

Auðlindir & afurðir
Resources & Products

Öryggi, umhverfi & erfðir
Food Safety, Environment
& Genetics

Viðskiptaþróun
Business Development

Líftækni & lífefni
Biotechnology & Biomolecules

Mælingar & miðlun
Analysis & Consulting



Orkunýting við krapakælingu í fiskvinnslum

Róbert Hafsteinsson
Kristján Jóakimsson

Vinnsla, virðisaukning og eldi

Skýrsla Matís 47-10
Desember 2010

ISSN 1670-7192

Report summary

<i>Titill / Title</i>		Orkunýting við krapakælingu í fiskvinnslum / Energy utilisation when using ice slush in fish processing	
<i>Höfundar / Authors</i>		<i>Róbert Hafsteinsson og Kristján Jóakimsson</i>	
<i>Skýrsla / Report no.</i>	47-10	<i>Útgáfudagur / Date:</i>	Desember 2010
<i>Verknr. / project no.</i>	1993	Skýrsla lokuð til 01.01.2014	
<i>Styrktaraðilar / funding:</i> AVS rannsóknasjóður í sjávarútvegi			
<i>Ágríp á íslensku:</i> <p>Verkefni þetta er samstarfsverkefni Hraðfrystihússins Gunnvarar (HG) og Matís. Markmið þess er að lágmarka notkun á krapa við vinnslu á fiski og þar með orkunotkunina sem fylgir því að framleiða krapann. Þetta verkefni er 6 mánaða forverkefni sem er styrkt af AVS rannsóknasjóðnum.</p> <p>Afrakstur þessara skýrslu eru niðurstöður tilrauna með krapanotkun í móttöku fiskvinnslunnar HG, framkvæmdar í október og nóvember mánuði 2010. Helstu niðurstöður eru þær að það megi minnka rekstrarkostnað krapavélarinnar um 30 – 35% miðað við núverandi krapaframleiðslu hjá HG.</p>			
<i>Lykilorð á íslensku:</i> <i>Krapi, orkunotkun, varmaorka, íshlutfall</i>			
<i>Summary in English:</i> <p>This project is a collaboration work between Hraðfrystihúsið Gunnvor (HG) and Matis. The project objective is to minimize the use of ice slush in fish processing and thereby energy usage which follows from producing the ice slush. The duration of this project is six months and is sponsored by the Icelandic AVS research fund.</p> <p>The project payoff is a results from experiments with use of ice slush which was executed in HG accommodation in October and November 2010. The main conclusion from the experiments is that the ice slush production can be minimized up to 30 – 35% compared to the present ice slush production in HG.</p>			
<i>English keywords:</i>		<i>Ice slush, energy usage</i>	

Efnisyfirlit

1	Inngangur	1
2	Framkvæmd tilrauna.....	1
2.1	Mælingar á ískrapahlutfalli	2
3	Niðurstöður	3
3.1	Tilraun 1. Íshlutfall 27%, krapi 40 ltr, vatn 260 ltr	3
3.2	Tilraun 2. Íshlutfall 23%, krapi 100 ltr, vatn 200 ltr	3
3.3	Tilraun 3. Íshlutfall 23%, krapi 150 ltr, vatn 150 ltr	4
3.4	Umhverfishiti í kæli fyrir tilraun 2 og 3	5
3.5	Fræðilegir útreikningar á kostnaði/sparnaði við krapanotkunina	5
4	Umræða og ályktanir	7
5	Þakkarorð	8

1 Inngangur

Verkefnið „Orkunýting við krapakælingu í fiskvinnslum“ er 6 mánaða forverkefni sem hófst í júlí 2010 og endaði í des 2010. Verkefnið er styrkt af AVS rannsóknarsjóðnum og þátttakendur eru Matís ohf og Hraðfrystihúsið Gunnvör hf (HG). Verkefnisstjórn verkefnisins var í höndum Kristjáns Jóakimssonar frá HG og starfsmaður Matís á Ísafirði, Róbert Hafsteinsson sá um framkvæmd verkefnisins, tilraunir og skýrslugerð.

