

# Undersøkelse av maskeåpning og smoltstørrelse

Torstein Harboe og Ole Fredrik Skulstad



## Sammendrag

Laksesmolt er spesielt utsatt for rømning ved utsett i merd. For liten laksesmolt i forhold til valgt maskeåpning kan føre til rømning og skader på fisken. Om en fisk skal klare å rømme eller ikke, er bestemt av maskeåpning og omkretsen til fisken. I denne undersøkelsen har vi studert hvor stor fisk (største fisk) som kan rømme ved bruk av ulike maskeåpning på not, og størrelse (største fisk) på fisk som ble skadet i forbindelse med ulike maskeåpninger.

Laks med ulike kroppstørrelser ble testet i nøter med følgende maskestørrelser (gitt som stolpelengde på maskene, jfr. NS9415): 15,5; 18;19,5;22,5; 25,5 og 29mm. Målt *maskeåpning* på nøtene var hhv.: 26,8; 29,6; 30,7; 38,5; 40,7 og 45,7mm.

Merdene ble montert i hvert sitt kar med 3m diameter. Det ble benyttet tre merder med samme maskestørrelse og kar i hvert oppsett (triplikate kar). Antall fisk ble registrert ved start og slutt i hvert forsøk. Det ble benyttet laks med kontinuerlig størrelse fra 7 til 642 gram. Ved første oppsett ble fisken plassert inne i merdene, og i andre oppsett ble fisken satt ut i karene (utenfor merdene), slik at de kunne svømme inn i merdene. Varigheten av hvert forsøk var 5 dager. Ett forsøk (også i triplikat) med fisk satt ut i merdene pågikk i 24 dager. Dette for å se om fisken blir slankere og om dette kunne påvirke rømningsrisiko. Alle forsøkene ble utført ved Havforskningsinstituttet, forskningsstasjonen Matre. Forsøkene ble utført ved kontinuerlig lys, noe som vil være tilnærmet forhold utsatt fisk på vår/sommer på våre breddegrader vil oppleve.

Ved hvert forsøk ble fiskene registrert som henholdsvis: a) ikke rømt fisk, b) rømt fisk, c) fisk som sitter fast i not og d) ikke rømt fisk med skader etter not. Det er målt lengde og vekt for all fisk ved start og slutt for hvert forsøk, samt beregnet k-faktor på all fisk. Utvalgte kar ble også videofilmet i hele forsøksperioden.

Forsøkene viser at rømningen skjer de første døgn etter utsett. Forsøket med 24 dagers varighet avviker ikke fra forsøkene med 5 dagers varighet når det gjelder hvilke fisk som kan rømme gjennom noten eller sitte fast i noten. Dette som følge av at rømningen skjer den første tiden, og at fiskene ved sulting ikke reduserer størrelsen på hodeskallen.

I den videre vurderingen av resultatene har vi definert både faktisk rømt fisk og fisk som sitter fast i notmaskene som "rømt fisk". Fisk som hadde omfattende notskader (skjelltap) vurderer vi som for liten ved gitte maskestørrelse ut ifra fiskens velferd.

Største fisk som rømte/var fanget i maske var 21g for 30,7mm maskeåpning, 45g for 38,5mm maskeåpning, 70g for 40,7mm maskeåpning, 103g for 45,7mm maskeåpning, 156g for 49,2mm maskeåpning og 200g for 54,4mm maskeåpning.

Største fisk med skader etter not for tilsvarende maskeåpninger var hhv.: 59; 102; 99; 180; 200 og 268g.

Det var kurvlineær sammenheng mellom maskeåpning og største rømte fisk (inkludert fisk som satt fast i not):  $y=2E-05x^{4,1141}$ ,  $R^2 = 0,99$ .

Resultatene er i overensstemmelse med et forsøk utført på Havforskningsinstituttet med ulike maskeåpninger i 2007 der en testet hvor stor fisk som kunne gå gjennom nøter med maskeåpninger fra 15,5 til 20mm stolpelengde (Hansen, 2007). Vekt som også blir målt i kommersiell sammenheng, var den måleenheten som ga mest entydige resultat.

Måling av et utvalg fisk (n=282 for høstleveransen og n=822 for vårleveransen) fra to store smoltleveranser av høstsmolt og vårsmolt (henholdsvis 33 000 og 90 000 fisk) til Havforskningsinstituttet, forskningsstasjonen Matre, viste at det var svært stor spredning i størrelsen på fisken som ble levert. Ved høstleveringen varierte størrelsen på fisken fra 45 til 90g, hvor oppgitt snitt var 73g mens vi fant at snittvekten og standardavviket var  $67,1 \pm 8,6g$ . Leveransen av vårsmolt varierte fra 43 til 180g, med et oppgitt snitt på 103g, der vi fant at snittvekten var  $87,1 \pm 23,7g$ . Leveransen av høstsmolt var normalfordelt for vekt, mens det ikke var tilfellet for vår leveransen.

Fra disse undersøkelsene er vår anbefaling dersom en skal ivareta å unngå rømning, samt unngå notskader på fisken, at minste utsatte laksesmolt i merd er 26g for 30,7mm maskeåpning, 56g for 38,5mm maskeåpning, 87g for 40,7mm maskeåpning, 129g for 45,7mm maskeåpning, 195g for 49,2mm maskeåpning og 250g for 54,4mm maskeåpning.

## Innledning

Ved utsett av laksesmolt i merd, og ved skifting til større maskeåpning når fisken vokser er det fare for at fisk rømmer. Det er derfor viktig at det er samsvar mellom størrelsen på den minste fisken som blir satt ut og maskeåpningen i nøtene. Det eksisterer flere definisjoner på maskestørrelse (stolpelengde, omfar, maskevidde), men i rømningssammenheng er det maskeåpningen (strukket maske i mm.) som er avgjørende. Det er av stor betydning at oppdretteren ved valg av riktig not har et korrekt bilde av størrelsesfordelingen til den smolten han mottar for å unngå rømning.

Rådgivende Biologer AS har i 2007 på oppdrag fra Fiskeridirektoratet vurdert hvor mye av den rømte oppdrettsfisken som kommer med i oppdretternes innmeldinger (Særgrov og Urdal, 2007). I denne rapporten pekes det på at mye av den urapporterte rømningen trolig skjer ved nyutsatt smolt, og at denne rømningen er til dels mye høyere enn rapportert. For å unngå slik rømning trenger en presis kunnskap om hvilken maskeåpning en må ha på nøtene ved gitte fiskestørrelser, slik at nota kan tilpasses til den minste fisken i utsettet.

