

Tøknifrágreiðing

## Royndir við 1:50 modeli av aliringi og streymforðing

Øystein Patursson, Knud Simonsen,  
Kristian Zachariassen og Jógvan H.  
Johannesen

- Ein frágreiðing í verkætlanini  
”Útgerð til aling á streymasjógv”

**VÓNIN** LTD.



SEMIÐSERÐ  
Thesis

TØKNIFRÁGREIÐING  
Technical Report

UNDIRVÍSINGARTILFAR  
Teaching Material

UPPRIT  
Notes

NVDRit 2003:05

NÁTTÚRUVÍSINDAEILDIN FRÓÐSKAPARSETUR FØROYA  
Faculty of Science and Technology University of the Faroe Islands

Heiti / Title **Royndir við 1:50 modeli av aliringi og streymforðing**

Høvundar / Authors **Øystein Patursson**  
Fiskirannsóknarstovan / Vónin Ltd.  
@: oysteinp@setur.fo

**Knud Simonsen**  
Náttúruvísindadeildin á Fróðskaparsetrinum  
@: knuds@setur.fo

**Kristian Zachariassen**  
Fiskirannsóknarstovan  
@: kristianz@frs.fo

**Jógvan H. Johannesen**  
Vónin Ltd.  
@: jhj@vonin.com

Ritslag / Report Type Tøknifrágreiðing / *Technical Report*

Latið inn / Submitted Mars 2003

NVDRit 2003:05  
© Náttúruvísindadeildin og høvundurin  
Faculty of Science and Technology and the author

Útgevandi / Publisher Náttúruvísindadeildin, Fróðskaparsetur Føroya  
Bústaður / Address Nóatún 3, FO 100 Tórshavn , Føroyar (Faroe Islands)  
Postrúm / P.O. Box 2109, FO 165 Argir, Føroyar (Faroe Islands)  
Tlf. · Fax · @ +298 352551 · +298 252551 · nvd@setur.fo

## Innihald

<b>1</b>	<b>Inngangur</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Royndarbrunnurinn</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Roknaðar kreftir á eitt net</b>	<b>4</b>
3.1	Ávirkan á eitt net . . . . .	4
3.2	Minking í alirúmd av ráki . . . . .	5
3.3	Kreftir á streymforðing . . . . .	9
<b>4</b>	<b>Model royndir við søkkringi í alibúri</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Model royndir við streymforing</b>	<b>14</b>
5.1	Model av streymforðing . . . . .	14
5.2	Royndir við ymsari ferð . . . . .	15
5.3	Royndir við ymsum vinklum . . . . .	17
<b>6</b>	<b>Niðurstøður</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>Tøkkir</b>	<b>17</b>

### Sammandráttur

Aliringarnir, sum vinnan í stóran mun nýtir, hava eina nót hangandi niður úr einum floti. Tá rák er, kemur nótin upp, og rúmdin í nótini kann minka munandi.

Útrokningar eru gjørdar, sum vísa, hvussu eitt net fest í eitt flot í erva og í eitt søkk í neðra flytir seg við ymsari streymferð. Útrokningarnar eru nýttar til at meta um alirúmdina við ymsari streymferð og við ymsum vektum í botninum á alinótini.

Royndir við einum 1:50 skala modelið av einum 96 m (ummál) aliringi og royndir við einari streymforðing framman fyri ringin eru framdar í royndarbrunninum hjá Vónin Ltd.

Útrokningarnar og model royndirnar vísa at við  $3 \text{ kg m}^{-1}$  søkklínu í grunninum av nótini er alirúmdin minka við meira enn 70 %, tá rákið er harðari enn 1 knob. Við søkkringi á  $27 \text{ kg m}^{-1}$  er rúmdin minka við um 15%, tá ferðin er 1 knob, og við um 60%, tá rákið er um 2 knob. Royndir við stívum søkkringi vísa eisini at trupuleikarnir við flagrandi nót verða munandi minni.

Streymforðingin er gjørd úr neti, sum er 2–3 ferðir tættari enn ein alinót. Úrslitini vísa, at ein slík verja kann vaksa um alirúmdina í ringinum aftanfyrri við um 15%.

### Abstract

The cages generally used by the local industry are of the gravity type, which consist of net hanging down from a flotation. In waters with current the net is rising towards the surface and the volume in the pen is reduced.

Calculations are performed for a net mounted on a floatation in the top and with a weight in the bottom. The calculations are used to estimate the volume in the net pens with various weights in the bottom at various current speeds.

Experiments with a 1:50 scale model of a 96 m (circumference) fish cage and experiments with a barrier upstream of the pen are performed in the tow tank at Vónin Ltd.

The calculations and the experiments show that the volume of the pens with  $3 \text{ kg m}^{-1}$  weight lines in the bottom of the net is reduced with more than 70% with currents exceeding 1 knot. With a massive weight ring of  $27 \text{ kg m}^{-1}$  mounted in the bottom of the pen the volume is reduced with approximately 15% when the current speed is 1 knot, and about 60% with current speeds equal to 2 knots. The experiments also show that the problems with fluttering net are considerably reduced when a weight ring is mounted.

The barrier is made of net, which has a solidity 2–3 times higher than a traditional fish farming net. The results indicate that the volume in the pen increases with about 15% with this type of barrier.

## 1 Inngangur

Aliringarnir, sum vinnan í stóran mun nýtir í dag, hava eina nót hangandi niður frá einum floti. Í nótina er oftast heft søkklína ella vektir fyri at halda henni niðri, men annars er einki, sum heldur nótina útspenta. Um rák er í sjónum minkar rúmdin í nótini, og eisini kunnu lummar koma í nótina. Hetta ger, at trivnaðurin hjá fiskinum ikki er tann best møguligi. Um fiskurin kemur í samband við neti, kann skaði koma á roðsluna, sum kann elva til, at hann doyr stutta tíð seinni.

Um nótin kann haldast útspent, so verður mett, at trivnaðurin verður betur sum heild, og at felli orsakað av vánaligum líkindum verður minni. Í nógvum førum verður eisini hildið, at størri nøgd kann verða í ringunum, uttan at trivnaðurin verður verri enn við verandi útgerð.

Fyri at náða hesum málinum hava tvey hugskot verið frammi: annað er at hava ein søkkring í botninum undir nótini, og hitt er at gera eina streymverju framman fyri alibúrið til at minka um rákið, ið kemur á alibúrið. Fleiri alarar hava gjørt royndir við søkkringum, og royndir eru eisini gjørdar uttanlanda, men okkum vitandi er eingin væl virkandi loysn funnin enn. Royndir við streymverjum eru ikki framdar enn.

