

## 6.0 Kæling

### 6.1 Almennt um kælingu

Þegar rætt er um kælingu er oftast átt við kælingu á hreinu vatni niður að frostmarki eða  $0^{\circ}\text{C}$ . Einnig er hægt að undirkæla fiskinn, en þá er átt við að hann sé kældur í sjó niður fyrir frostmark vatns ( $-1$  til  $-2^{\circ}\text{C}$ ). Við kælingu er verið að fjarlægja varma úr fiskinum án þess að hold fisksins frjósi.

Kælingu má skipta niður í tvö stig:

- Kæling úr upphafshitastigi fisksins niður í geymsluhitastig hans.
- Halda geymsluhitastiginu stöðugu þann tíma sem geyma á fiskinn kældan.

Góð kæling er mikilvægasta atriði við geymslu fisks sem hráefnis til frekari vinnslu, og kæling hefur á margan hátt áhrif á gæði hráefnis:

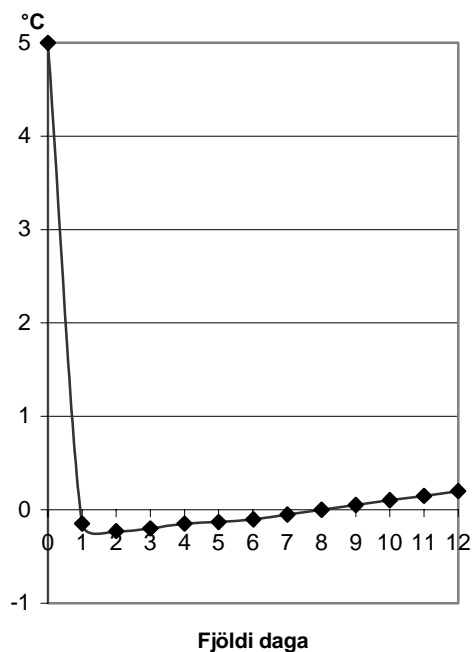
- Heldur aftur af starfsemi gerla og gerhvata og lengir þar með geymsluþol fisksins.
- Lengir dauðastirðnunartímann og minnkar los í holdi.
- Eykur blóðrennsli úr háræðum eftir blóðgun og hold fisksins verður hvítara.
- Dregur úr rýrnun hráefnis. Eftir því sem hiti fiskholds er hærri léttist fiskurinn meira í geymslu.

Hægt er að kæla fisk með ýmsum aðferðum. Algengast er að notaðar séu þrjár aðferðir við kælingu á fiski, en þær eru; kæling með ís, loftkæling, og kæling í vökva (sjó eða vatni). Þessar aðferðir eru oft notaðar saman. Algengt er t.d. að notaðar séu ísun og loftkæling í mörgum skipum sem eru á botnfiskveiðum.

### 6.2 Kæling með ís

#### Hvernig kælist fiskurinn ?

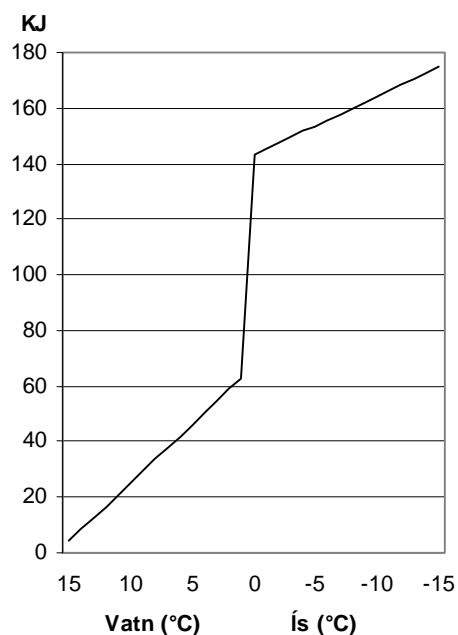
Algengast er að fiskur sé kældur með ís m.a. vegna hins háa bræðsluvarma og að bræðslumark íss ( $0^{\circ}\text{C}$ ) er mjög nálægt frostmarki fisksins ( $-1$  til  $-2^{\circ}\text{C}$ ). Nýveiddur fiskur gefur frá sér varma sem bræðir ísinn sem liggur að honum. Við bráðnunina breytist ísinn í vatn sem rennur yfir fiskinn og hjálpar til við að kæla hann, þ.e.a.s. varminn fer úr fiskinum yfir í ísinn. Mesta varmaorkan fæst við að breyta einu kg af ísnum í vatn eða  $335$  kJ. Undirkældur ís gefur lítinn ávinning eða aðeins  $2.1$  KJ fyrir hverja gráðu



