninger for å hindre nedvandrende fisk i å passere gjennom kraftverksturbiner, har vurdert at varegrinder med lysåpninger som er mindre enn 1/10 av fiskens kroppslengde, som en tommelfingerregel, synes å være tilstrekkelig for å hindre passering av fisk (Larinier & Travade 2002). Dette innebærer at varegrinder med lysåpninger på 15 mm sperrer for fisk som er 15 cm og større, mens lysåpninger på 20 mm sperrer for fisk som er 20 cm og større, og lysåpninger på 25 mm sperrer for fisk som er 25 cm og større.



**Figur 3.** Lengdefordeling (cm) hos a) laks, b) sjørøtt og c) sjørøye som vandret ut fra Halselva til Altafjorden i perioden 1988-2009. Figuren er hentet fra Jensen mfl. (2012).

Fiskens kroppsfasong påvirker imidlertid hvilke lysåpninger som sperrer for fisk av ulike kroppslengde. I en tysk rapport som oppsummerer ulike undersøkelser, beskrives dette nærmere (Adam mfl. 2005). Kort oppsummert konkluderer forskerne med at lysåpningen for en varegrind som skal sperre passasje av nedvandrende fisk,  $d_{ST}$ , må være mindre enn  $K_{thick} \times L_{fish}$ , der  $K_{thick}$  er forholdet mellom fiskens tykkelse og kroppslengde, og  $L_{fish}$  er fiskens totale kroppslengde. For laksefisk oppgir de at  $K_{thick}$  er 0,10 (eksempler på  $K_{thick}$ -verdier for andre

arter er ål 0.05, gjedde 0,70, asp og gjørs 0.10, abbor og mort 0,11, suter og lake 0.13, karpe 0.24). En  $K_{\text{thick}}$ -verdi på 0,10 for laksefisk gir det samme regnestykket som basert på de franske forskernes tommelfingerregel beskrevet i avsnittet over. Hvis vi bruker dette for pukkellaks, betyr det at f.eks. 35 mm lysåpning sperrer for 35 cm lang pukkellaks. Imidlertid tyder forsøk med å slipp opptint pukkellaks vertikalt gjennom flyteristfellen som benyttes i Etneelva på at større pukkellaks enn dette kan komme seg gjennom en 35 mm lysåpning (se nedenfor).

Ifølge den tyske rapporten referert til i avsnittet ovenfor er det krav om varegrinder med maksimum 20 mm lysåpning i vanninntak til kraftverk i de fleste tyske forbundsstater. De konkluderer med at varegrinder med 20 mm lysåpning vil hindre at nedvandrende karpe som er 8,5 cm og større passerer, samt suter som er 16 cm og større, og gjedde som er 30 cm og større - men at slike varegrinder ikke vil være effektive i å hindre at alle laksesmolt og blankål passerer. Ifølge en nyere svensk rapport kreves nå ofte varegrinder med maksimum 12 mm lysåpning i Tyskland på grunn av ny kunnskap, og det er krav om varegrinder med maksimum 10 mm lysåpning i Danmark (Calles mfl. 2013). Calles mfl. (2013) konkluderer med at varegrinder maksimalt bør ha lysåpninger på 10-13 mm, for med sikkerhet å kunne hindre passering av smolt.

### **Nedvandring i senere livsstadier**

Kompetansegruppa mener at det bør være utvandringsløsninger i alle feller for å ta hensyn til utvandrende individer av laks, sjørøye og sjørørret på senere livsstadier enn smoltstadiet. 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 gjennom vinteren, våren og forsommeren. Det er gjerne små laks og hanner som vandrer ut like etter gyting eller tidlig på vinteren, mens det i hovedsak er noen av de store hunnene 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 vandrer ut så sent som i juni-juli. I flere vassdrag, bør det i tillegg tas hensyn til fiskearter med mindre grad av kunnskap knyttet til vandringsatferd, som havniøye, ål, sik, harr, mfl.