Den nåværende rapporten er svar på bestilling datert 17.02.2012, fra Fiskeridirektoratet, der en ber om å få undersøkt sammenhengen mellom kondisjonsfaktor på smolt og maskeåpning. Grunnen til dette er usikkerheten tilknyttet smoltrømning fra not ved utsett av laksesmolt. Både næring og myndigheter trenger data som spesifiserer kravet i Akvakulturforskriften paragraf 37 fjerde ledd om at maskeåpning i notposen skal være tilpasset fiskens størrelse, slik at fisken ikke kan slippe ut gjennom notposen. For å få laget en tabell som skisserer sikkerhetsnivået på maskeåpning, er man nødt til å utføre i merder (alternativ kar på land) og med laksesmolt fra industriell prosessering. Det må også brukes nottyper og størrelser som er vanlig å bruke i næringen ved smoltutsett. Forsøkene må være mest mulig tilpasset en fullskalaproduksjon. Forsøkene skal munne ut i en rapport som beskriver metode og resultat.

Det ble derfor gjennomført en rekke forsøk der en satte laks med stor spredning i størrelse inne i eller utenfor nøter med ulik maskeåpning i kar på Havforskningsinstituttet, forskningsstasjonen Matre. Denne rapporten omhandler disse forsøkene der vi har satt ut laksesmolt med kontinuerlig spredning i størrelse fra 7 til 642 gram i nøter med 6 ulike maskeåpninger. Vi har registrert fisk som rømmer, som sitter fast i notmaske, fisk med skader etter notmaske, samt fisk som ikke rømmer.

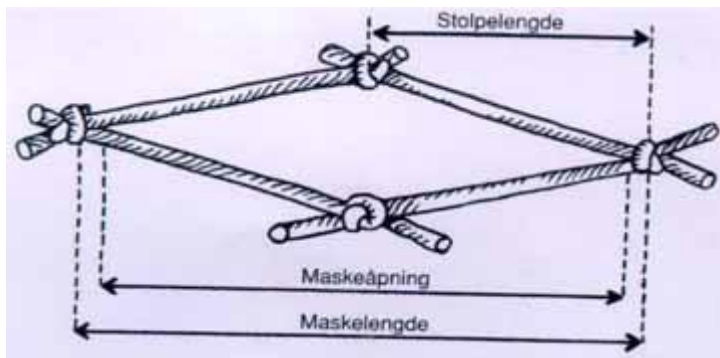
I denne undersøkelsen har vi i tillegg til rømningsfare også sett på fiskevelferd ved å inkludere registrerte notskader på fisk. Vi har også vurdert de nåværende resultatene opp mot et tidligere forsøk som var utført på Havforskningsinstituttet, forskningsstasjonen Matre, (Hansen, 2007). Metoden benyttet ved undersøkelsen i 2007 var at død laks i størrelsen 25 til 120 gram ble prøvd presset gjennom notmasken.

## Material og metode

Forsøkene ble utført ved Havforskningsinstituttet, forskningsstasjonen Matre, fra oktober til desember 2012. Det ble avholdt to møter sammen med Fiskeridirektoratet forut for forsøkene med hovedvekt på forsøksdesign. Alle forsøkene er utført med tre parallelle oppsett (triplikat). Dette begrenset antall maskestørrelser som ble testet til seks. Det er også foretatt lengde og vektmålinger fra to smoltleveranser til Havforskningsinstituttet, forskningsstasjonen Matre.

I forsøket ble det benyttet levende fisk, 0+ høstsmolt samt 1+ vårsmolt med kontinuerlig spredning i størrelse fra 7 til 642 gram. Forsøkene ble utført i kar på land med nøter montert i karene.

### *Definisjoner av maskestørrelse, maskevidde og omfar*



Figur 1. Illustrasjonen er hentet fra NS9415 og viser oppbyggingen av en maske i en merd.

### *Maskestørrelse*

Maskestørrelsen i not er det samme som stolpelengde x 2, og stolpelengden er avstanden mellom to knuter (målt fra midt på knuten), når tråden er strukket mellom disse knutene. Maskestørrelsen fastsettes vanligvis som et gjennomsnitt av lengden på 10 masker.

### *Maskevidde*

Maskevidde tilsvarer 1 stolpelengde, det vil si avstanden mellom to knuter (målt fra midt på knutene), når tråden er strukket. «Maskevidde» er altså det samme som halvparten av «maskestørrelse».

### *Omfar*

Tidligere ble størrelsen på garnmasker oppgitt i omfar, og blant fiskere er dette fremdeles begreper som er i bruk. Antall omfar beskriver hvor mange masker (stolper) som får plass på en alen. En alen = 625,7 mm. I et 10-omfars garn vil maskestørrelsen derfor være  $625,7/10 \times 2 = 126$  mm (avrundet).



Nøter leveres i ulike varianter, 4 eller 6 knuter og knuteløse. Ved rømmingsproblematikk er det maskeåpningen som er avgjørende (figur 1). Ved dette forsøket hadde nøtene 4 knuter i masken og stolpelengde og maskeåpning er oppgitt som måleenhet.

#### *Not*

Høsten 2012 gjennomførte vi rømmingsforsøk med nøter med oppgitt 15,5; 18; 19,5; 22;5; 25,5 og 29 mm stolpelengde. Nøtene var 1,5m x 1,5m x 1,5m + 0,7m hoppenett, Mørenot, Radøy, Norge. Nøtene var hvite på farge. Maskestørrelse ble målt for hver not med utgangspunkt i definisjoner som er gitt i NS 9415 med tilhørende ISO 1107.

#### *Kar*

Forsøksnøtene var spent opp i hvert sitt 3m kar (se bilde 2). Triplikate nøter av hver maskestørrelse ble rigget opp i totalt 12 kar i ulike forsøksperioder.