Breytingar á hita í holdi á ísuðum fiski.

Þær aðferðir sem notaðar eru við kælingu á fiski eru:

- Kæling með ís
- Loftkæling
- Kæling í kældum vökva (sjó eða vatni)



Varmaorka sem þarf til að hita ís sem er  $-15^{\circ}\text{C}$  upp í  $+15^{\circ}\text{C}$  heitt vatn.

sem ísinn er undir 0°C. Við að hækka hita vatnsins um eina gráðu á Celsíus fást aðeins um 4,2 kJ. Kæling sem fæst frá bræðsluvatninu er því tiltölulega lítil samanborið við að breyta ís í vatn.

Þegar bræðsluvatnið blandast blóði, salti og slími úr fiskinum, getur hitastig bræðsluvatnsins farið eilítið undir 0°C vegna frostmarkslækkunar sem verður þegar áður nefnd efni koma saman við bræðsluvatnið. Til viðbótar við það að kæla fiskinn skolar vatnið burtu slími, blóði, gerlum og öðrum óhreinindum. Ítarlegri lýsingu á fræðilega hluta kælitækninnar er að finna í viðauka 8.

### Hvaða þættir hafa áhrif á kælitímann?

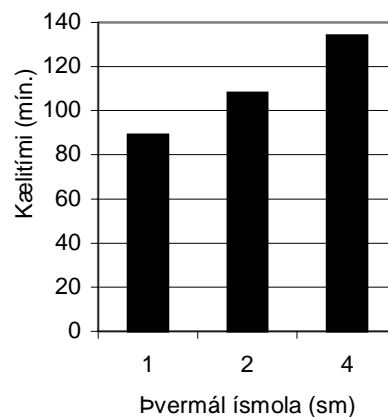
Kælitími ísaðs fisks er háður eftirfarandi:

- *Hitastigi í fiskinum fyrir ísun:* Því heitari sem fiskurinn er, því lengur er hann að kólna niður að 0°C. Það hægir á kólnunarhraðanum eftir því sem hiti fisksins nálgast 0°C. Fiskurinn bræðir ísinn sem liggur næst honum og það myndast loftrými kringum fiskinn sem dregur verulega úr varmastreymi á milli íssins og fisksins.
- *Stærð ísköggla:* Eftir því sem ískögglnir eru stærri því minni verða snertifletirnir við fiskinn og loftrýmið verður meira. Loft leiðir illa og kælingin verður því hægari eftir því sem loftrýmið verður meira. Fínmaladur ís kemst í betri snertingu við fiskinn en grófur ís og kælir hann því hraðar.
- *Íshlutfalli:* Því meiri ís í hlutfalli við fisk, því örrari verður kólnunin.
- *Ísdreifingunni:* Það er að segja, hversu stór hluti íssins er undir fiskinum, hve stór hluti er yfir fiskinum og hversu stór hluti er dreifður innan um fiskinn. Ef fiskurinn er í 7,5 sm þykku lagi, tekur það 2 tíma að kæla hann úr 10°C niður í 2°C, en aftur á móti sólarhring ef fisklagið er 25 sm þykkt. Það tekur síðan jafn langan tíma að kæla fiskinn úr 2°C í 0°C.