Meginmarkmið þessa verkefnis er að lágmarka notkun á krapa við vinnslu á fiski og þar með orkunotkunina hjá fiskvinnslufyrirtækjum og samtímis tryggja hámarks hráefnisgæði í afurðinni.

HG notar ískrapa (eins og svo flest önnur fiskvinnslufyrirtæki á landinu) í móttökunni til að kæla hráefnið niður áður en það fer áfram til frekari vinnslu í vinnslusal fyrirtækisins. HG menn nota 150 ltr af vatni og 150 ltr af krapa á móti ca 300 kg af fiski í flokkuðu körin (áður en fiskur fer í flökunarvél). Körin eru síðan geymd annaðhvort í kæli eða í móttökunni í x langan tíma áður en hráefnið fer áfram í vinnslu. Geymslutíminn, þ.e. sá tími sem líður frá því að flokkað er í karið og þangað til það er tekið í vinnslu hefur ekki verið nægjanlega stýrt hingað til. Megintilgangur verkefnisins verður því að komast að því hvort verið sé að nota of mikinn eða kannski of lítinn krapa í þessi kör. Því ef óþarfa mikill krapa er notaður þá þýðir það að krapavélin þarf að vera lengur í gangi, sem þýðir meiri rafmagnskostnaður og einnig meiri slit á vélbúnaði (til lengra tíma litið). Einnig kallar meiri framleiðsla á krapa, meiri saltnotkun og það þýðir meiri kostnaður vegna saltkaupa. Þannig að til mikils er að vinna ef að krapaframleiðslan er ekki stýrð rétt.

Menn hafa sett sér þau markmið að fiskurinn sé núll gráður eða lægri áður en hann fer í frekari vinnslu. Þessu hafa HG menn fylgt mjög vel eftir, en þó óvitandi um það hvort verið sé að nota umframkrapa eður ei. Einnig hefur mikið að segja hvert er ískrapahlutfallið í krapablöndunni. Ekki er fylgst sérstaklega með því hjá HG og því hafa menn ekki tilfinningu fyrir því hvort verið sé að nota of hátt ískrapahlutfall eður ei.

Ekki er vitað til þess að farið hefur verið í svona ítarlega úttekt á krapanotkun fiskvinnslufyrirtækja áður. Það er því nýnæmi verkefnisins að fara út í slíkar rannsóknir. Hins vegar hafa verið gerðar margar rannsóknir og tilraunir í gegnum tíðina tengdar krapanotkun og áhrif hans á gæði afurða, en ekki hefur verið tekið á þeim vinkli sem snýr beint að rekstri fiskvinnslufyrirtækjanna m.t.t. krapanotkunar.

2 Framkvæmd tilrauna

Tilraunirnar voru framkvæmdar í móttökusal HG í Hnífsdal í október og nóvembermánuði 2010. Alls voru 3 tilraunir framkvæmdar. Settir voru hitasíritar í tvo fiska fyrir hverja tilraun. Breyturnar voru mismunandi magn/hlutfall af krapa og vatni, en fiskmagnið haft það sama í öllum tilraunum eða ca 300 kg. Hlutfall vatns og krapa er alltaf haft samanlagt ca 300 ltr eða eins og gert er í HG í dag.