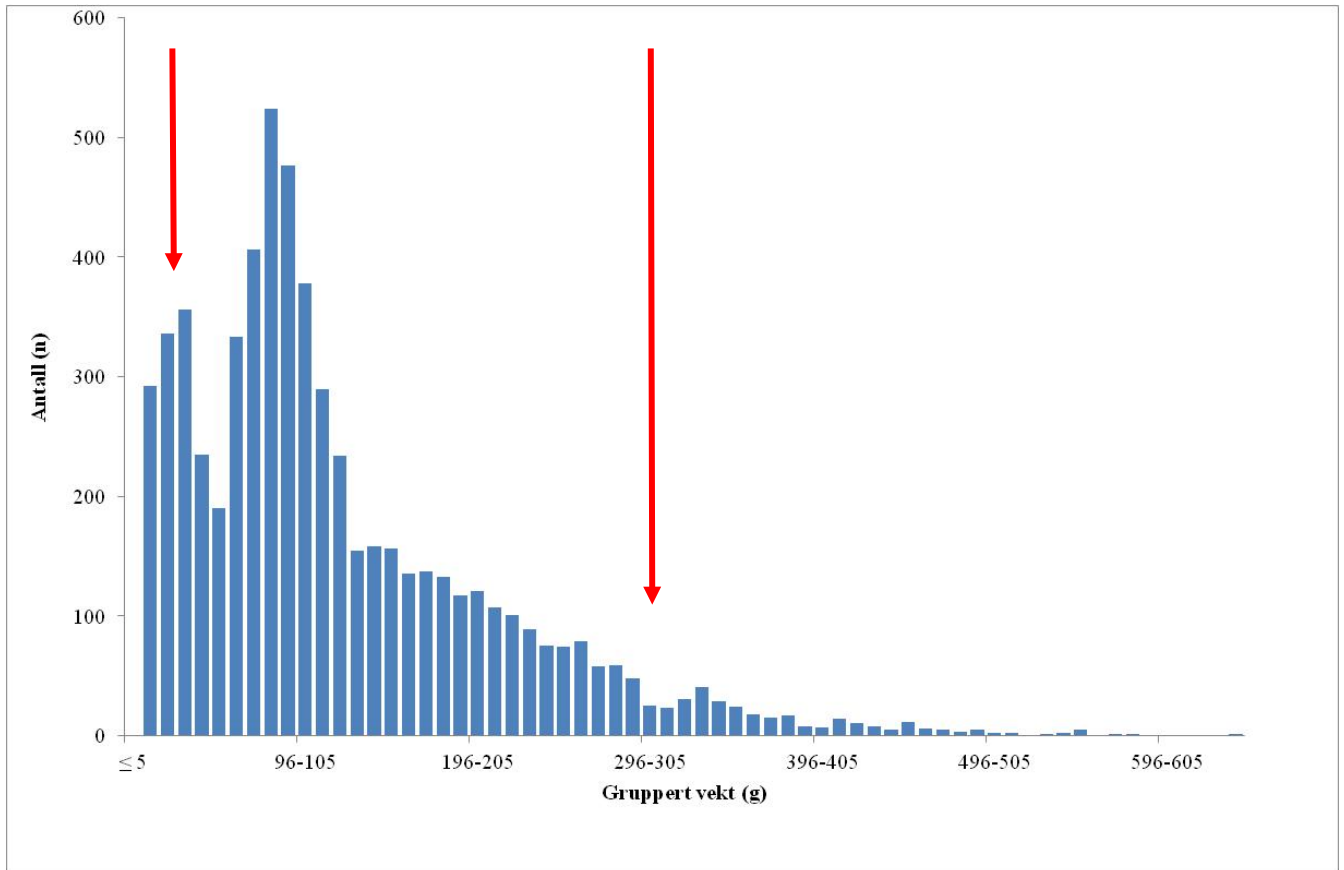


Bilde 1. Fisk på vei inn- og ut av not, samt rømt fisk med notmerker i kar.

#### *Fisk*

For å oppnå spredning av forsøksmaterialet ble det brukt Atlantisk laks av stamme AquaGen og vill Etne laks i forsøket. Forsøkene ble utført i en periode hvor det var mulig å teste høstsmolt av 0+ alder, samt større vårmsolt (1+) som var holdt tilbake i kar på land. Lengde

og vekt ble målt på all fisk når de ble satt inn i forsøket og når de ble tatt ut. Det ble valgt fisk med en kontinuerlig spredning fra 7 til 642g.



Figur 2. Størrelse på fisken som ble benyttet i forsøket. Området mellom pilene (16 til 260g) viser størrelsen på fisk som vil kunne rømme / sitte fast i not ved minste og største maskeåpning testet i forsøkene. For minste maskeåpning utgjør dette 4,7% av fiskemengden, mens for største maskeåpning utgjør dette 90,9%. Total antall fisk som inngikk i forsøket var 6168 stk.

Ved registrering/uttak ble fisken kategorisert etter hvor den befant seg (fast i not på vei inn i merd, fast i not på vei ut av merd, i kar eller i merd) i tillegg ble det registret om den hadde merker etter not og om den var i live eller ikke.





Bilde 2. Fisk som har rømt med merker etter not.

Vårsmolten hadde gått gjennom et naturlig lysregime og var 1+ år, mens høstsmolten var fra startforing 01.03.2012 lysstyrt med kontinuerlig 24 h lys før den 01.07.2012 gikk over til 6 uker 12L:12D og deretter over til kontinuerlig 24 h lys i minimum 6 uker før innsett i forsøksnøter/kar.

I de ulike forsøksperiodene gikk fisken under kontinuerlig lys, jfr. naturlige situasjonen ved et vårutsett på våre breddegrader.

#### *Video*

Det ble filmet kontinuerlig, inntil 12 timer etter utsett, i en av replikatene i de ulike delforsøkene, samt ved daglig registrering av forhold i hvert kar med tilhørende not.

### *Forsøksoppsett:*

#### Periode

1. 1620 vår- og høstmolt ble satt inn i 12 merder, 135stk i hver av merdene, med 4 ulike maskestørrelser i triplikat oppsett (15,5, 18, 19,5 og 22,5mm stolpelengde). Forsøket pågikk i 5 dager i tidsrommet 08-12.10.2012.
2. 1620 vår- og høstmolt ble satt inn i de 12 karene, 135 stk i hver av karene, med 4 ulike maskestørrelser i triplikat oppsett (15,5, 18, 19,5 og 22,5mm stolpelengde). Forsøket pågikk i 5 dager i tidsrommet 22-26.10.2012.
3. 1620 vår- og høstmolt ble satt inn i 12 merder, 135 stk i hver av merdene, med 4 ulike maskestørrelser i triplikat oppsett (15,5, 18, 19,5 og 22,5mm stolpelengde). Forsøket pågikk i 24 dager i tidsrommet 05-28.11.2012.
4. 720 vår- og høstmolt ble satt inn i 6 merder, 120 stk i hver av merdene, med 2 ulike maskestørrelser i triplikat oppsett (25,5 og 29mm stolpelengde). Forsøket pågikk i 5 dager i tidsrommet 29-04.12.2012.
5. 720 vår- og høstmolt ble satt inn i 6 kar, 120 stk i hver av karene, med merder (2 ulike maskestørrelser i triplikat oppsett; 25,5 og 29mm stolpelengde). Forsøket pågikk i 5 dager i tidsrommet 10-14.12.2012.

I tillegg ble et utvalg fra en høst- og en vårlevering av kommersielt produsert smolt målt lengde og vekt av for å se på spredning i størrelse på fiskegrupper. Av høstgruppen ble et tilfeldig utvalg på 282 fisk målt av leveransen på om lag 33000 fisk, 06.12.2012, mens på vårgruppen ble 822 fisk målt ved levering 18.05.2013. Denne leveransen var på om lag 90000 fisk.