Lysåpninger i fiskefeller som effektivt skal hindre pukkellaks i å vandre oppstrøms, vil være for små til at vinterstøinger av laks, sjørørret og sjørøye kan passere mellom spilene på vei ned elva etter at de har gytt. Dette skyldes at det er delvis størrelsesoverlapp mellom pukkellaks og stedegne fiskearter, samt at noen gytefisk av laks og sjørørret er større enn pukkellaks. For at vinterstøinger skal kunne passere på vei ned elvene må det enten være en egen åpning i fella for nedvandring, eller fellene settes opp så sent i sesongen at mesteparten av støingene allerede har vandret ut i sjøen. Ved å installere feller for pukkellaks så sent i sesongen at de fleste støingene av laks, sjørørret 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 problemet løst ved at ett eller to flyteelement senkes noe, slik at vinterstøingene finner passasje forbi sperra. For å unngå at dette gir pukkellaks fri passasje forbi sperren, kan eventuelt en omvendt kalv tilpasses åpningen.

Sjørørret og sjørøye vandrer ut i sjøen på næringsvandring og opp i elvene igjen i flere faser av livet, og ikke bare som smolt eller etter gyting. For sjørørret og sjørøye som overlapper i størrelse med oppvandrende pukkellaks gjelder samme konklusjon som for vinterstøinger etter gyting; det må enten være en åpning i fella for nedvandring, eller det må ikke være overlapp i tidsperiode mellom drift av fella og nedvandring av sjørørret og sjørøye på næringsvandring. Overlapp i tidsperiode kan imidlertid være vanskelig å unngå siden særlig begge arter, men særlig sjørørret, kan ha variabel atferd og vandrer ut i sjøen til ulike tider av året. I tillegg kan andre ferskvannsfisk som for eksempel sik, foreta næringsvandring i munningsområdet i Neiden og sannsynligvis Tanaelva.

## Størrelsen på pukkellaks

De fleste pukkellaks som har blitt fanget i norske vassdrag i perioden 2017-2021, målte 40-60 cm og veide mellom 700 gram og 2,5 kilo. Imidlertid har det blitt fanget enkelte individer som har vært større eller mindre enn dette (se figur 4-5 og tabell 1-2 i vedlegg). Denne størrelsesfordelingen er basert på alle individdata i NINAs database, der kroppsstørrelse for pukkellaks er gitt. Dataene stammer fra ulike kilder og fangstmetoder, så vi vet ikke hvor godt denne fordelingen representerer den faktiske fordelingen blant pukkellaks i elvene. Datasettet omfatter imidlertid flere tusen pukkellaks, og gir sannsynligvis en god pekepinn om størrelsesfordelingen i elvene.

Det er tykkelsen på fisken som er avgjørende for hvor store lysåpninger som fisk kan passere gjennom. Det foreligger ikke noe større datasett på pukkellaksens tykkelse. Imidlertid har Kaja Christine Andersen og Øystein Skaala ved Havforskningsinstituttet gjort noen målinger på opptint pukkellaks. I forsøket ble fisken sluppet kun med egen vekt gjennom lysåpningene i ristene og fangstkammeret til en flyteristsperre (tabell 3). En hovedkonklusjon fra forsøkene er at åtte pukkellaks med hodebredde 41-48 mm kunne gli gjennom fella, mens sju pukkellaks med hodebredde 44-62 mm ikke gled gjennom. Lysåpningene i fella varierte mellom 32 og 34 millimeter, mens lysåpningene i fangstburet varierte mellom 28 og 32 millimeter.

Forholdet mellom pukkellaksens lengde, vekt og tykkelse vil variere både med fiskens kondisjon og tid på året. Særlig hannene endrer kroppsfasong gjennom sommeren, ved at kroppen blir høyere og smalere. Vi har hørt anekdotiske kommentarer fra en kanadisk og en amerikansk forsker om at de synes pukkellaksen fanget i Norge virket å være i veldig god kondisjon ut fra foto de hadde sett sammenlignet med det de er vant til fra elver som munner ut i Stillehavet. Imidlertid er det vanskelig å spå hvilke forhold i havet norsk pukkellaks vil oppleve i årene som kommer, og hvordan de responderer på ulike forhold. Konstruksjonen av fiskefeller bør derfor ta høyde for at pukkellaksen som kommer til norske elver i årene som kommer kan være mindre og tynnere enn i perioden 2017-2021.