Íshlutfallið var mæld sérstaklega eftir viðurkenndri aðferð (sjá nánar lýsingu hér að neðan). Þar sem þetta verkefni er lítið forverkefni var ákveðið að fara ekki í að breyta ískrapahlutfallinu við hverja tilraun, þar sem það taldist vera frekar tímafrekt eins og kerfið er sett upp hjá HG. En sannarlega þarft að huga að því, ef slíkar tilraunir verða haldnar áfram. Til að fylgjast með hitastiginu í fisknum var notast við hitasírta sem voru settir inn í kjarna fisksins, tveir nemar í tvo fiska fyrir hverja tilraun. Einnig var notast við handhitamæli í eigu HG og mældur hiti í fiskum í byrjun og í lok tilraunar. Einnig var fylgst með umhverfishitastiginu (hitastiginu í kælinum) með hjálp hitasírta á meðan á tilraunum stóð. Tími hvernar tilraunar var ekki sérstaklega ákveðin fyrirfram, heldur var reynt að hafa tímann sem lengst svo hægt væri að fá góðan hitaprófíl í fiskinn. Hráefnið sem notað var í tilraununum var hausaður þorskur. Í fyrstu tilrauninni var meðalþyngdin ca 2-3 kg en í annari og þriðju tilraun var meðalþyngdin ca 1 kg. Hitastig á vatninu var um 4°C.

Verkfærin sem notuð voru við þessa rannsóknarvinnu eru:

Onset hitanemi, til að mæla umhverfishitann í kælinum.

Ibutton hitanemar, settir í fiskholdið.

Handhitamælir, mælir hita í fiski og vatnshita.

Talva til að lesa úr mælum og reikna íshlutfall.

2.1 Mælingar á ískrapahlutfalli

Til eru nokkrar aðferðir við að reikna/finna út íshlutfall. Sú aðferð sem notuð er hér er sú algengasta og nákvæmasta. Eftirfarandi er lýsing á aðferðinni:

- X kg af heitu vatni er vigtað og hiti mældur (T-heitt og M-heitt úr töflu 1).
- X kg af sýni (krapa) er vigtað og hiti mældur (T-krapa og M-krapa).
- Heita vatnið og krapinn er síðan blandað saman í eitt ílát, síðan vigtað og hiti mældur eftir að allur ís hefur bráðnað (T-end og M-end).

Tafla 1 sýnir sýnishorn af útreikningi fyrir 22% íshlutfall. Tölurnar er settar upp í excel reikniörk sem byggist af varmafræði útreikningum.

Tafla 1. Excel reikniörk sem sýnir dæmi um útreikning á íshlutfalli

T - heitt (47,5	°C
M - heitt	2,76	kg
Reiknað gildi	131,1	
T- krapa	-0,7	°C
M - krapa	2,47	kg
Reiknað gildi	-17,6385	
T- end	17,1	°C
M - end	5,22	kg
Reiknað gildi	89,262	
Krapahlutfall (reiknað)	22%	Krapa %

3 Niðurstöður

3.1 Tilraun 1. Íshlutfall 27%, krapi 40 ltr, vatn 260 ltr

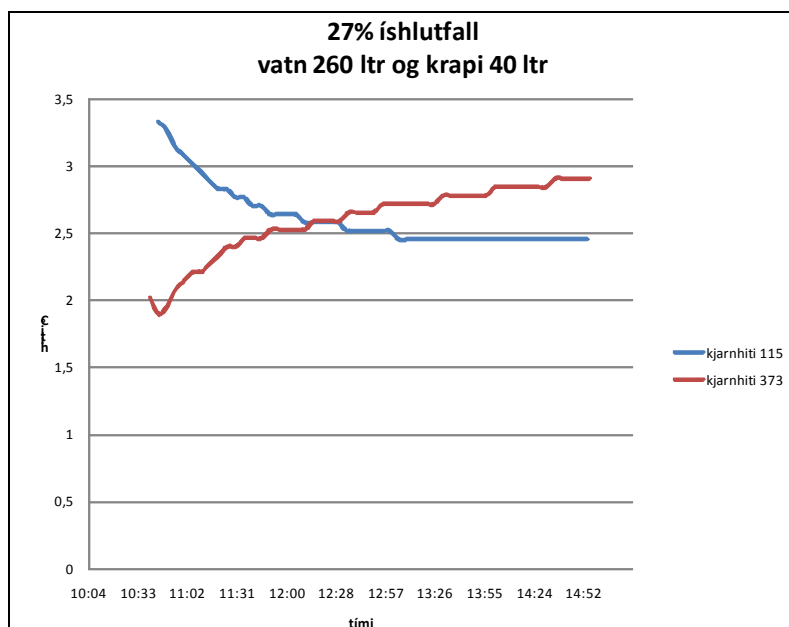
Mæld var íshlutfallið rétt áður en farið var í þessa tilraun. Teknar voru nokkrar prufur og reyndist meðaltalið 27%.