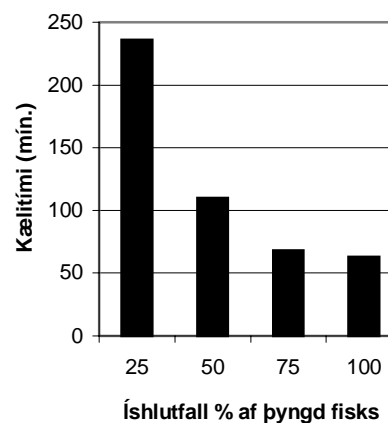
### 6.3 Loftkæling

Enda þótt ísinn sem er í fisklestinni geti, ef hann er í nægjanlegu magni, mætt þeirri heildarkælipörf sem verður í veiðitúrnum, þá er oft höfð vélkæling á lestinni. Markmiðið með slíkri hjálparkælingu er fyrst og fremst:

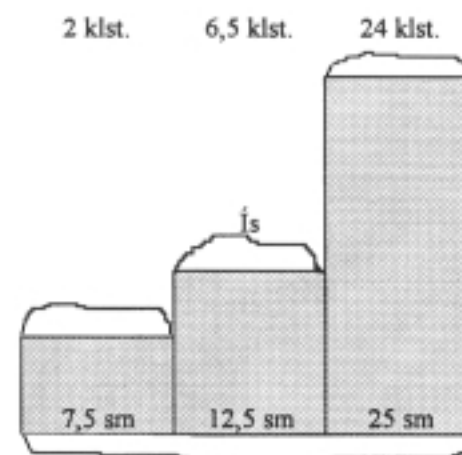
- Að kæla niður lest áður en fiskur kemur í hana og sparast því sá ís sem í þá kælingu færir.



Áhrif kornastærðar á kælihraða á mögnum fiski í ís, kældur úr 20°C í 1°C.



Kælitími á smáum fiski sem kældur er úr 20°C í 5°C miðað við mismunandi hlutfall íss í % af þyngd fisks.



Tími sem tekur að kæla fisk úr 10°C í 2°C miðað við mismunandi þykkt fisklaga.

- Loftkæling tekur við varma að utan sem berst inn í lestarýmið um útveggi og lestarlúgur og sparast þannig ís.
- Ís heldur betur kulda í lestinni og hleypur síður í hellur.

### Einangrun lesta

Lestarrýmið afmarkast á alla vegu af flötum svo sem lestarbotni, þilfari, byrðingi, svo og þiljum sem aðskilja lestina frá vélarrúmi og öðrum rýmum í skipinu. Svo fremi hiti hinu megin við þessa fleti er hærra en hiti lestmegin verður sífelldur varmastraumur gegnum viðkomandi flöt og inn í lestina og því meiri sem einangrunin á lestinni er minni. Til að koma í veg fyrir að hiti í lestinni hækki verður þess vegna jafnóðum að fjarlægja þennan varma.

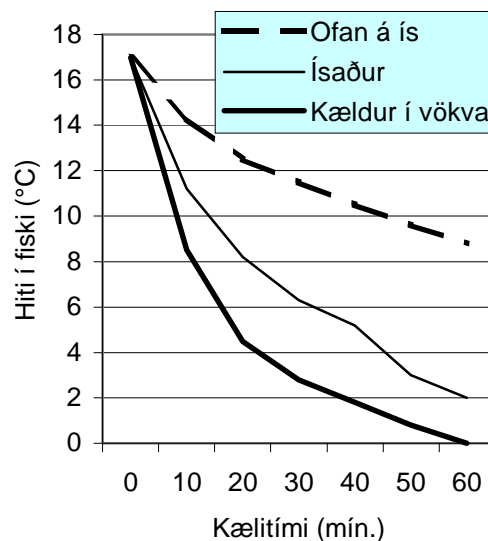
### Loftkæling er óheppileg ein og sér

Kæligeta lofts er mun minni en íss og þarf 10.000 sinnum meiri orku til að bræða sama rúmmál af ís samanborið við að hita loft frá 0°C upp í 0,5°C. Til að auka kælingu með lofti er mikilvægt að hafa góð loftskipti og blása yfir fiskinn. Þrátt fyrir það næst aldrei sami kælihraði með lofti eins og þegar ís er notaður.