## Resultater

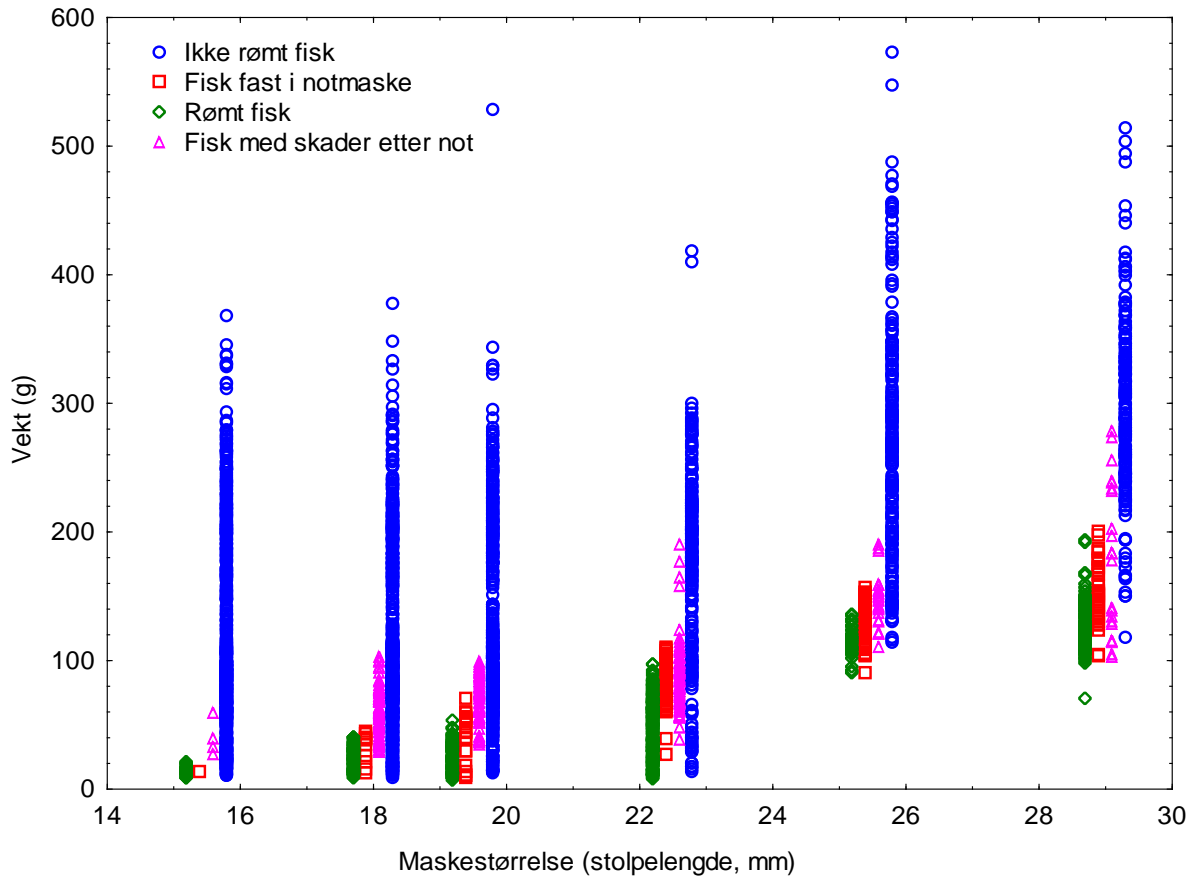
### *Stolpelengde og maskeåpning*

Tabell 1: Variasjon i størrelse på de nøtene som ble benyttet i forsøkene. Tabellen viser stolpelengde og maskeåpning med tilhørende standardavvik for de benyttede nøtene.

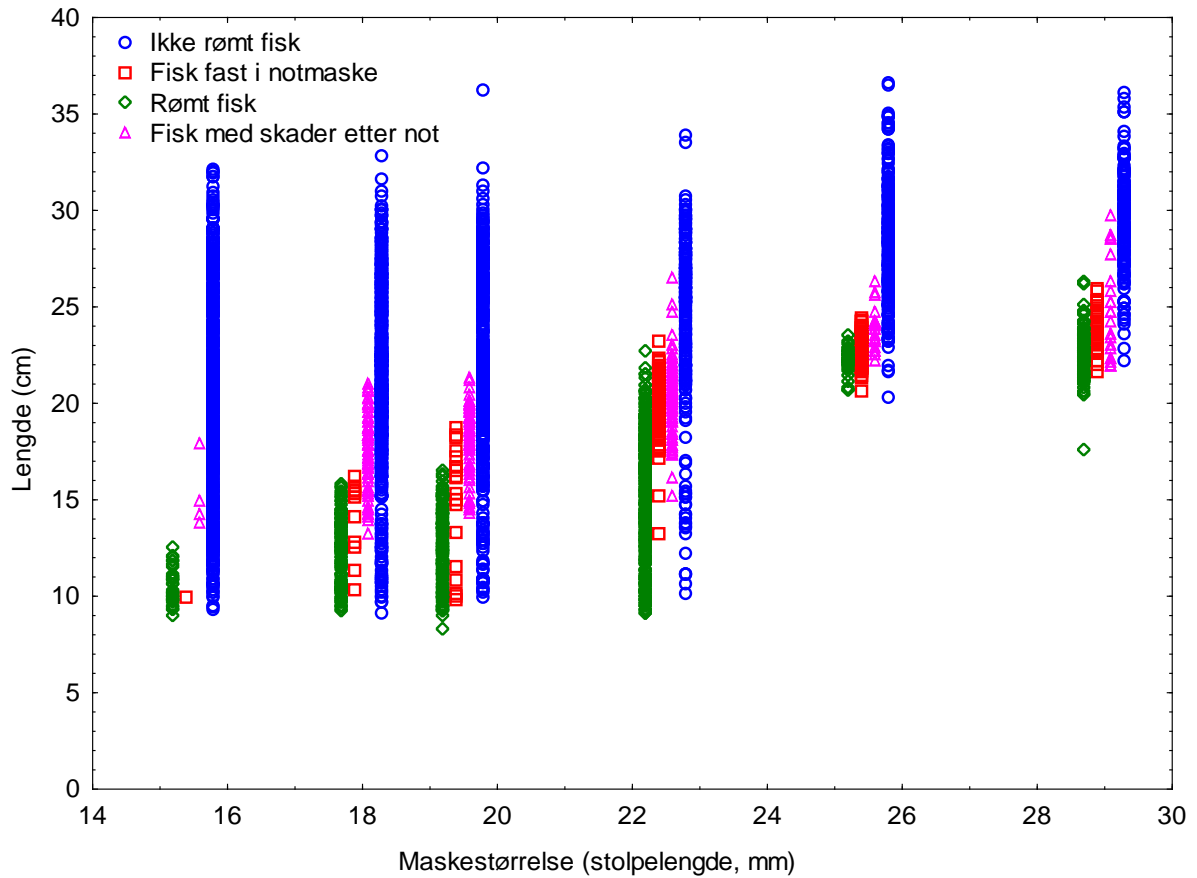
<b>Stolpelengde bestilt (mm)</b>	<b>Målt stolpelengde ( mm±SD)</b>	<b>Målt maskeåpning (mm±SD)</b>
<b>15,5</b>	15,37 ±0,64	30,7 ±2,92
<b>18</b>	18,84 ±0,55	38,53 ±1,05
<b>19,5</b>	19,94 ±0,62	40,68 ±1,46
<b>22,5</b>	22,41 ±0,69	45,71 ±0,87
<b>25,5</b>	26,85 ±0,50	49,21 ±0,61
<b>29</b>	29,63 ±0,44	54,42 ±0,77