Nema 373 á línuriti 1 sýnir ómarktæka niðurstöðu, eitthvað hefur plottið farið úrskeiðis. Nema 115 sýnir hins vegar rétta niðurstöðu, þó markmiðinu hafi ekki verið náð, þ.e að fá hitastig fisksins niður í núll gráður.

Ef að kælihraðinn fyrir nema 115 er skoðaður í þessu sambandi, þá er hann ca 0,4°C/klst. Byrjað var á tilraun kl. 10.30 og endað kl. 15.00. Handmældur kjarnhiti í lok tilraunar var +1,9°C fyrir nema 115 og +2,1°C fyrir nema 373.

Mæliskekkja er á milli handmælisins og síritans upp á ca 0,5°C í báðum tilfellum.

Samkvæmt þessum niðurstöðum (þrátt fyrir mæliskekkju í síritum) má því draga þá ályktun að 40 ltr af ískrapa dugar ekki til að kæla fiskinn niður í núll gráður. Línurit 1 sýnir það vel.

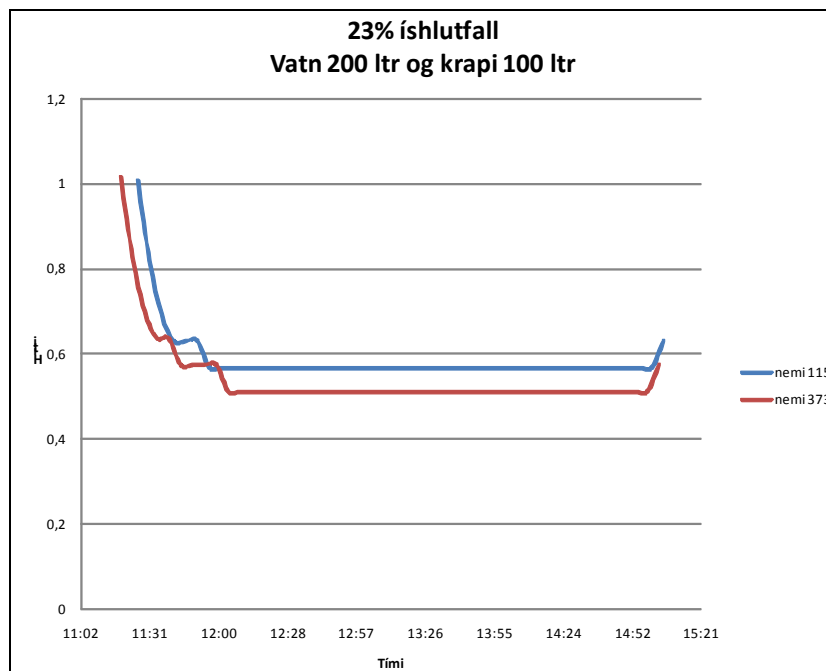


Línurit 1. 27% íshlutfall, fiskur 300 kg, vatn 260 ltr og krapi 40 ltr

3.2 Tilraun 2. Íshlutfall 23%, krapi 100 ltr, vatn 200 ltr

Mæld íshlutfall reyndist vera um 23%. Nú var krapamagnið aukið í 100 ltr vegna niðurstaðna úr fyrstu tilraun, og því meiri væntingar gerðar til þess að ná lokahitastigi fisksins niður í núll gráður. Línurit 2 sýnir þá niðurstöðu. Sjá má að betur tókst til en frá fyrstu tilraun. Mesti kælihraðinn reyndist vera á nema 115 og reiknast ca 0,9°C/klst fyrir tímabilið 11.30 til 12.00. Byrjað var á tilraun um kl. 11.20 og endað kl. 15.00, þá voru nemar teknir úr. Handmældur kjarnhiti í lok tilraunar var +0,1°C fyrir nema 115 og +0,1°C fyrir nema

373. Út frá þessum handmældu mælingum kemur fram ca 0,4 til 0,5°C mæliskekkja. Ef tekið er tillit til handmælisins þá er takmarkinu náð, þ.e fiskurinn endar í ca 0°C. Því má álykta út frá þessum niðurstöðum að nægjanlegt er að nota 100 ltr af krapa á móti 200 ltr af vatni.