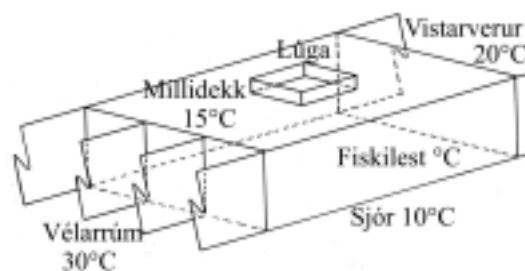
Annar ókostur við að nota loft sem kælimiðil er að fiskur þornar sérstaklega þegar hann er orðinn íslaus. Þornunin er meiri eftir því sem lofthraði er meiri og mestur upp við kælibúnað. Loft sem berst að kælibúnaði er heitt og rakt, en við kælingu gefur það frá sér raka sem sest á kælibúnað sem hrím. Þegar kælt loft berst frá kælibúnti er það því sem næst mettað en við upphitun verður það undirmettað og dregur í sig raka. Ef ís liggur ofan á fiski bráðnar hann fyrst og síðan þornar fiskurinn og léttist. Loftkæling er einnig mismunandi eftir staðsetningu í lestinni, mest er hún við kælibúnað og getur verið jafnvel það mikil að fiskur sem er næstur frýs en fiskur sem er lengra frá er nokkurra gráðu heitur.

### Spíralkæling

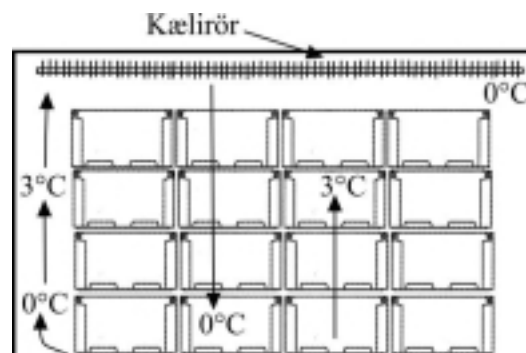
Gerður er greinamunur á loftkælum eftir því hvort um er að ræða blásturslausa kælingu eða kælingu með blásurum. Við blásturslausa kælingu eru notuð kæliör sem eru höfð í loftum lesta. Lofthreyfing verður mjög hæg vegna þess að einungis eðlisþyngdarmunur kalda loftsins sem er næst rörunum og ókælda loftsins umhverfis getur komið loft-



Kælitími á fiski (4 sm þykkum) sem liggur ofan á ís, ísaður og í vökva.



Lofthiti í lest og og næstu rýmum.



Loftkæling með kæliörum.

hreyfingu á stað. Kalda loftið leitar niður en það heita stígur upp.

### Blásturskæling

Í stað kælrörna má nota loftblásara sem dreifir kældu lofti um lestina. Loftið verður þá á talsverðri hreyfingu í lestinni. Ókosturinn við blástur í lestum er að þornunin verður meiri og hætta er á að fiskur sem er í flátum efst í lest og næst loftblæstri verði fljótt íslaus.

Kæliafköst blásturskælingar þurfa að vera þau sömu og kælröranna en þó að viðbættum þeim varma sem blásarinn myndar.

Lofthita í lestinni er stjórnað af hitastilli sem setur kælipjöppuna í gang þegar lofthitastigið í lestinni er komið upp í ákveðið mark, t.d. + 2°C. Þegar hitastigið hefur fallið um 1°C stöðvar hitastillirinn kælipjöppuna aftur.