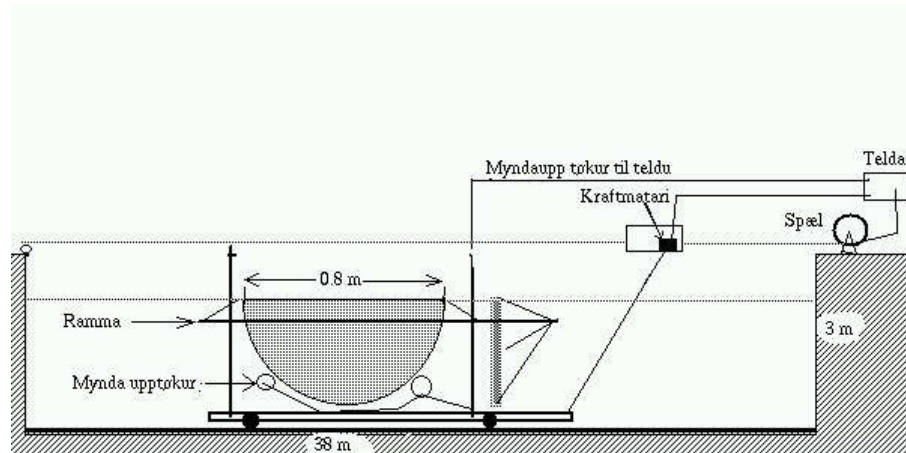
Ein roynd varð gjørd í Vestmannasundi við einum øðrum slagi av aliútgerð, sum vísti seg at standa væl í rættuliga hørðum ráki - í ringasta førinum um 4 knob. Vansin í hesum førinum var, at serliga tann minni fiskurin toldi ikki harða rákið. Í hesum sambandinum hevur verið skotið upp at nýta eina streymverju fyri at minka streymin í alibrúkinum [B. Danielsen og H. M. Andreassen, samrøður í 2001].

Her verður greitt frá modelroyndum við einum 1:50 modeli av einum 96 m aliringi og streymfording, sum eru gjørdar í brunninum hjá Vónin Ltd. í Fuglafirði, umframt frá úrslitum frá útrokningum, sum eru gjørdar uppá hesa útgerðina. Kannað er, hvussu ein aliringur verður ávirkaður av ymsari streymferð, og hvussu ein stívvur søkkringur ávirkar nótina. Síðani eru royndirnar endurtiknar við einari streymfording frammanfyri aliringinum.

## 2 Royndarbrunnurin

Royndarbrunnurin (Mynd 1) er 38 m langur, 4 m breiður og 3 m djúpur. Niðri móti botninum í brunninum er ein vognur, sum koyrir á skinnarum, sum eru festir inn í síðurnar á brunninum. Eitt spæl er við annan endan av brunninum, sum dregur vognin, og til ber at síggja ferðina á einari teldu. Á telduni koma eisini mátingar frá tveimum trekk-mátarum. Harumframt eru tvey video upptøkutól, og verða upptøkurnar goymdar á teldu.

Í modelroyndunum er aliútgerðin fortøya niður í vognin, og ferðin hjá vogninum er at rokna sum rákið á aliringin.



Mynd 1: Tekning av royndar brunninum hjá Vónin Ltd. Brunnurinn er 38 m langur, 4 m breiður og 3 m høgur. Ein vognur koyrir á skinnarum niðri ímóti botninum, og í honum eru stengur, sum ein stív ramma er fest í. Modelringur og streymforðing eru fest í rammuna (mátini samsvara ikki á hesari myndini). Mátningar av ferð, trekk og myndaupptøkur verða loggaðar beinleiðis inn á eina teldu.

### 3 Roknaðar kreftir á eitt net

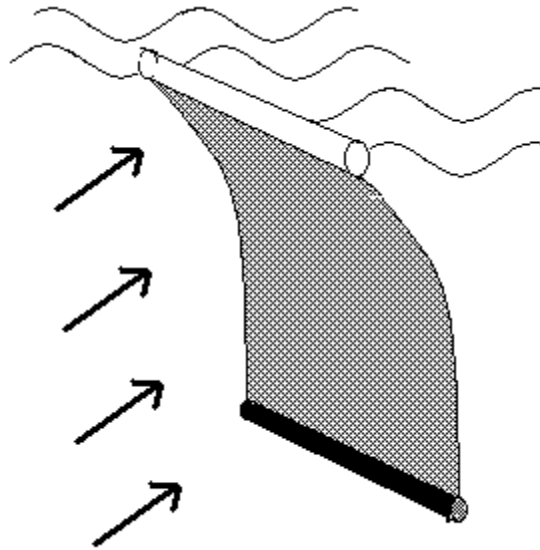
Dragið, sum virkar á eina nót, ið stendur uppá tvørs av einum ráki, er tengt at hvussu tøtt nótin er, streymferðini og víddini á nótini (sí kap 3.2 og [Simonsen and Patursson, 2003]). Um vektir ella onnur útgerð hanga í nótini, so má dragi á tey roknast við.

Eitt útrokningarmodel [Simonsen and Patursson, 2003] er gjørt fyri eitt net, sum er fest í eitt flot í erva og hevur eina vekt í neðra (Mynd 2). Flotið liggur fast, meðan ongar forðingar eru fyri, at nót og vekt kunnu flyta seg, útyvir at tey eru fest í flotið. Henda uppstilling kann samanberast við eina streymverju, og í ávísan mun eisini eina síðu í einum alibúri, men í einum aliringi er ávirkan frá restina av ringinum, sum ikki er við her.

#### 3.1 Ávirkan á eitt net

Á mynd 3 eru vístar útrokningar, sum eru gjørdar á eitt 15 m djúpt net við vektum uppá ávikavist  $3 \text{ kg m}^{-1}$ , sum tilsvavar eina nógv nýtta søkkklínu,  $13 \text{ kg m}^{-1}$  og  $27 \text{ kg m}^{-1}$  í ávikavist  $0.25 \text{ m s}^{-1}$  (0.5 knob),  $0.5 \text{ m s}^{-1}$ ,  $0.75 \text{ m s}^{-1}$  og  $1.0 \text{ m s}^{-1}$  (2 knob) hørðum ráki.

Nótin er gjørd úr knútaleysum neti við 25 mm meskum ( $\frac{1}{2}$  meskur) og trád nr. 210/108. Hetta netið er ofta nýtt til alinótir frá Vónin Ltd. Neyvar mátingar eru gjørdar av slíkum neti, og vísir tað seg, at meskastøddin ( $\frac{1}{2}$  meskur) er 28 mm og trádtjúktin er 2.5 mm. Hesi virðir eru nýtt í hesari frágreiðingini. Møguliga tódnar nótin nakað, tá hon er tikin í brúk, men tað er ikki tikið við her.



Mynd 2: Tekning av útrokningarmodellinum. Roknað er við einari nót við einari vekt í neðra, og sum er fest í eitt flot í erva. Flotið liggur stilt í mun til rákið.

Útrokningar eru gjórdar bæði við, at vektin er úr massivum rundjarni við diametri, sum gevur tað vekt, sum er ásett, og tá vektin liggur í 315 mm (diametur) tjúkkari slangu.

Útrokningar vísa, at um nótin bert hevur eina søkklínu uppá  $3\text{kg m}^{-1}$  í neðra, so má roknast við, at botnurin bert er niðri á hálvum dýpi, tá ferðin fer uppum  $0.25\text{ m s}^{-1}$  (0.5 knob), og at ølli nótin liggur grynri enn 3 m, tá ferðin fer uppum  $0.50\text{ m s}^{-1}$  (1.0 knob). Við tyngri vekt í botninum stendur nótin djúpari, og við  $27\text{ kg m}^{-1}$  er botnurin á nótini niðri á ávikavist 14 m og 10–12 m við nevndu ferðum.