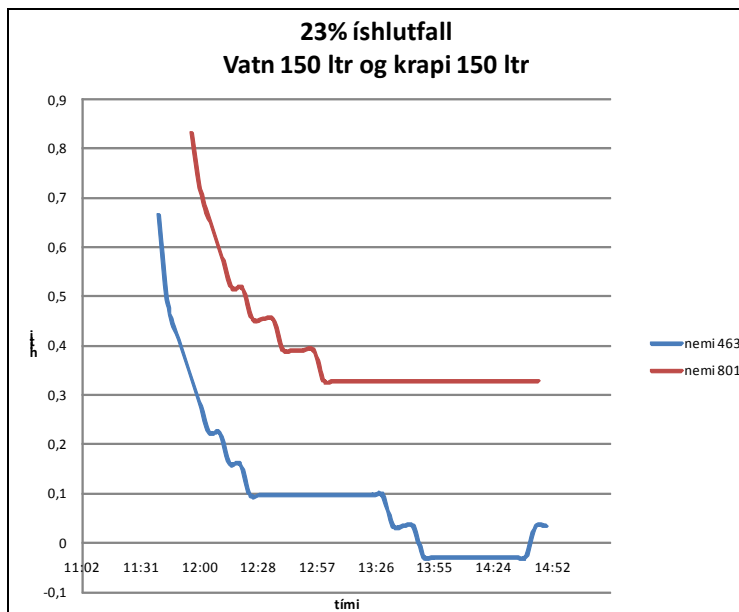
Línurit 2. 23% íshlutfall, fiskur 300 kg, vatn 200 ltr og krapi 100 ltr

3.3 Tilraun 3. Íshlutfall 23%, krapi 150 ltr, vatn 150 ltr

Sama íshlutfall í þriðju tilrauninni enda hún framkvæmd samhliða tilraun 2. Núna er reynt að líkja eftir því sem HG menn gera í dag þ.e. að hafa nokkurn veginn sama magn af krapa og vatn í karinu. Línurit 3 sýnir þá útkomu.

Sjá má að nemi 463 nær núll gráðunum, en ekki nemi 801. Handmældur kjarnhiti mældist 0°C þannig að hér er einnig um að ræða mæliskekkju á milli síritana og handmælisins. Kælihraðinn fyrir nema 801 er ca 0,5°C/klst fyrir tímabil 11.56 til 13.00 og kælihraðinn fyrir nema 463 er ca 0,4°C fyrir tímabilið 11.40 til 13.40.