### *Lengde, vekt og K-faktor*

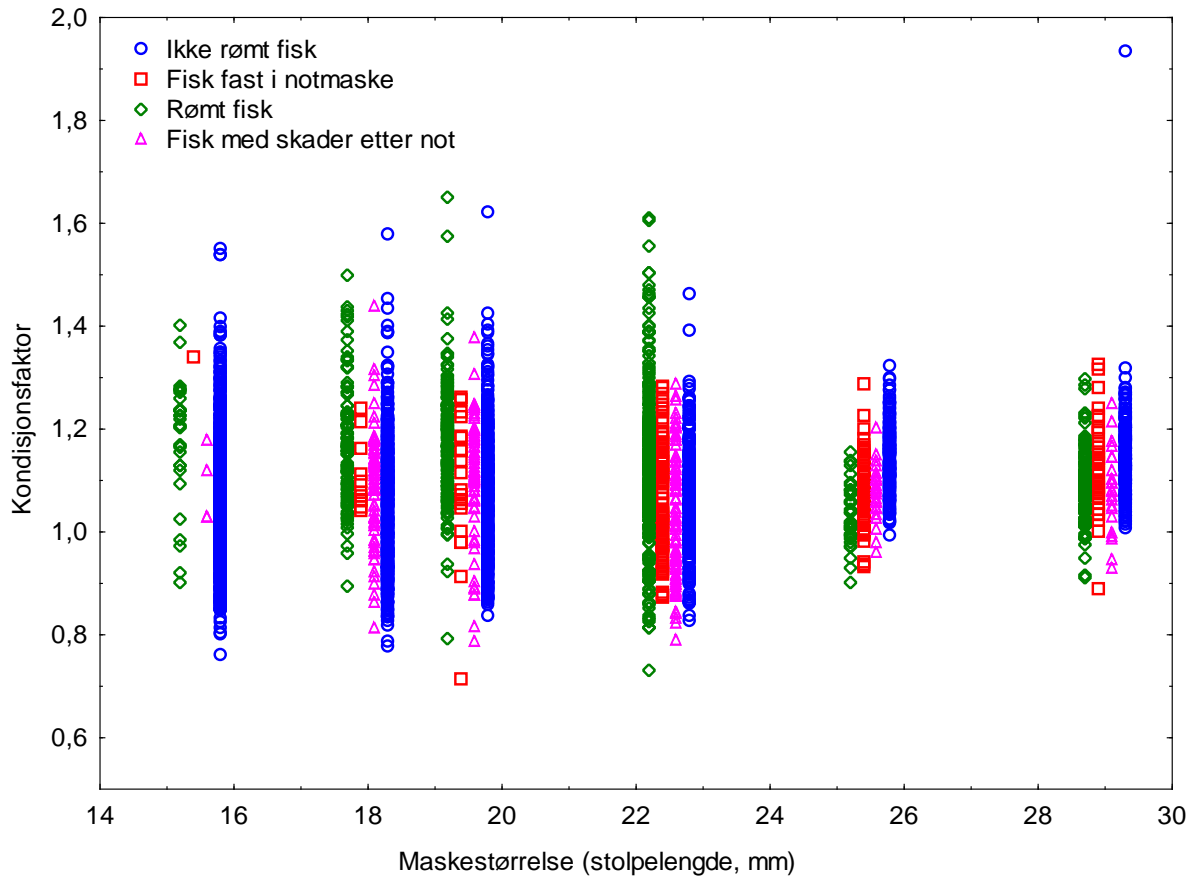
Resultatene viser at det ikke var forskjeller i fiskestørrelser for de ulike kategoriene (rømt fisk, fisk som sitter fast i notmaske, fisk med skader etter not og ikke rømt fisk) mellom forsøket der fisken ble satt ut i merd (periode 1 og 4), kar (periode 2 og 4) eller forsøket med lang varighet (periode 3). Under er resultatene for forsøkene der fisken ble satt ut i merdene med 5 og 24 dagers varighet vist (resultatene for de øvrige forsøkene er gitt i vedlegg 1). Det var også liten variasjon mellom parallelle oppsett (vedlegg 2).



Figur 3. Figuren viser vekt (g) for all fisk utsatt i merd delt inn i kategoriene rømt fisk, fisk fast i notvegg, fisk i merd med notmerke og fisk i karet (rømt fisk) for de utprøvde maskestørrelsene (gitt som stolpelengde).



Figur 4. Figuren viser lengde (cm) for all fisk utsatt i merd delt inn i kategoriene rømt fisk, fisk fast i notmaske, fisk i merd med notmerke og fisk i karet (rømt fisk) for de utprøvde maskestørrelsene (gitt som stolpelengde).



Figur 5. Figuren viser kondisjonsfaktor (K) for all fisk utsatt i merd delt inn i kategoriene rømt fisk, fisk fast i notmaske, fisk i merd med notmerke og fisk i karet (rømt fisk) for de utprøvde maskestørrelsene (gitt som stolpelengde).

Tabell 2. Antall fisker i kategoriene; fisk fast i notmaske, ikke rømt fisk, fisk med skade etter not og rømt fisk.

Plassering	Maskestørrelse						Totalt
	15.5mm	18mm	19.5mm	22.5mm	25.5mm	29mm	
Fisk fast i notmaske	2	15	28	168	171	87	471
Ikke rømt fisk	1162	938	931	491	378	282	4182
Fisk med skader etter not	9	113	106	174	77	146	625
Rømt fisk	40	127	154	369	44	156	890
<b>Totalt</b>	<b>1213</b>	<b>1193</b>	<b>1219</b>	<b>1202</b>	<b>670</b>	<b>671</b>	<b>6168</b>



Tabell 3: Rømmingsforsøk med nøter av ulik maskeåpning og fisk satt ut i merd eller i kar. Oppgitt stolpelengde (fra produsent) og målt maskeåpning (strukket maske), største rømte fisk (g), største fisk fanget i notmaske (g) og største fisk med notmerke (g) for de enkelte maskeåpningene.