## Oppsummeringer og konklusjoner

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

- Noen typer sperrer med små lysåpninger har sannsynligvis en forsinkende og til dels hindrende effekt på nedstrøms vandring hos ørretsmolt. Effekten er størst når ørret får være uforstyrret, mens den blir vesentlig redusert dersom de jages eller skremmes. Relevansen til ristsperrer for pukkellaks er at lysåpninger som er i nærheten av kroppsbreddene til smolt (20-40 mm), vil kunne forsinke og til dels stoppe smoltutvandringen.
- Noen sperrer med lysåpninger i nærheten av kroppsbreddene til voksen laksefisk har sannsynligvis en forsinkende og til dels stoppende effekt på nedstrøms vandring hos laks, sjøørret og sjørøye. Det samme kan gjelde for andre fiskearter som foretar nedstrøms vandring ved sperrelokaliteten. Relevansen til ristsperrer for pukkellaks er at lysåpninger på 40-80 mm vil kunne forsinke og til dels stoppe nedvandring hos store fiskearter i ulike livsfaser.
- Det vil være 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 noen typer rister 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.

Oppvandring: Når oppvandrende fisk har sterk motivasjon for å komme seg forbi en hindring, prøver de alle muligheter. Et ledegjerde som er vinklet i motstrøms retning bidrar til at fisk søker oppover langs ledegjerdet og havner i fangstinnretningen. Fiskens posisjon i forhold til ledegjerdet avgjør hvor den prøver å komme seg videre oppover. Der ledegjerdet står vinkelrett over elva, vil lysåpningen oppfattes som større for fisken og den er mer tilbøyelig til å prøve å svømme gjennom. I strømsvake områder nedenfor sperregjerder kan i noen tilfeller laks og sjørøret bli stående lenge. Det er også langt vanligere at fisk får lang oppholdstid nedstrøms fella dersom ledeveggene er satt vinkelrett på strømmen. Ved land bør ledegjerder vinkles nedover for å hindre at fisken prøver å presse seg gjennom i en kile mot land. For å være sikker på å hindre all oppvandring av pukkellaks, bør lysåpning trolig være ned mot 25 mm. Forsøk med død opptint pukkellaks fra Etne viser at ca. halvparten av 15 pukkellaks teoretisk kan passere 34 mm, mens 12 av 15 ikke passerer 29 mm. Sannsynligvis vil 30 mm være nok til å holde ute de aller fleste pukkellaks på oppvandring i nedre deler av aktuelle vassdrag.

Nedvandring: Lysåpninger på 25-30 mm vil ikke stoppe smoltutvandring hos stedege laksefisk. I hvor stor grad smoltutvandringen kan bli forsinket vil blant annet avhenge av plassering og utforming av fiskefelle, vannhastigheter, dybdeforhold og strømningsforhold. Gjennomgående er likevel gruppa av den oppfatning at ved lysåpninger opp mot 30 mm vil smolt av aktuelle arter gå gjennom fiskefellene. Det kan fortsatt være betydelig smoltutvandring i slutten av juni og trolig også et stykke utover sommeren. Sperrer som skal være i bruk når mye fisk skal vandre ut, bør ha innretninger som sikrer at dette er mulig. For vinterstøinger eller annen voksen fisk på nedvandring vil de representere et permanent hinder så fremt det ikke etableres en nedvandningsanordning i tilknytning til fiskesperra. Gruppa anbefaler på bakgrunn av dette at det etableres en mulighet for nedvandring for stor fisk på feller som opererer i den perioden hvor vinterstøinger av lokale laksefisk, samt sjørøret og sjørøye på næringsvandring, går ut.