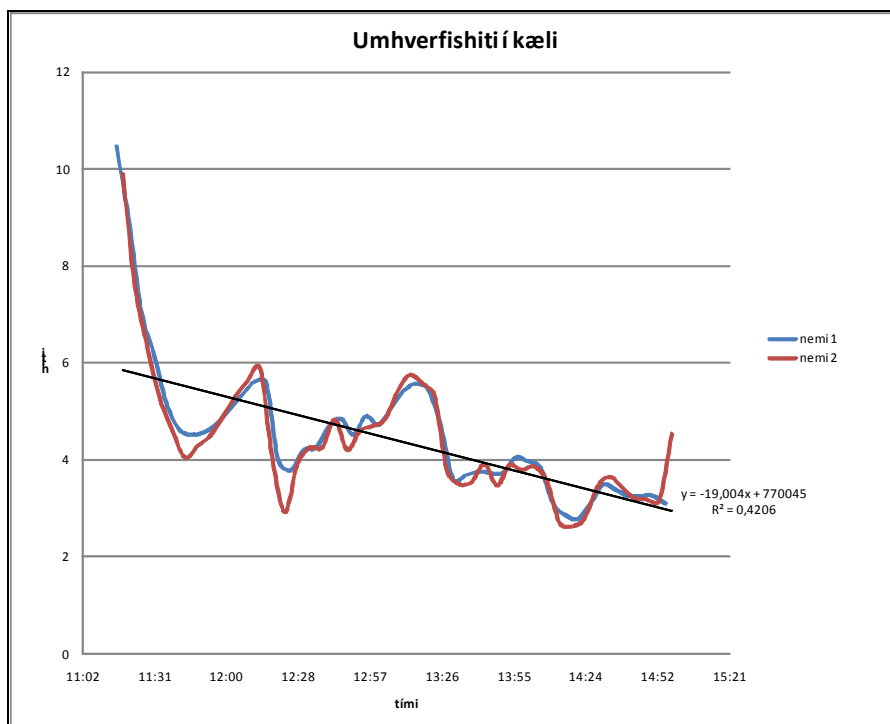
Takmarkinu að ná fisknum niður í núll gráður er vissulega náð hér.



Línurit 3. 23% íshlutfall, fiskur 300 kg, vatn 150 ltr og krapi 150 ltr

3.4 Umhverfshiti í kæli fyrir tilraun 2 og 3

Línurit 4 sýnir umhverfshitann í kælinum í móttöku HG á meðan tilraun 2 og 3 stóð yfir. Notaðir voru tveir onset mælur til að fá samanburð.



Línurit 4. Logg fyrir umhverfshita í kæli á meðan tilraun 2 og 3 stóðu yfir

3.5 Fræðilegir útreikningar á kostnaði/sparnaði við krapanotkunina

Við að stilla upp reikniörk í Excel sem byggir á hugmyndum varmafræðinnar þá gefur að líta að nauðsynlegt magn af krpa í hverju kari þarf ekki að vera meira en sem nemur ca 40 – 50 ltr til að fiskur nái núll gráðum, tafla 3.

Einnig má sjá af sömu töflu ef 20 ltr af krpa er notað í stað 40 þá er skortur á varmaorku til að kæla niður fiskinn (mínus tala í „tekk orkubalance“), þannig að fræðilega séð þá ætti að vera nóg að nota um 50 ltr af krpa og 250 ltr af vatni í hverju kari. Ef að þessu er fylgt eftir (tafla 3) þá þarf krapavélin eingöngu að keyra í tæpar 2 klst á dag í stað 7 klst áður eins og tafla 2 sýnir. Heildar rekstrarkostnaður fyrir 40 ltr krapaframleiðslu í hvert kar er þá áætlaður tæpar 470.000 þús kr á ári. Ekki er vitað nákvæmlega hvað núverandi rekstrarkostnaður er við krapaframleiðsluna en skv útreikningum úr töflu 2 þá er hann áætlaður frá 1.600.000 til 1.900.000 þús kr á ári.

Við varmafræði-útreikningana þá er stuðst við eftirfarandi fasta og mæligildi sem mæld voru við tilraunirnar:

- Umhverfisáhrif eru áætluð 10%
- Hiti lokaafurðar, þ.e fiskur áður en hann fer í vinnslu, 0°C
- Meðalgildi á hitastigi fyrir fisk eftir flokkun í móttöku 0,5°C
- Hitastig vatns í móttöku mæld 3,8°C
- Hitastig á krpa mæld -1,5°C
- Orkuinnihald fiskur 3,6 kJ/kg°C, vatn 4,2 kJ/kg°C og bræðsluvarmi íss 335 kJ/kg°C
- Ískrapahlutfall 27% (mæld og reiknað, sjá aðferð í kafla 2.1)

Við útreikninga á rekstrarkostnaði (keyrsla á ísvél og saltkostnaður) er stuðst við eftirfarandi forsendur:

- Verð á kílóvattstund 5 kr
- Saltstyrkur í krpa 1,2%
- Heildarmagn af flokkuðum fiski pr. dag 30 ton
- COP stuðull kælikerfis 1,4 (áætlaður heildarstuðull kælikerfis HG)
- Saltverð 0,17 evrur/kg (m.v. evruverð 155 iskr)
- Fjöldi vinnudaga pr ár 280
- Afköst ískrapavél 1150 ltr/klst

Tafla 2. Sýnir núverandi stöðu, ca 150 ltr krapa og 150 ltr vatn og 27% íshlutfall

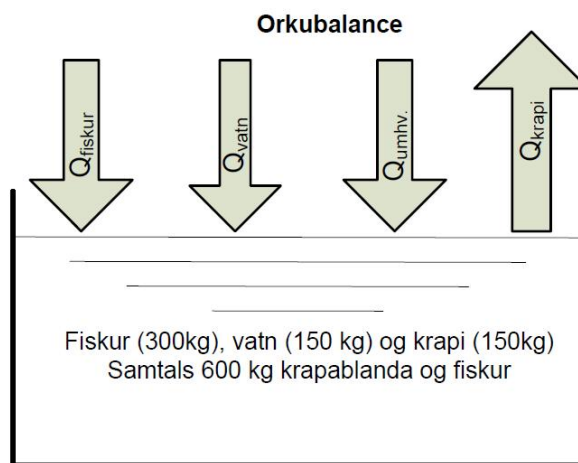
vatn, kg	krapa, kg	fiskur, kg	samt. kg	varmorka	varmaorka fi	nauðsynle	varmaorka	tekk orkub	krapanotku	ísvél í klst	ísvél í kW	kostnaður v/ísvé	kostnaður salt	total kostn.
160	140	300	600	2809	475,2	3284	19638	16354	7000	6	119	1.018.285	619.752	1.638.037
140	160	300	600	2458	475,2	2933	22444	19511	8000	7	119	1.163.755	708.288	1.872.043

Tafla 3. Sýnir „Fræðilega séð“ að m.v. 40 ltr krapa og 260 ltr vatn og 27% íshlutfall þá er hægt að spara talsverðan kostnað

vatn, kg	krapa, kg	fiskur, kg	samt. kg	varmorka	varmaorka fi	nauðsynle	varmaorka	tekk orkub	krapanotku	ísvél í klst	ísvél í kW	kostnaður v/ísvé	kostnaður salt	total kostn.
280	20	300	600	4916	475,2	5391	2805	-2585	1000	1	119	145.469	88.536	234.005
260	40	300	600	4565	475,2	5040	5611	571	2000	2	119	290.939	177.072	468.011

Tafla 4. Sýnir útreikninga á rekstrarkostnaði m.v. 100 ltr krapa og 200 ltr vatn

vatn, kg	krapi, kg	fiskur, kg	samt. kg	varmorka vatn	varmorka fiskur	nauðsynleg va	varmorka kraba	tekk orkub	krapanotkun pr. dag	ísvél í klst	ísvél í kW	kostnaður v/ísvé	kostnaður sal	total kostn.
200	100	300	600	3511	475,2	3986	14027	10041	5000	4	119	727.347	442.680	1.170.027



Mynd 1. „Varmafræðilegt“ orkujafnvægi í kari. Krapi, fiskur, umhverfi og vatn

Mynd 1 sýnir hvernig varmafræði útreikningarnir eru byggðir upp. „Varmafræði“ hugsunin í þessu líkani er sú að varmaorkan frá fisk, vatni og umhverfinu fer öll til krabablöndunnar, þ.e. frá heitari blöndu til þess kaldara. Varmorka krabablöndunnar þarf því ekki að vera meiri en sem nemur samtölu fisks, vatns og umhverfisins til að ná hitastigi fisksins niður í núll gráður á celsíus, en það er markmiðið sem stefnt er að áður en fiskur fer áfram í vinnslu.