Ávirkanin av, at vektin liggur í einari 315 mm slangu, er, at botnurin er upp til 1 m grynri við nevndu ferðum, og er hetta væl minni enn ávirkanin av nótini einsamallari.

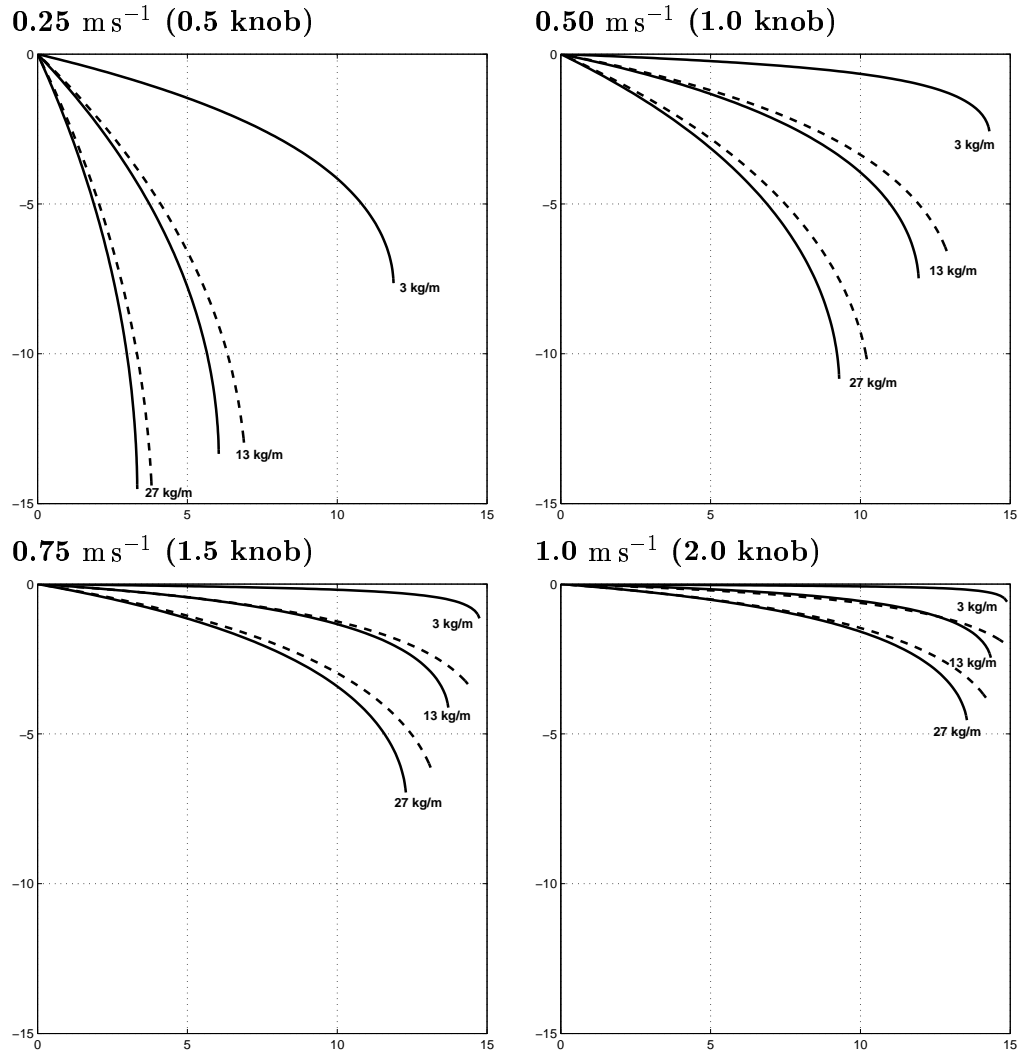
Er rákið  $1.0\text{ m s}^{-1}$  (2 knob), so er botnurin uppi á umleið 4 m dýpi við  $27\text{ kg m}^{-1}$  í neðra, og í hinum báðum førnunum er nótin væl grynri.

### 3.2 Minking í alirúmd av ráki

Ferðin á rákinum, eftir at tað er farið ígjøgnum eina nót ( $u$ ) í mun til áðrenn ( $u_0$ ), verður sambært Løland [1991] roknað

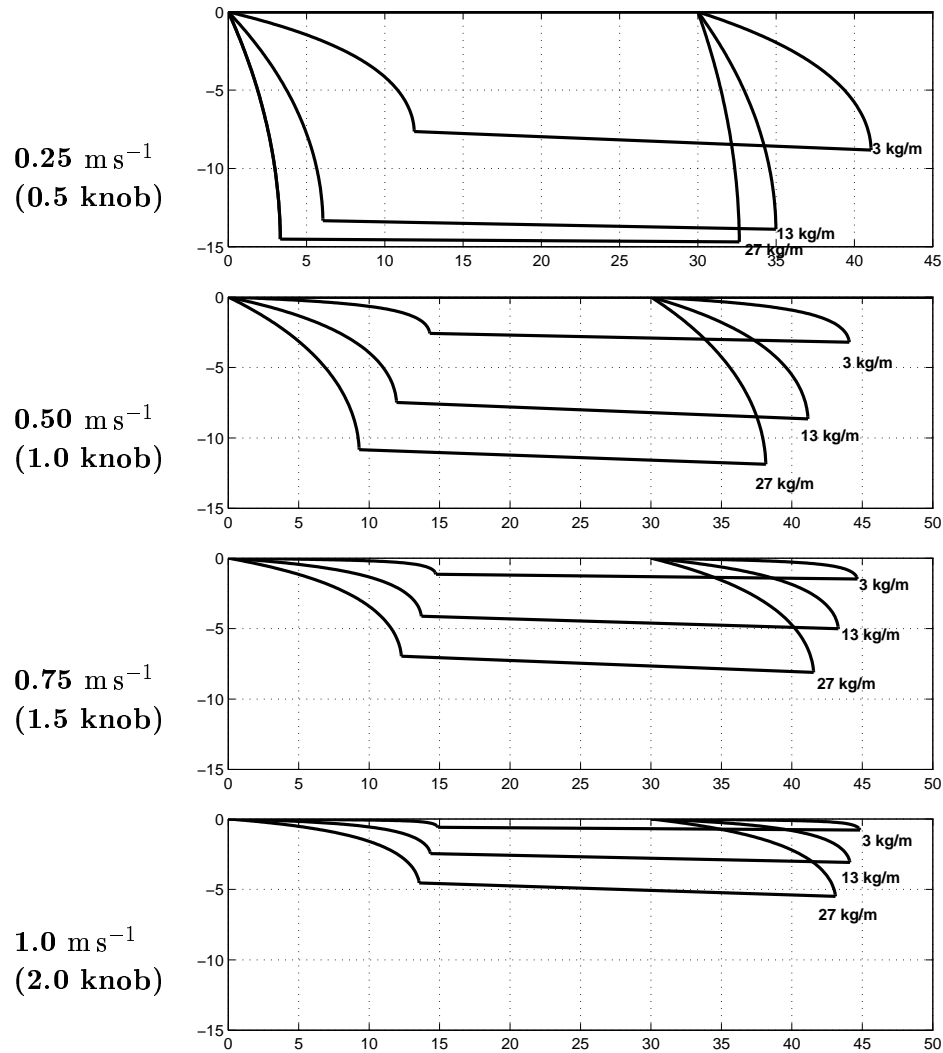
$$u = u_0(1 - 0.46c_d) \quad (1)$$

har  $c_d$  er dragtalið, sum broytist við tættleikanum á nótini, vinklinum, sum nótin hevur í mun til streymrætningin, og streymferðini. Dragtalið fyri eina reina alinót er