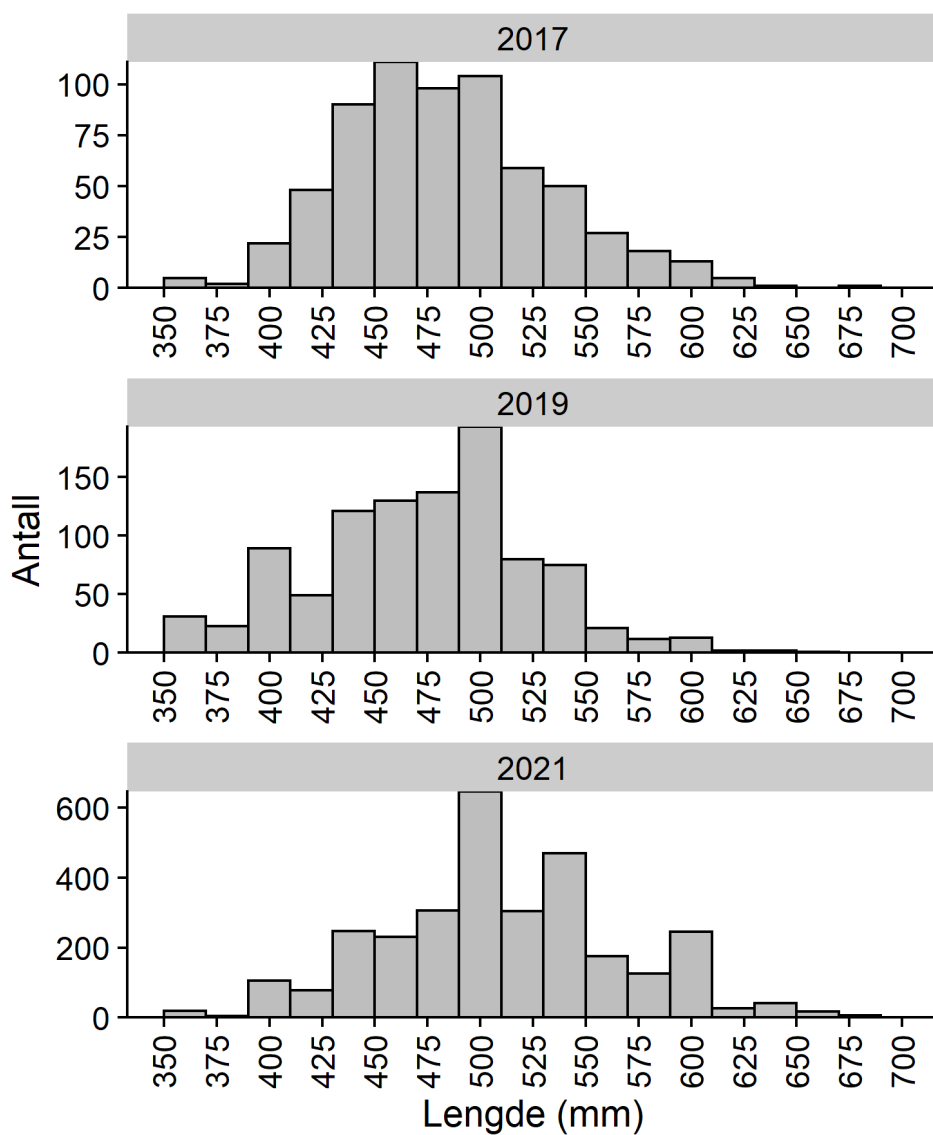
**Dagens flyteristfeller har 30 mm lysåpning. Gruppa anbefaler at nye fiskesperrer av kjent type fortsatt benytter denne lysåpningen, men at lysåpningen i fangstkasser reduseres til 25 mm.**