Núverandi blöndunarhlutfall HG manna er eins og mynd 1 sýnir.

4 Umræða og ályktanir

Fyrsta tilraunin með 40 ltr kraba og 27% íshlutfalli kom aðeins á óvart þar sem ekki náðist að ná hitastigi fisksins neðar en raun bar vitni eða ca 2,5°C. Geta skal hér að ef mæliskekkja er á síritum (eins og komið hefur fram í niðurstöðunum) þá má búast við að hitastigið hafi farið niður í ca 2°C. En það var ekki nóg því markmiðið var að fá hitastigið niður í 0°C.

Í annari tilraun var aukið við krabamagnið upp í 100 ltr vegna niðurstaðna úr fyrstu tilraun. Íshlutfallið mældist aðeins lægra en úr fyrstu tilraun eða um 23% (engum stillingum á ísvél var breytt). Skv. niðurstöðunum þá má áætla að þetta krabamagn sé nokkuð nægjanlegt til að ná hitastigi fisksins niður í 0°C ef marka má handmælinn hjá HG. Línurit nr 2 sýnir hins vegar að hitinn í fisknum endi í ca 0,5°C. Mjög líklegt er að hitasíritarnir þurfa á calibreringu að halda ef marka má handmælinn. Reiknaður kælihraði (út frá línuritinu) er tæp ein gráða á celsíus pr. klst.

Í þriðju tilrauninni sem var framkvæmd samhliða þeirri annari, sýnir niðurstöður m.v. núverandi ástand HG þ.e 150 ltr krpa og 150 ltr vatn. Hér er um að ræða enn meiri kælingu frá annari tilraun og ljóst að þessi blanda af krpa og vatni er einnig nægjanleg. Metur skýrsluhöfundur að þessi blanda sé þó nokkru meiri en nóg.

Taka skal fram að fiskar fyrir tilraunir 2 og 3 var frekar kaldur í byrjun tilraunar og einnig var um að ræða frekar litla fiska eða ca 1kg meðalþyngd. Betra hefði verið að fá þyngri fiska og aðeins heitari og fá þá lengri hitaprófil til að meta betur kælihraða og þá krapabörf.

Samkvæmt fræðilegu útreikningunum þá hefði verið nægjanlegt að nota um 50 ltr af krpa í hvert kar (ásamt 250 ltr af vatni og 300 kg af fiski) til þess að ná hitastigi fisksins niður í 0°C með 27% íshlutfalli. Ekki er allveg hægt að heimfæra fræðilegu útreikningana yfir á þær verklegu tilraunir sem voru framkvæmdar. En hinsvegar má lesa úr niðurstöðunum að það bendir sterklega til að ekki þurfi að nota meira en ca 100 ltr af krpa í hvert kar og kannski örlítið minna en það. Gera þarf fleiri slíkar tilraunir til þess að fá þetta betur staðfest. Eins þarf að passa það að síritarnir gefi réttar tölur, en það er áætlað hér í þessum tilraunum að þeir hafi sviðið okkur aðeins. Mæliskekkjur voru allt að 0,5°C.

Samkvæmt þessum niðurstöðum þá má draga þá ályktun að spara megi talsvert í rekstri krapaframleiðslunnar með því að minnka notkunina. Hægt er með góðu móti að áætla rekstrarlegan sparnað upp á ca 30 – 35% miðað við núverandi keyrslu krapavélarinnar í HG.

5 Þakkarorð

Skýrsluhöfundar vilja koma fram þakklæti til starfsmanna HG fyrir alla þá hjálp og aðstoð sem þeir veittu. Sérstakar þakkir til Sveins Guðjónssonar framleiðslustjóra og Guðmundar Gíslasonar verkstjóra.

Einnig ber að þakka sérstaklega Þresti Þorvaldssyni hjá Kælitækni fyrir alla þá aðstoð og leiðbeiningar sem hann veitti.

Að lokum viljum við þakka AVS rannsóknasjóðnum fyrir veittan stuðning.