Mynd 3: Ávirkan á 15 m hægt net (28 mm meskar, 2.5 mm tráður) við  $3 \text{ kg m}^{-1}$  søkklinu,  $13 \text{ kg m}^{-1}$  vekt, og við  $28 \text{ kg m}^{-1}$  vekt, tá rákið er ávikavist  $0.25 \text{ m s}^{-1}$  (0.5 knob),  $0.5 \text{ m s}^{-1}$ ,  $0.75 \text{ m s}^{-1}$  og  $1.0 \text{ m s}^{-1}$  (2 knob). Kurva er teknað fyrri útrokningar, tá vektin er úr massivum rundjarni (heil linja), og tá vektin liggur í 315 mm (diametur) slangu (brotin linja). Um onki rák er, hongur nóttin beint niður. Eindin á báðum ásunum er m.





Mynd 4: Ávirkan á 15 m djúpt alibúr (28 mm meskar, 2.5 mm tráður) við  $3 \text{ kg m}^{-1}$  sökklínu,  $13 \text{ kg m}^{-1}$  vekt, og við  $27 \text{ kg m}^{-1}$  vekt, tá rákið er ávikavist  $0.25 \text{ m s}^{-1}$  (0.5 knob),  $0.5 \text{ m s}^{-1}$ ,  $0.75 \text{ m s}^{-1}$  og  $1.0 \text{ m s}^{-1}$  (2 knob). Kurva er teknað fyrir útrokningar, tá vektin er úr massivum rundjarni. Um onki rák er, hongur nótin beint niður. Tvörmátið á alibúrinum er 30 m. Eindin á báðum ásunum er m.

<b>Rák</b>	<b>0.25 m s<sup>-1</sup></b>	<b>0.50 m s<sup>-1</sup></b>	<b>0.75 m s<sup>-1</sup></b>	<b>1.00 m s<sup>-1</sup></b>
	<b>0.5 knob</b>	<b>1.0 knob</b>	<b>1.5 knob</b>	<b>2.0 knob</b>
<b>Vekt</b>				
3 kg m <sup>-1</sup>	53 %	19 %	8 %	4 %
13 kg m <sup>-1</sup>	88 %	52 %	29 %	18 %
27 kg m <sup>-1</sup>	96 %	73 %	48 %	32 %

Talva 1: Lutfalsliga rúmdin í nótnum í mun til rák og vekt í botninum á nótni, víst sum prosentpartur av rúmdini, tá einki rák er. Útrokningar eru grundaðar á tvær leysar nótir, og ávirkan frá síðunum í aliringinum eru ikki við.

sambært Løland [1991] umleið 0.25, tá nótin stendur vinkulrætt á streymrætningin, og minkar, tá vinkulin í mun til streymrætningin verður minni.

Hetta svarar til, at tá rákið ferð gjøgnum eina alinót, minkar ferðin umleið 10–12%.

Dragið verður roknað

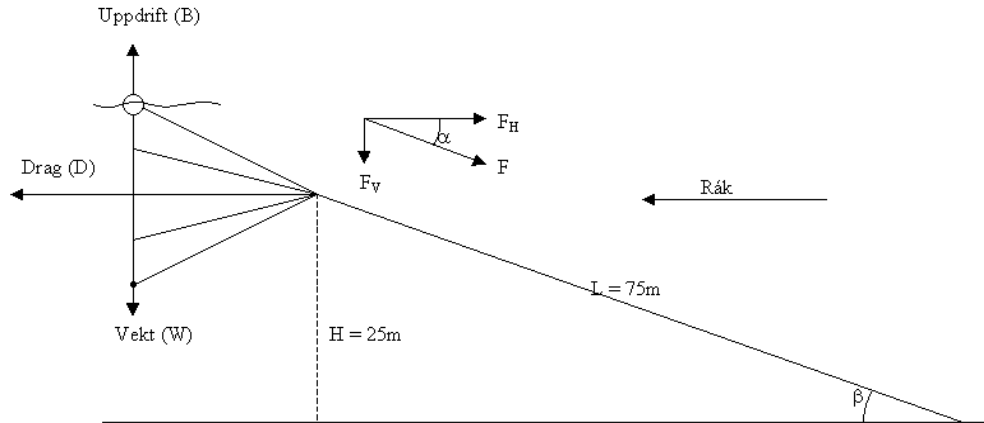
$$D = \frac{1}{2}c_d\rho u^2A \quad (2)$$

har  $\rho$  er massafyllan hjá sjógvi (uml. 1026 kg m<sup>-3</sup>),  $A$  er arealið á nótni, og  $u$  er streymferðin. Av tí at streymferðin er í øðrum potensi, merkir hetta, at dragið á næsta netinum verður um 80% av dragnum á netinum framman fyri.

Við at brúka hetta saman við útrokningarháttinum omanfyri, so kann eitt boð roknast uppá, hvussu eitt alibúr sær út við ávísnum ráki, og er hetta víst á mynd 4. Nótin er tann sama sum omanfyri, men her er vektin úr massivum rundjarni, og sum omanfyri eru síðurnar í alibrúkinum ikki við í útrokningunum.

Alirúmið fyri hvørjar av støðunum í mynd 4 er roknað, og er víst í talvu 1 sum prosentpartur av alirúminum, sum er, tá einki rák er.

Her er roknað við reinari nót. Fyribils úrslit frá kanningum, sum Universitetið í New Hampshire í USA ger, sýna, at dragtalið hjá einari ávaksnari nót er um 1.7 ferðir størri, og fyri eina sera ávaksnað nót er dragtalið heilar 3.6 ferðir størri enn fyri eina reina nót (<http://ooa.unh.edu/>). Sambært formlinum omanfyri merkir hetta, at ávirkan av rákinum á nótina veksur munandi, um hon er ávaksin.



Mynd 5: Krefdir á streymforðing.  $F$  er fortöyningskraft,  $F_V$  er vertikala kraftin, sum er orsakað av fortöyningskraftini, og  $W$  er vekt. Uppdriftin má uppviga krefdirnar  $F_V$  og  $W$ .