<b>Oppgitt stolpelengde (mm.)</b>	15,5	18	19,5	22,5	25,5	29
<b>Maskeåpning (mm)</b>	<b>30,7</b>	<b>38,5</b>	<b>40,7</b>	<b>45,7</b>	<b>49,2</b>	<b>54,4</b>
<b>Fiskestørrelse (g)</b>						
<b>Største rømte fisk (g)</b>	21	40	53	88	136	193
<b>Største fisk fanget i maske (g)</b>	-	45	70	103	156	200
<b>Største fisk med notmerke (g)</b>	59	102	99	180	200	268

Tabell 3 viser største fisk (vekt) som rømte, største fisk som var fast i maskene, største fisk med merke etter not ved gitt maskestørrelse (stolpelengde og maskeåpning).

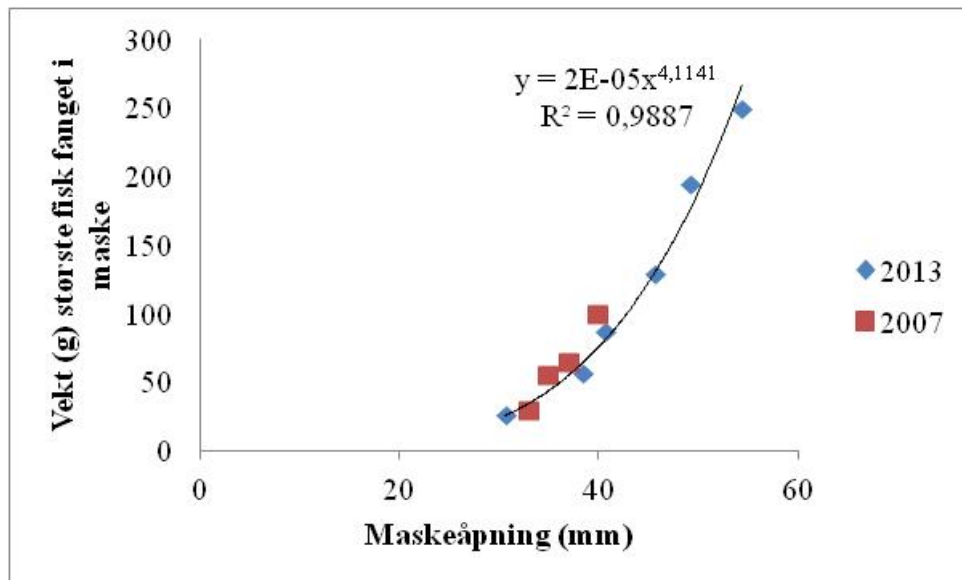
Tabell 4: Rømmingsforsøk med nøter av ulik maskeåpning og fisk satt ut i merd eller i kar. Samme som tabell 3 men fiskestørrelse oppgitt i cm.

<b>Oppgitt stolpelengde (mm.)</b>	<b>15,5</b>	<b>18</b>	<b>19,5</b>	<b>22,5</b>	<b>25,5</b>	<b>29</b>
<b>Maskeåpning (mm)</b>	<b>30,7</b>	<b>38,5</b>	<b>40,7</b>	<b>45,7</b>	<b>49,2</b>	<b>54,4</b>
<b>Fiskestørrelse (cm)</b>						
<b>Største rømte fisk (cm)</b>	10,6	15,7	15,7	19,6	23,1	23,1
<b>Største fisk fanget i maske (cm)</b>	12,2	16,2	19,5	23,2	25,2	25,9
<b>Største fisk med notmerke (cm)</b>		15,8	16,5	22,7	23,5	26,3

Tabell 4 viser største fisk (lengde) som rømte, største fisk som var fast i maskene,

største fisk med merke etter not ved gitt maskestørrelse (stolpelengde og maskeåpning).

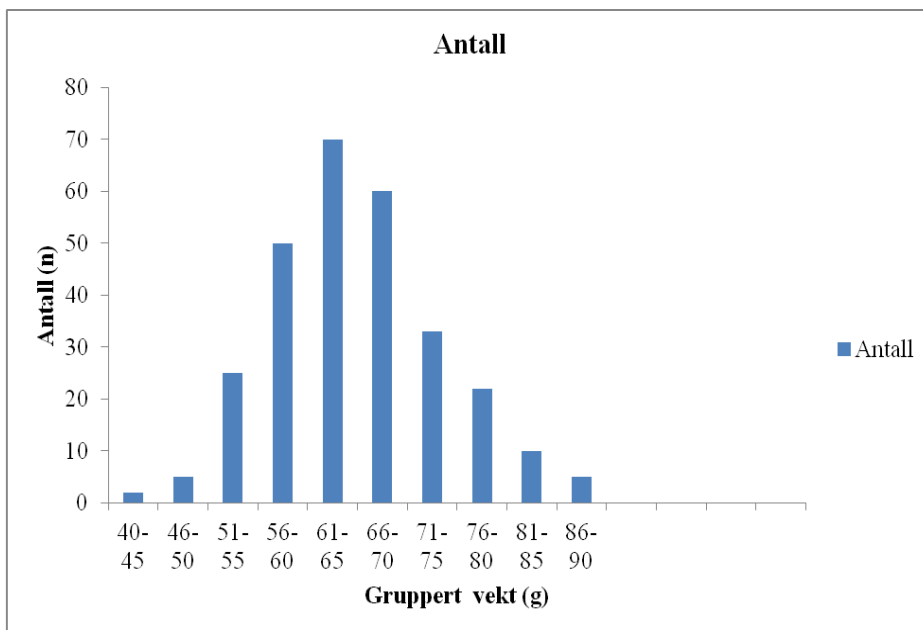
Figur 6 viser at det er sammenheng mellom vekt på største fisk fanget i maske og maskeåpning. Figuren inkluderer også data fra Hansen 2007.