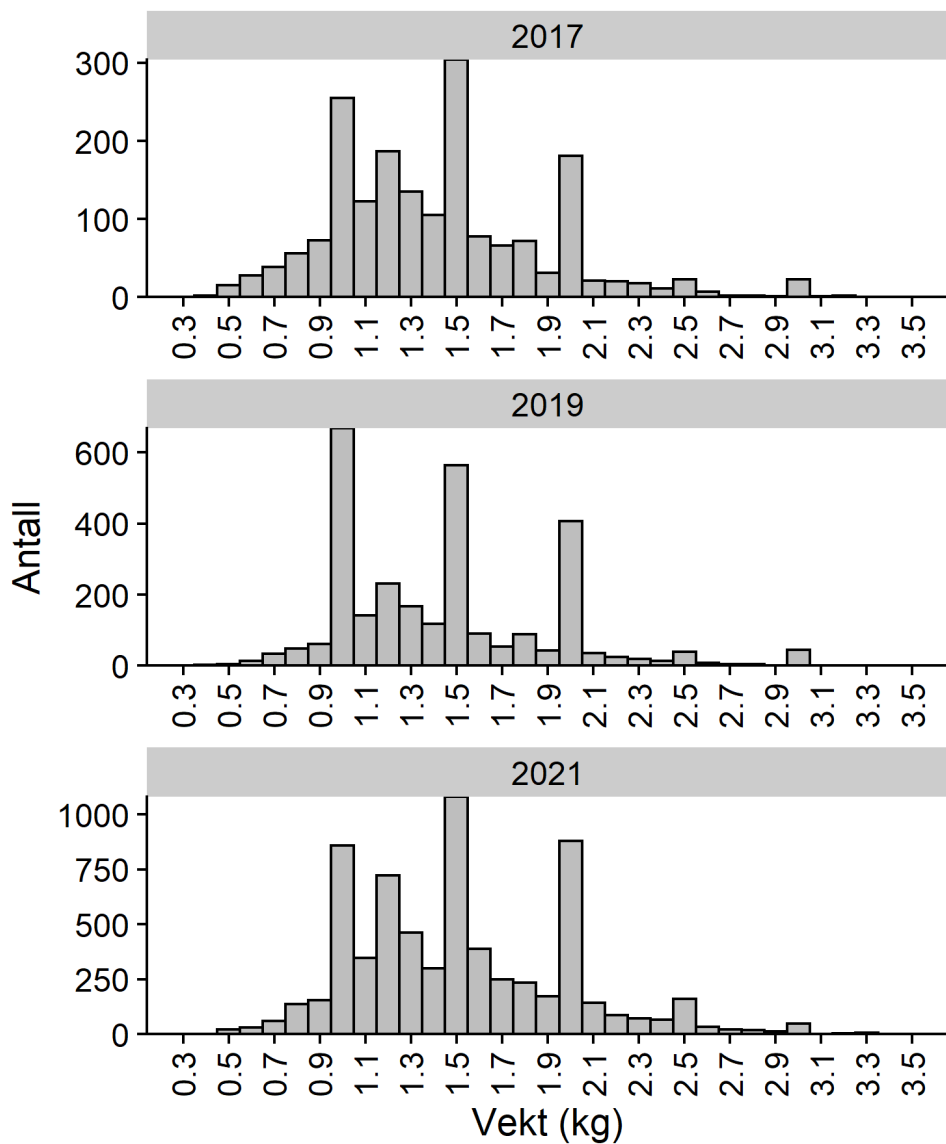
## Litteratur

- 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, 256s.
- 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, 114 s.
- Harvey, H., Skaala Ø., Borgstrøm R., Fjeldheim, P.T., K.C. Andersen, Utne K.R., Johnsen I.A., Fiske P., Winterthun S., Knutar S. Sægrov H., Urdal K., Glover K.A. 2022. Time series covering up to four decades reveals major change and drivers of marine growth and proportion of repeat spawners in an Atlantic salmon population. *Ecology and Evolution*. 2022;12:e8780
- 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 (Suppl. 2002-1), 181-207.
- Madhun, A. S., Wennevik, V., Skilbrei, O. T., Karlsbakk, E., Skaala, O., Fiksdal, I. U., Meier, S., Tang, Y., and Glover, K. A. 2017. The ecological profile of Atlantic salmon escapees entering a river throughout an entire season: diverse in escape history and genetic background, but frequently virus-infected. *ICES Journal of Marine Science*, 74: 1371-1381.
- Skaala, Ø., Knutar, S., Østebø, B. I., Holmedal, T.-E., Skilbrei, O. T., Madhun, A. S., Barlaup, B. T., Urdal, K. 2015. Erfaringar med Resistance Board Weir-fangstsystemet i Etnevassdraget 2013-2014. Rapport fra Havforskningen Nr 6- 2015.