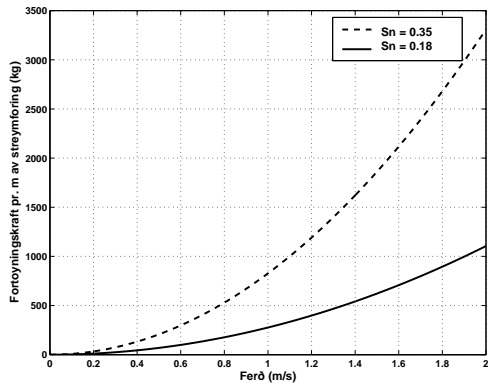
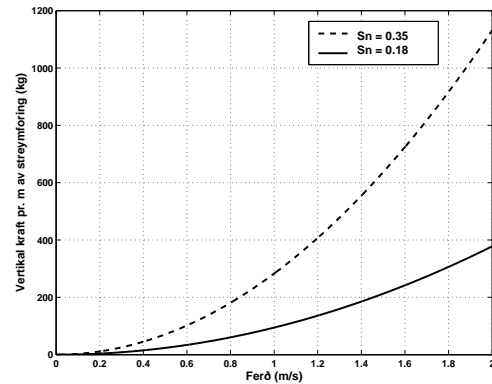
### 3.3 Krefdir á streymforðing

Um ein streymforing verður sett upp sum víst á mynd 5, kann roknast út, hvussu nógv stendur á fortöyningarnar ( $F$ ), og hvussu stór kraftin, sum dregur nóttina niður ( $F_V$ ), er [Simonsen and Patursson, 2003]. Fyri dragtalið í líkn. (2) eru virðir heintað frá Løland [1991] eins og í kapittul 3.2. Hetta er gjørt fyri tvey ymisk net við ymsum tættleika. Tættleikin er defineraður sum lutfallið millum bandareal og samlað areal og er nevndur  $S_n$ . Útrokningarnar eru gjørdar fyri net við  $S_n = 0.35$  og  $S_n = 0.18$ , sum ávíkavist svara til eitt net, sum verður brúkt til posa í svartkjaftatrolu og eitt net, sum er vanligt til alinót. Drag krefdirnar á eina streymforðing, sum eru vístar á mynd 6, eru gjørdar fyri streymferðir upp til  $2 \text{ m s}^{-1}$  (4 knob) og fyri tveir ymiskar vinklar, vinkulrætt á og  $45^\circ$  í mun til streymrætningin. Her skal leggjast til merkis, at myndirnar, sum vísa uppdriftina, vísa bara tað uppdriftina, sum er neyðug fyri at uppviga kraftina frá fortöyngini. Afturat hasari kraftini kemur so eisini vektin frá søkkinum, sum hongur í streymforingini.

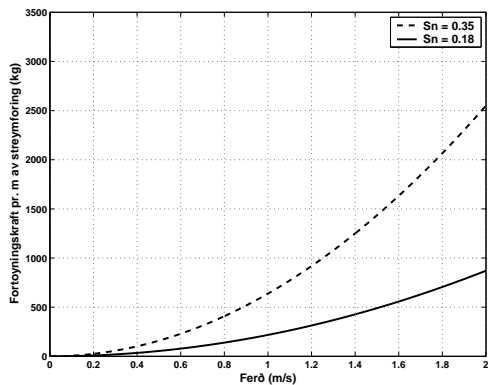
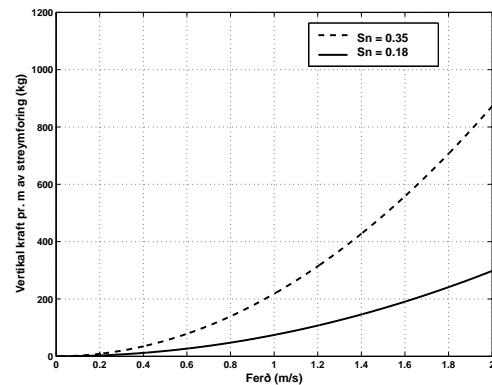
Um vinkulin í mun til streymin broytist frá at verða vinkulrættur til at verða meira skráður, minka krefdirnar fyri hvønn metur av streymforðing, men samlaða kraftin á streymforingina veksur, tí forðingin má verða longur fyri at verja sama økið.

Hesin samanhangur er vístur á mynd 7, og veksa krefdirnar ( $F$  og  $F_V$ ) t.d. við 8–12%, tá vinkulin í mun til streymin er  $45^\circ$ .

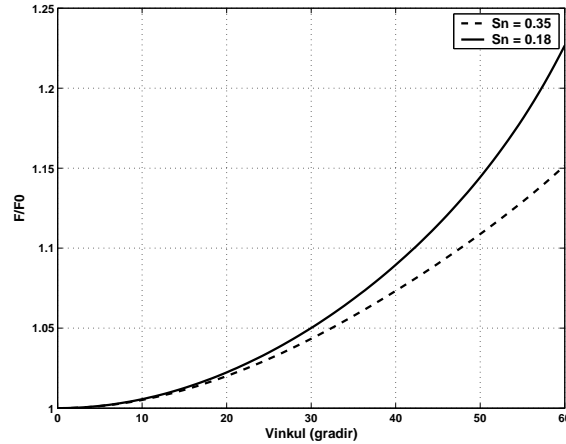
## Streymförðing vinkulrætt á streymrætningin

Fortoyningskraft ( $F$ )Vertikal kraft ( $F_V$ )

## Streymförðing 45° í mun til streymrætningin

Fortoyningskraft ( $F$ )Vertikal kraft ( $F_V$ )

Mynd 6: Kreftir á hvønn longdarmetur av eini streymförðing (20 m djúp) í mun til rákið. Útrokningarnar eru gjørdar fyri tvey ymisk net við ávíkavist  $S_n = 0.35$  (brotin linja) og  $S_n = 0.18$  (heil linja) og fyri tveir ymsar vinklar í mun til streymrætningin ( $90^\circ$  myndirnar í erva,  $45^\circ$  myndirnar í neðra). Myndirnar vinstru megin avmynda fortøyningskraft ( $F$  á mynd 5) og myndirnar høgru megin vertikalu kraftina, sum er orsakað av fortøyningskraftini ( $F_V$  á mynd 5). Allar kreftir eru í kg.



Mynd 7: Kraft á streymforðing við ymsum vinklum í mun til streymin í mun til kraftina, tá hon stendur vinkulrætt á streymin ( $F_0$ ). Hugsað er, at streymforðingin verjir eina ávísa breidd vinkulrætt á streymin, og longdin økist sostatt, tá forðingin ikki er vinkulrætt á streymin.  $0^\circ$  er vinkulrætt á streymin.

## 4 Model royndir við søkkringi í alibúri

Eitt 1:50 skala model av einum 96 m (ummál) aliringi er gjørt burturúr neti við tráðtjúktini 0.35 mm og meskastøddini 5 mm ( $\frac{1}{2}$  meskur). Lutfallið millum band areal og net areal á hesum netinum er valt soleiðis, at dragtalið ( $c_d$ ) er so tætt uppá  $c_d$  fyri eina nót við 28 mm meskum og 2.5 mm tráði (sí kapitul 3.1) sum gjørligt. Í grunninum á ringinum er søkklína, sum tilsvavar 3 kg m<sup>-1</sup> í fullari stødd, og flotið hevur eina uppdrift, sum tilsvavar tvær 315 mm slangur í fullari stødd. Tveir ymiskir søkkringar eru nýttir. Teir eru úr rustfríum stáli og hava ein diametur uppá ávikavist 2 mm og 3.5 mm, sum tilsvavar ávikavist 10 kg m<sup>-1</sup> og 24 kg m<sup>-1</sup> í fullari stødd.