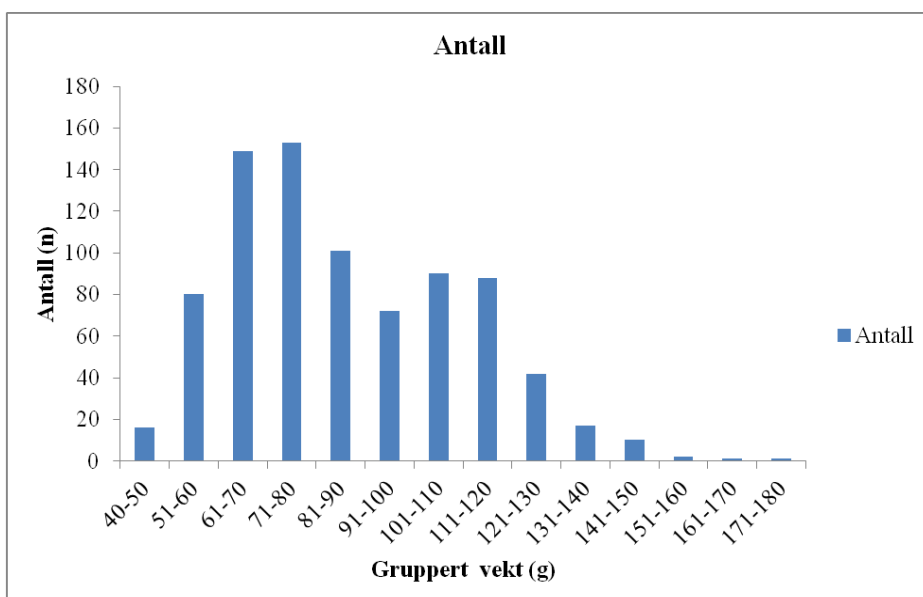
Figur 6. Sammenheng mellom største fisk fanget i maske og maskeåpning.

*Størrelsesmåling av fisk ved smoltleveranse til Havforskningsinstituttet, forskningsstasjonen Matre*

Det er utført to målinger av smolt levert til Havforskningsinstituttet, forskningsstasjonen Matre. En vår- og en høstmolt gruppe. Høstmoltgruppen var, fra leverandør, oppgitt til å være jevnt rundt 73 gram og vårsmoltgruppen er oppgitt å ha et gjennomsnitt på 103 gram.



Figur 7. Vektfordeling og antall fisk pr. størrelsesgruppe av kommersielt produsert høstmolt. Leveransen var på 33 000 fisk. Gjennomsnittsvekt var  $67,1 \pm 8,6g$ ,  $n=282$ .



Figur 8. Vektfordeling og antall fisk pr. størrelsesgruppe av kommersielt produsert vårsmolt. Leveransen var på 90 000 fisk. Gjennomsnittsvekt var  $87,1 \pm 23,7g$ ,  $n=822$ .

## Diskusjon

Forsøkene viser at laks av ulike størrelser kan "rømme" både inn og ut av merder med maskeåpninger brukt i kommersielt oppdrett av laks. Disse forsøkene er utført med laks som representerer et stort og kontinuerlig spenn i størrelse, og med laks i ulike livsstadier (presmolt/smolt/postsmolt). Et fellestrekk ser ut til å være at det er omkrets av hode/skalle som avgjør om fisken prøver å rømme. Ettersom større fisk ikke ser ut til å prøve å rømme må fisken på et eller annet vis "sans" hvor stor den er, dette er imidlertid vanskelig å finne noe om i litteraturen. Videoopptak fra forsøkene viser at stor fisk ikke prøver å gå ut igjennom maskene. Noen fisk som er for store til å rømme har imidlertid fått skader av not, og må etter merkene å dømme ha prøvd å komme seg ut gjennom noten. Opptakene viste også at rømningen skjedde i løpet av de første to døgn etter utsett.

I rømningsproblematikken er det avgjørende hvor stor fisk som kan komme seg ut gjennom de ulike notene. I tillegg må en også ta hensyn til fiskevelferd, evt. usikkerhet om en i alle tilfellene har funnet den potensielt største fisken samt variasjon i maskeåpning i samme not. Målingene av notene viste variasjon i stolpelengde på opptil 4 % og også avvik fra oppgitt stolpelengde fra notprodusent. Ut ifra overstående resultat, må en fisk som står fast i maskene, rundt kropp, rett bak hode ansees som rømt. Dette grunnet i at de alvorlige notmerkene befant seg bak skallen, slik at ved en evt reduksjon av K hos nyutsatt fisk ville denne hatt muligheten til å rømme gjennom maskene. I tillegg kommer velferdsaspektet. Fisk som har alvorlige notskader med skjelltap vurderer vi som et velferdsproblem, og som en mulig årsak til dødelighet.

Forsøket med varighet på 24 dager, hvor kondisjonsfaktor avtok, ivaretok aspektet med at fisken ved et ordinært utsett kan gå ned i vekt og kondisjon etter utsett. Det er imidlertid ingen grunn til å tro at fisken kan sulte ned skalle/hodediameter, slik at den dermed kan rømme lettere på et senere tidspunkt.

Når vi ser samlet på fiskematerialet er der kontinuerlig størrelse på fisken i det området der vi har rømning eller skader etter normaske (figur 2). Fisk med skader etter not varierer i alvorlighetsgrad fra kun merker etter not, men ikke skjelltap, til større skader med betydelig skjelltap.

Ut fra disse vurderingene har vi i tabell 5 oppgitt gjennomsnittlig vekt på fisk med skader etter not. Våre målinger viser at det er avvik i maskeåpning både i forhold til bestilt maskestørrelse og det er variasjon innen maskene i samme not. Materialet her er kun fra en notprodusent. I vår anbefaling (tabell 7) tar vi også høyde for variasjon i stolpelengder innen samme not og mener dermed at rømningsrisikoen er minimal. Utsett av fiskegrupper hvor individer er mindre enn oppgitte minstemål i gitte tabellen vil kunne føre til smoltrømning, eventuelt dårlig fiskevelferd.

Tabell 5. Smoltstørrelse og maskestørrelse (stolpelengde og maskeåpning).

<b>Stolpelengde (mm)</b>	<b>15,5</b>	<b>18</b>	<b>19,5</b>	<b>22,5</b>	<b>25,5</b>	<b>29</b>
<b>Maskeåpning (mm)</b>	<b>30,7</b>	<b>38,5</b>	<b>40,7</b>	<b>45,7</b>	<b>49,2</b>	<b>54,4</b>
<b>Største fisk fanget i maske (g)</b>	21	45	70	103	156	200
<b>Snitt fisk med notmerker</b>	26	55	80	115	174	224

Kommersielle nøter blir levert med fire eller seks knuter i hver maske. Vi har benyttet masker med fire knuter. Maskeåpningen (strukket maske, se figur 1) er uavhengig av antall knuter.

Ved undersøkelsene utført i 2007 var anbefalingene som vist i tabellen under.

Tabell 6. Anbefalt fiskestørrelse ved gitte stolpelengder fra Hansen (2007).