## Vedlegg



**Figur 4.** Lengdefordeling (cm) av pukkellaks fanget i norske vassdrag i 2017, 2019 og 2021. Stolpene viser antall laks i hvert 20-millimeters intervall. Henrik H. Berntsen i NINA har utarbeidet figuren.



**Figur 5.** Vektfordeling (kg) av pukkellaks fanget i norske vassdrag i 2017, 2019 og 2021. Stolpene viser antall laks i hvert 100-grams intervall. Vektaksene er trunkert på 3,5 kg, selv om noen få individ var større. Henrik H. Berntsen i NINA har utarbeidet figuren.

**Tabell 1.** Gjennomsnittlig kroppslengde for pukkellaks fanget i norske elver i 2017, 2019 og 2021 for individ der data om kroppslengde er gitt. Data fra Henrik H. Berntsen, NINA.

År	Antall	Gjennomsnitts-			
		lengde (mm)	SD	Min	Maks
2017	655	489	51	350	680
2019	999	478	47	310	670
2021	3077	519	56	310	750

**Tabell 2.** Gjennomsnittlig kroppsvekt for pukkellaks fanget i norske elver i 2017, 2019 og 2021 for individ der data om kroppsvekt er gitt. Data fra Henrik H. Berntsen, NINA.

År	Antall	Gjennomsnitts-			
		vekt (g)	SD	Min	Maks
2017	1889	1431	492	360	4000
2019	2944	1456	487	400	4500
2021	6796	1519	476	400	4000

**Tabell 3.** Forsøk med å slippe opptint pukkellaks vertikalt gjennom rist og fangstbur i flyteristfellen som benyttes i Etneelva. Lengde (cm), vekt (kg), kjønn, kroppsbredde (mm) og hodebredde (mm) er oppgitt for hver fisk. Lysåpningene i felle var 32-34 mm, mens lysåpningene i bur var 28-32 mm. Tabellen er utarbeidet av Øystein Skaala ved Havforskningsinstituttet.

Dato	Lnr.	Oppvandring Lengde (cm)	Oppvandring Vekt (kg)	Kjønn	Kropps- bredde (mm)	Bredde Hode, ved gjellelokk (mm)	Igjennom Felle	Igjennom Bur
06.07.2021	PL5	44,5	0,74	F	43	42	Ja	Ja
10.07.2021	PL6	47,5	1,13	F	54	48	Ja	Nei
10.07.2021	PL9	49,5	1,11	M	44	43	Ja	Nei
15.07.2021	PL11	46	0,96	F	51	46	Ja	Nei
29.07.2021	PL33	46	0,84	M	45	48	Ja	Nei
09.08.2021	PL36	42	0,76	F	42	41	Ja	Nei
16.08.2021	PL47	43,5	0,71	F	52	44	Ja	Ja
12.07.2022	PL1	47,5	1,08	M	52	44	Ja	Ja
30.06.2021	PL1	44,5	0,94	F	51	44	Nei	Nei
30.06.2021	PL3	56	1,58	M	57	57	Nei	Nei
06.07.2021	PL4	53	1,69	M	61	52	Nei	Nei
10.07.2021	PL8	58	2,12	M	62	62	Nei	Nei
12.07.2021	PL10	49	1,06	M	51	47	Nei	Nei
17.07.2021	PL13	48	1,05	M	52	52	Nei	Nei
16.08.2021	PL48	49	1,21	F	60	53	Nei	Nei