Modelringurin er festur í eina rammu, har støddin tilsvavar eina 60 m × 60 m rammu á 5 m dýpi í veruleikanum. Henda ramman er tó ikki gjørd úr togverki, men úr stívum tilfari. Ringurin er tó fortøyaður í rammuna á sama hátt sum við fullari stødd.

Allar skaleringar eru gjørdar sambært skaleringsmodellinum, sum er ment í Simonsen and Patursson [2003]. Stívleikin í tilfarinum, t.v.s. í neti, floti, søkkringum og endum, er tó trupul at skalera, men er tað gjørt eftur førimumi í mun til tað tilfarið, sum er funnið til endamálið.

Koyringar eru gjørdar við og uttan søkkringar fyri ymsar ferðir. Video upptøkur eru gjørdar av øllum koyringunum, og ein myndasamandrættur er vístur á mynd 4.

Grundað á myndaupptøkur av ringinum er ein meting gjørd av, hvussu rúmdin er varðveitt í hvørjum einstøkum føri. Úrslitini av hesum standa í talvu 2, og vísa at rúmdin er betur varðveitt enn útrokningarnar í talvu 1 vísa. Frágreiðingin er partvís, at útrokningarnar bert eru fyri netini, ið standa uppá tvørs av rákinum. Í model royndunum er søkkringur allan vegin runt. Á netunum, sum eru javnsíðis við

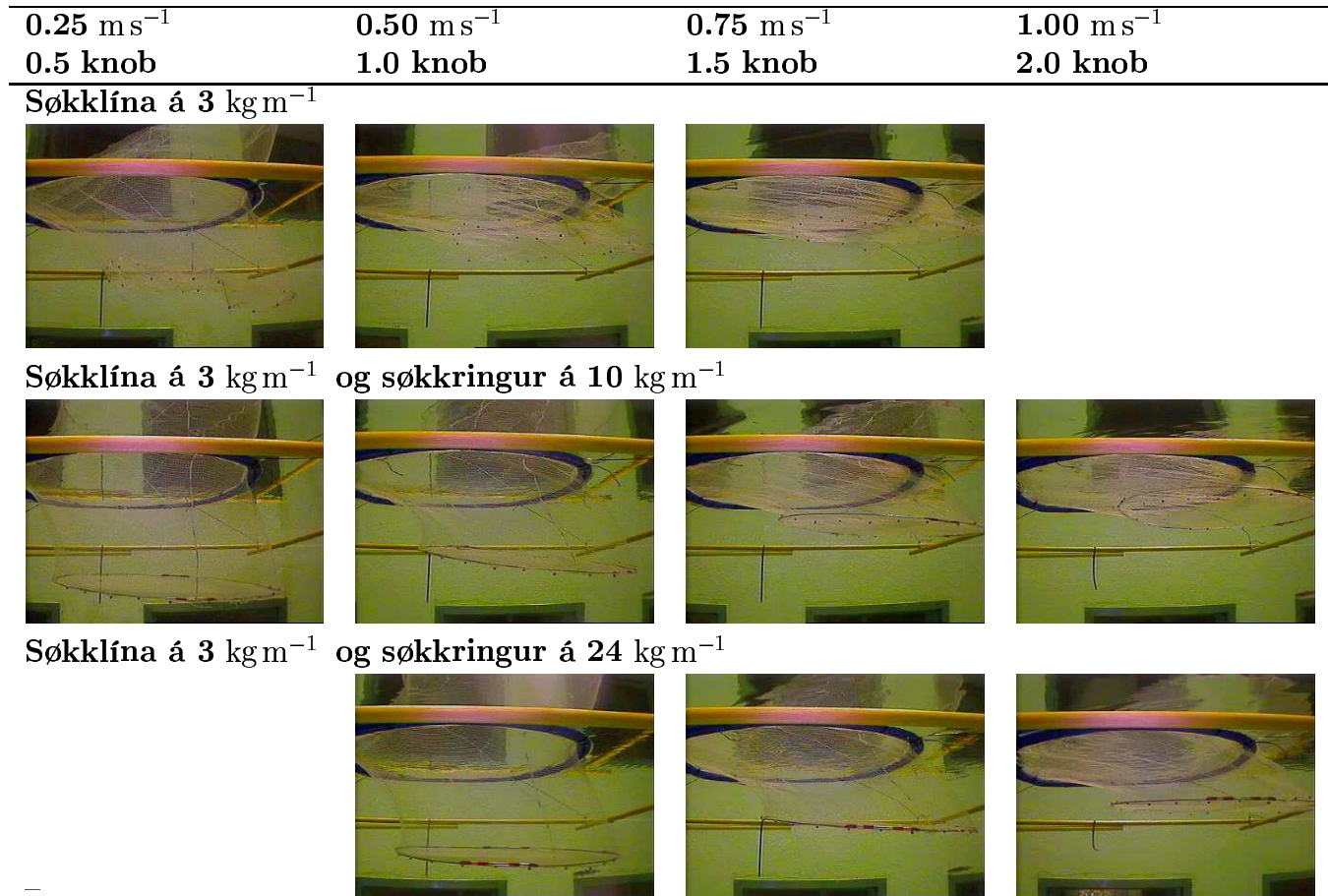
<b>Rák</b>	<b>0.25 m s<sup>-1</sup></b>	<b>0.50 m s<sup>-1</sup></b>	<b>0.75 m s<sup>-1</sup></b>	<b>1.00 m s<sup>-1</sup></b>
	<b>0.5 knob</b>	<b>1.0 knob</b>	<b>1.5 knob</b>	<b>2.0 knob</b>
<b>Vekt</b>				
3 kg m <sup>-1</sup>	65 ± 5 %	31 ± 5 %	17 ± 5 %	
13 kg m <sup>-1</sup>	91 ± 5 %	69 ± 5 %	36 ± 5 %	21 ± 5 %
27 kg m <sup>-1</sup>		84 ± 5 %	59 ± 5 %	40 ± 5 %

Talva 2: Lutfalsliga rúmdin í nótnum í mun til rák og vekt í botninum á nótni, víst sum prosentpartur av rúmdini tá einki rák er. Virðini eru funnin út frá royndunum, sum gjørdar eru í brunninum.

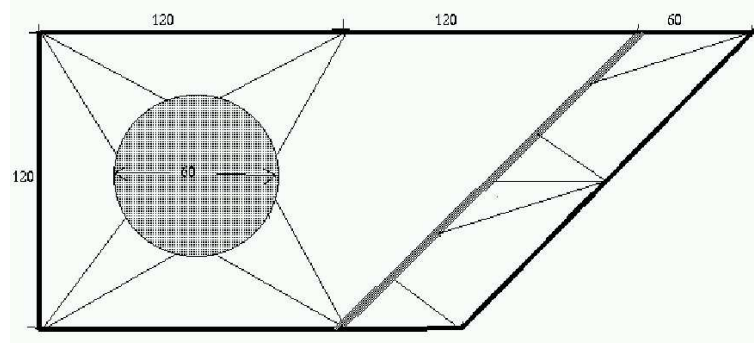
streyming, er uppdriftin orsakað av rákinum lutfalsliga lítil, og tyngdin av søkklínu og søkkringunum á hesum síðunum virkar tí eisini á síðurnar, sum eru uppá tvørs av rákinum.