<b>Stolpelengde (mm)</b>	<b>15,5</b>	<b>16,5</b>	<b>17,5</b>	<b>18,5</b>	<b>20</b>
<b>Minste smoltvekt (g)</b>	25,0	29,0	55,0	65,0	100,0

Ved begge undersøkelsene ble not med stolpelengde 15,5mm benyttet. Her er det også samsvar mellom undersøkelsene. Ved 18mm stolpelengde viser våre forsøk at største rømte fisk var 45 gram. Undersøkelsen i 2007 sier 55 gram ved 17,5mm stolpelengde. Noe som er høyere enn disse dataene tilsier. Største fisk med merke etter not var 102 gram, som er en stor

forskjell fra største fisk som satt fast i not. Ved 19,5mm stolpelengde var største fisk som satt fast i not 70 gram. Dette samsvarer med undersøkelsen fra 2007 som anbefaler 65 gram ved 18,5mm stolpelengde.

Undersøkelser av smolt levert av en kommersiell leverandør avslørte at oppgitt fiskestørrelse og spredning ikke er presise nok for å unngå rømning. Ved levering av høstsmolt fra et kommersielt settefiskanlegg var vi forespeilet sortert jevn fisk med størrelse på 73g, mens våre resultat viste 67,5g med en normalfordelt gruppe fra 45 til 90g, jfr. figur 7. Leveransen av vårs smolt (figur 8) var oppgitt å være i overkant av 100 gram, men en betydelig del av leveransen var til dels langt mindre. Denne fiskegruppen var heller ikke normalfordelt, noe som tyder på at den kommer fra ulike grupper hos produsenten. Fisken ved disse leveransene var trolig sortert ved et tidligere tidspunkt (vaksinering). Fisk vil vokse ulikt, så det er avgjørende at en ikke blander sammen snittvekter eller stipulerer feil vekt ut fra tidligere sorteringsresultat.

Dersom fisken i en leveranse er normalfordelt vil en kunne beregne minste fisk i gruppen og samtidig hvor stor andel som er innenfor de forskjellige størrelsesgruppene. Resultatene fra målingene av størrelsen på fisken på to leveranser med oppgitt snittvekt demonstrerer risikoen for at smoltleveranser kan inneholde individer som er så små at de kan rømme gjennom de nøtene som blir bruk ved smoltutsett. Selv om en svært liten del av en smoltgruppe er så liten at de kan rømme, vil f.eks. 1 promille av all utsatt oppdrettslaks utgjøre et stort antall; ved et utsett på 300 millioner smolt vil dette tilsvare 300 000 individer.

Vektmålingene av de to leveransene viser også at det kan være store avvik mellom oppgitt og faktisk snittvekt, og at smoltgruppen ikke nødvendigvis er normalfordelt i størrelse. Dette innebærer at det kan være en betydelig risiko for at smolt rømmer hvis en ikke har kontroll på størrelsen på den minste fisken i utsettet. Fisk som er så liten at den går gjennom nøtene vil vanligvis ikke oppdages, da den gjerne svømmer raskt vekk fra oppdrettanleggene. Dette kan gi opphav til uoppdaget og urapportert rømning. Slik rømning kan være med å forklare funnene fra Sægrov og Urdal (2007), som tydet på at kun hver fjerde til femte rømte oppdrettslaks havner i rømningsstatistikken.



## Konklusjon

Forsøkene viser at rømningen skjer den første tiden etter utsett. Omkrets på hode er avgjørende om en fisk klarer å rømme, og fiskestørrelse angitt i vekt er et godt størrelsemål i forhold til rømningsrisiko. Foruten rømning kan en og få dårlig fiskevelferd for fisk som pådrar seg notskader som alvorlig skjelltap.

Arealet på maskene (maskeåpningen) er det som bestemmer om fisken kan rømme. Størrelse på masken kan angis på flere måter, men det er maskeåpning (strukket maske angitt i millimeter) som gir best mål i rømningssammenheng.

Største fisk som rømte eller var fanget i maske var; 21g for 30,7mm maskeåpning, 45g for 38,5mm maskeåpning, 70g for 40,7mm maskeåpning 103g for 45,7mm maskeåpning, 156g for 49,2mm maskeåpning og 200g for 54,4mm maskeåpning.

Største fisk med skader etter not for tilsvarende maskeåpninger var hhv.: 59, 102, 99, 180, 200 og 268g.

Smoltleveransene til Havforskningsinstituttet, forskningsstasjonen Matre, viste stor spredning i fiskestørrelse samt at gruppen ikke trenger å være normalfordelt. Avviket fra oppgitt gjennomsnitt var til dels stort. For høstleveransen var oppgitt gjennomsnittsvikt 73g mens målt gjennomsnitt var 67,5g. For vårleveransen var oppgitt gjennomsnittsvikt 103g mens målt gjennomsnitt var 87g.

Det var god sammenheng mellom funnene i denne rapporten og resultatene fra undersøkelsen til Hansen (2007). Resultatene viser at en kan intrapolere mellom mellom minste og største maskeåpning testet i forsøkene, og sannsynliggjøre største fisk som kan rømme eller få notskader ved maskeåpninger i det studerte intervallet mellom 30,7 og 54,4 mm.

For å hensynta usikkerhet rundt største fisk som kan rømme eller sitte fast i not ut fra datene i dette forsøket, bør en legge på en sikkerhetsmargin. En slik sikkerhetsmargin kan også i rimelig grad ivareta hensynet til å unngå notskader på fisken.

Vår anbefaling til maskeåpning for minste fisk i utsettet, basert på røminingsrisiko og risiko for skade på fisken, er vist i tabell 7 under, sammen med oppsummering av data på største fisk som var rømt/satt fast i not, samt med notskader med gitt maskeåpning:

Tabell 7. Oberverte største fisk som rømte/satt fast i not, største fisk med notskader, samt anbefalt minste fisk (gram) ved gitte maskeåpninger som tar hensyn til både røminingsrisiko og fiskevelferd.

<b>Maskeåpning (mm)</b>	<b>30,7</b>	<b>38,5</b>	<b>40,7</b>	<b>45,7</b>	<b>49,2</b>	<b>54,4</b>
Stolpelengde (mm)	15,5	18	19,5	22,5	25,5	29
Observert største rømt fisk og fast i not (vekt i g)	21	45	70	103	156	200
Observerert største fisk med notskade (vekt i g)	59	102	99	180	200	268
Anbefalt minste fisk (vekt i g)	26	56	87	129	195	250

### Referanser

Hansen, T., 2007. Svar på bestilling – undersøkelse av sammenheng mellom maskevidde og smoltstørrelse. Havforskningsinstituttet, arkivnr. 352.3

Sægrov, H. Og Urdal, K., 2007 Rømt oppdrettslaks i sjø og elv; mengd og opphav. Rapport nr. 947, 21 s. ISBN 82-7658-509-4