Harumframt, so er rákið minni á aftara neti, og flytir tað seg ikki so langt, sum eisini útrokningarnar vísa. Av tí at søkkringurin er stívur, er hetta við til at trýsta botnin á fremra netinum fram í móti rákinum í royndunum við søkkringinum. Leysliga mett, so vísa royndirnar at rúmdin í aliringinum er um 5–20% størri enn útrokningar í talvu 1 vísa.

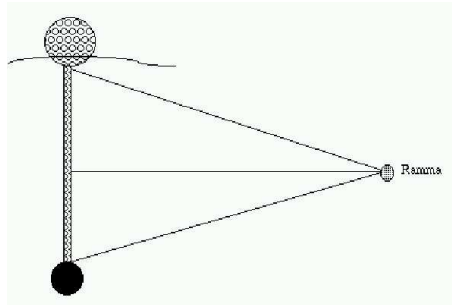
Afturat skal nevast, at skaleringsmodellið, sum nýtt er, er gjørt út frá  $c_d$ , sum broytist við ferðini.  $c_d$  fyri netið í fullari stødd er bert mált fyri ferðir undir 0.7 m s<sup>-1</sup>. Tískil er skaleringsmodellið rættiliga óvist omanfyri hesa ferðina.



Mynd 8: Samandráttur frá royndum við modeli av 96 m alinót við  $3 \text{ kg m}^{-1}$  søkklínu uttan sökkring og við stívum sökkringum á ávikavist  $10 \text{ kg m}^{-1}$  og  $24 \text{ kg m}^{-1}$ .



Mynd 9: Tekning av modeluppsetan av alringi við streymverju frammanfyri. Aliringurinn er tann sami, sum er nýttur í royndunum við søkkringi. Streymverjan er fest í rammuna við hanafóti bæði tvørtur um og upp niður (sí mynd 10). Tølini á myndini eru støddirnar á model uppsetanini (í cm). Í fullari stødd er talan um ein 96 m alring, 60 m breiða rammu og 84 m langa streymverju.



Mynd 10: Tekning av fortøying av streymverjuni. Flotið tilsvavar eina uppdrift uppá  $360 \text{ kg m}^{-1}$ , søkkið tilsvavar  $60 \text{ kg m}^{-1}$  og hæddin á verjuni er 20 m í fullum skala. Hallið á fortøyingin á flot og søkk er 1:3.

## 5 Model royndir við streymforing

### 5.1 Model av streymforðing

Eitt model av einari 84 m langari og 20 m djúpari streymverju er gjørt við neti, sum hevur 1.25 mm meskar ( $\frac{1}{2}$  meskur) og 0.2 mm tráðtjúkd. Hetta gevur eitt  $S_n$  uppá 0.32. Til samanberingar, so er  $S_n$  hjá einari alinót (28 mm meskur  $\frac{1}{2}$  meskur og 2.5 mm tráðtjúkt) 0.18, og frammanfyri er roknað við, at ein alinót bremsar rákið við um 10–12%, sum er heinta frá Løland [1991]. Royndir at máta hvussu nógv rákið var tálmað av streymforðingin miseyðnaðust í stóran mun, orsakað av at keypta útgerðin ikki virkaði sum vanta.

Av orsøkum, sum hava við, at dragtalið økist lutfalliga nógv, tá støddirnar verða smáar [Simonsen and Patursson, 2003], at gera, so verður roknað við, at streym-



Vekt	Rák	U/streymforðing	V/streymforðing
3 kg m <sup>-1</sup>	0.5 m s <sup>-1</sup>	31 ± 5 %	45 ± 5 %
27 kg m <sup>-1</sup>	1.0 m s <sup>-1</sup>	40 ± 5 %	55 ± 5 %

Talva 3: Lutfalsliga rúmdin í nótnum í mun til rák og vekt í botninum á nótni við og utan streymforðing, víst sum prosentpartur av rúmdini tá einki rák er. Virðini eru funnin út frá royndunum, sum gjórdar eru í brunninum.

verjan bremsar meira enn lutfallið millum  $S_n$  virðini, og mett verður, at rákið verður bremsað við uml. 30%. Neyvari áseting krevur kanningar av netinum, sum ikki eru gjórdar enn.

Modelflotið er gjørt úr vindeygatetningspýslum við diametur uppá 35 mm, og svarar uppdriftin til 360 kg m<sup>-1</sup> ella seks 315 mm plastslangur í veruligari stódd. Sökkvektin er 5 mm (diametur) stálstengur, og hvør teirra er 28 cm til longdar. Íalt eru 6 stengur til alla longdina á streymverjuni. Í fullari stódd svarar hetta til eina tyngd uppá 60 kg m<sup>-1</sup>, og at hvør stongin er 14 m long.

Streymverjan er fortøyað í rammuna við einum hanafóti bæði í vatnrætt og loddrætt, sum víst á myndunum 10 og 9. Eftir longdini hevur verjan 7 festir, og fjarstøðan millum festini tilsvavar 14 m, sum er longdin á hvørjari sektiún av søkkstongini.

## 5.2 Royndir við ymsari ferð

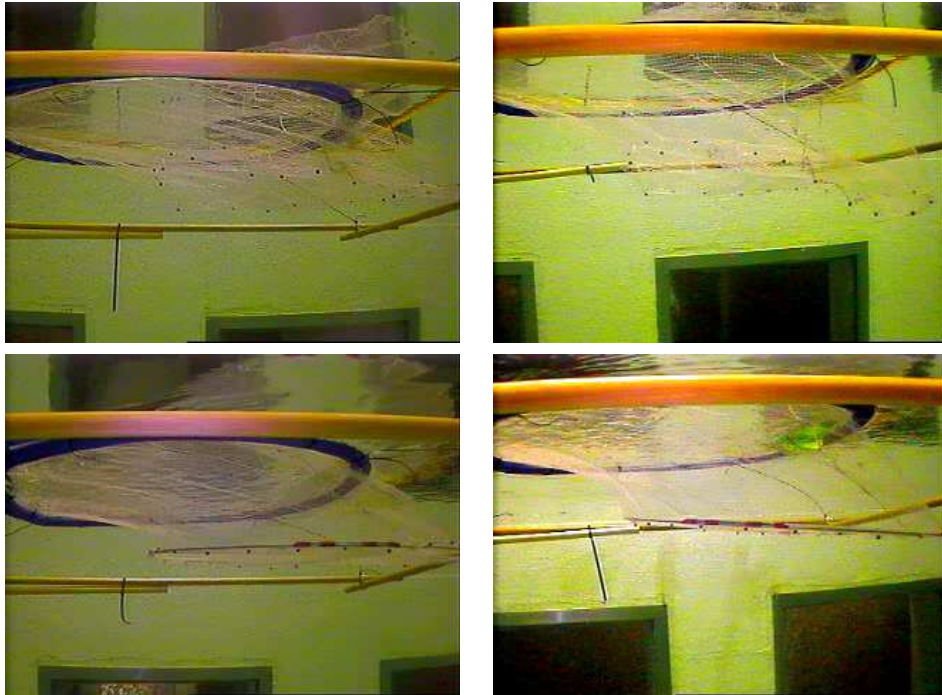
Fleiri royndir eru gjórdar við 'vanligari' alinót, t.v.s. við søkkklínu á 3 kg m<sup>-1</sup> og við søkkringi í alinótini. Tvær samanberingar við og utan streymforðing eru vístar á mynd 11 og minking í alirúmd í talvu 3. Eitt sindur ringt er at samanbera, tí upptøkutólið ikki stendur í somu hædd á myndunum.

Úrslitini í talvu 3 vísa, at við tí nýttu streymverjuni økist alirúmdin um 15% í mun til, um eingin streymverja er. Síðurnar á alinótini flagra nakað minni, um forðing er frammanfyri, tí ráki verður tálma. Royndirnar vísa tó, at trupuleikin við flagrandi nót tó best verður mest minkaður við at hava ein rímligan søkkring í grunninum á nótni.

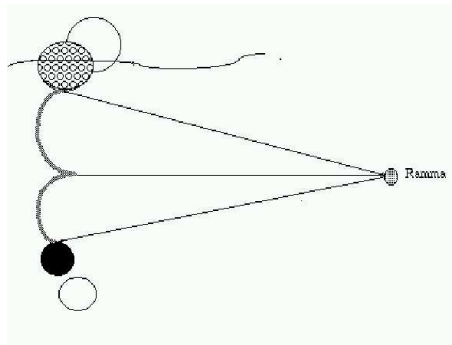
Um ferðirnar verða størri, so tykist virkningurin av streymforðingini at minka. Hetta kemst av, at posarnir í verjuni verða størri og draga flot og vekt nærri at hvørjum øðrum, sum víst á mynd 12. Undir hesum umstøðunum verður verjan grynri, og niðari parturin av alinótini fær fulla rákið á seg.

Royndir vórðu eisini gjórdar við festum bert í erva og í neðra. Í hesum royndunum vórðu flot og søkk togaði munandi meira saman enn tá eitt festi eisini var í mitt í nótna. Aðrir mátar at fortøya streymverjuna verða umhugsaðir.

Í hesum royndunum er ramman spent fóst á uppstandandi stongum, og verður tískil ikki drigin niður, tá rákið verður hart. Kanningar við fortøyaðari rammu eru undir fyrireiking.



Mynd 11: Samanbering av 96 m alibúri í ráki tilsvareandi  $1.0 \text{ m s}^{-1}$  (2.0 knob) uttan (til vinstri) og við streymforðing (til hægri) framman fyri aliringin. Á ovaru myndunum er søkklínu á  $3 \text{ kg m}^{-1}$  í grunninum og á niðaru myndunum er stívur søkkringur á  $24 \text{ kg m}^{-1}$  umframt søkklína á  $3 \text{ kg m}^{-1}$  í grunninum. Legg til merkis, at upptøkutólið á myndunum til vinstri ikki stendur í somu hædd sum á myndunum til hægri.



Mynd 12: Tekning av fortøying av streymverjuni, tá rákið er hart. Størri posarnir verða, grynri verður verjan. Av tí at ramman er spent fóst, verður streymforðingin ikki drigin niður.

### 5.3 Royndir við ymsum vinklum

Úrslitini benda á, at minst turbulensur aftanfyri verjuna er tá vinkulin er um  $45^\circ$  í mun til rákið. Størsta ávirkanin á ringin aftanfyri verjuna var tá verjan varð lögð sum ein skipagron. Hetta kemur av, at meldrar loysna frá verjuni og reka aftur á ringin, sum síðani fer at sveiggja.

Umframt hesar royndirnar, so eru royndir gjørdar við neti spent út á eina stíva rammu [Patursson et al., 2003]. Í teimum royndunum varð broytingin í sonevndu lift- og drag tøluni í mun til vinkulin millum net og rák funnin fyri eina alinót og fyri eitt model net. Hesi tøluni eru nýtt í útrokningunum av kreftunum, sum virka á eina streymforðing í kapitul 3.3.

## 6 Niðurstøður

Útrokningar eru gjørdar, sum vísa, hvussu eitt net fest í eitt flot í erva og í eitt søkk í neðra flytir seg við ymsari streymferð. Minking í einum 96 m aliringi við streymferðini eru víst í talvu 1.

Royndir við einum 1:50 skala modelið av einum 96 m aliringi og streymforðing eru framdar í royndarbrunninum hjá Vónin Ltd. Royndirnar vísa, at rúmdin er eini 10–20% størri, enn útrokningar vísa, og kemst hetta í stóran mun av, at ávirkanin av síðunum, sum eru javnsíðis við rákið, ikki er við í útrokningunum.

Ein fyribils niðurstøða er, at við søkklinu tilsvarandi  $3 \text{ kg m}^{-1}$  minkar rúmdin við 64–74%, um streymferðin er 1 knob. Um ein søkkringur uppá ávíkavist  $13 \text{ kg m}^{-1}$  og  $27 \text{ kg m}^{-1}$  verður lagdur í botnin, so minkar rúmdin við ávíkavist 25–35% og 10–20% við ráki uppá eitt knob. Við streymferðum á 2 knob minkar rúmdin 55–65%, um ein søkk ringur uppá  $27 \text{ kg m}^{-1}$  er í botninum, og tá vektin er ávíkavist 3 og  $13 \text{ kg m}^{-1}$ , er lítil og eingin rúmd eftir. Onnur niðurstøða er, at ein stívur søkkringur ger, at nótin flagrar munandi minni í rákinum, og harvið verður effektiva alirúmdin varðveitt í størri mun.

Modelroyndir við einari streymforðing framman fyri ein aliring eru eisini framdar. Fyribils niðurstøðan er, at rúmdin í alinótini verður um 15% størri í mun til, tá eingin streymforðing er frammanfyri bæði við og uttan søkkring. Við ongum søkkringi minkar trupulleikin við flagrandi nót nakað, orsakað av at rákið er minkað, men tekur framhaldandi munandi part av effektivu rúmdini í alinótini.

Framhaldandi arbeiði er neyðugt fyri at kanna út í æsir, hvussu nót og streymforðing uppføra seg, og verður hetta gjørt við størri modellum t.d. 1:20 og royndum í fullari stødd.

## 7 Tøkkir

Henda frágreiðing er partur av verkætlanini 'Aliútgerð til streymasjógv', sum 'Vinnuframagrúnnurin' og 'Sjúkufyribyrging innan havbúnað' undir Vinnumálaráðnum

hava stuðlað.

## Heimildir

G. Løland. *Current forces on and flow through fish farms*. PhD thesis, The Norwegian Institute of Technology, Trondheim, Norway, 1991.

O. Patursson, K. Simonsen, K. Zachariassen, and J. H. Johannesen. Measurements of netting properties . Technical Report In prep., The University of the Faroe Islands, Torshavn, Faroe Islands, 2003.

K. Simonsen and O. Patursson. Forces on fish farming cages and scaling models. Technical Report in prep, The University of the Faroe Islands, Torshavn, Faroe Islands, 2003.