### 6.4 Kæling í vökva

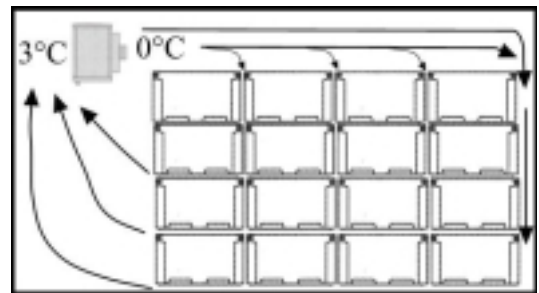
Aðferðin er í því fólgin að fiskurinn er geymdur í kældum sjó eða vatni. Ýmist er kælt með ís, kælivélum eða jafnvel hvoru tveggja. Helstu kostirnir við geymsluáferð þessa eru þeir að hægt er að kæla fiskinn hraðar vegna stóra snertiflatar við kælimiðilinn. Ennfremur má kæla fiskinn eitthvað niður fyrir 0°C ef sjór er notaður. Kæling niður fyrir 0°C er mikilvæg þar sem lítilsháttar lækkun á hitastigi niður fyrir 0°C lengir geymsluþol fisksins.

Þeir þættir sem hafa mest áhrif á kælihraðann eru:

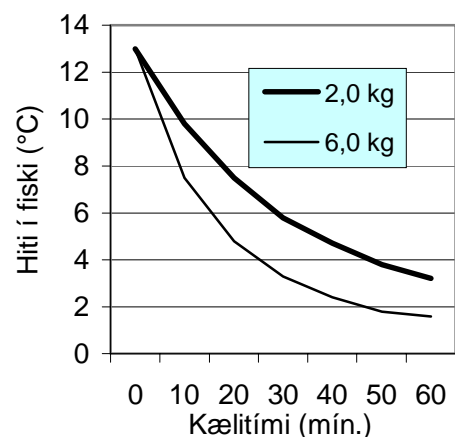
- Hitamunur á milli fisks og kælimiðils. Eftir því sem munurinn er minni dregur úr kælihraðanum.
- Því stærri sem fiskurinn er því hægar kælist hann.
- Hreyfing á kælimiðlinum. Með því að hreyfa við kælivökva er ýtt í burtu kælimiðli sem hefur tekið varmaorku úr fiski og nýr kaldur kælimiðill kemur í staðinn.
- Það hefur mikið að segja hvort fiskurinn er lifandi. Blóðið í lifandi fiski virkar sem kælimiðill, það kólnar í tálknum og er síðan dælt áfram um allan líkamann þar sem það tekur upp varmaorku og flytur til tálkna.

### 6.5 Ofurkæling

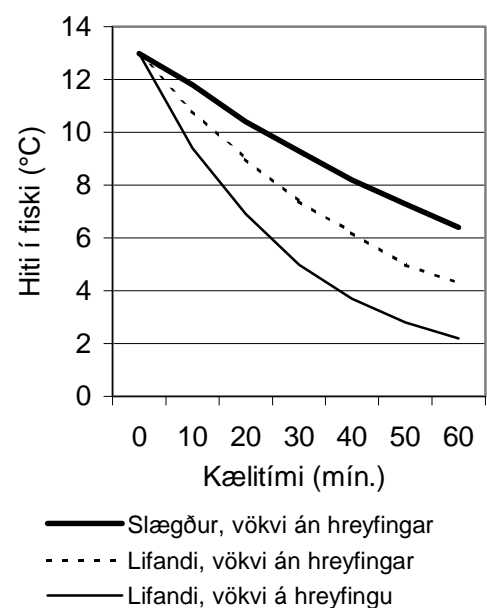
Ofurkæling miðast við að kæla fisk niður í -1°C til -3°C. Vatn í mögrum fiski byrjar að frjósa við



Loftkæling með kæliblásurum.



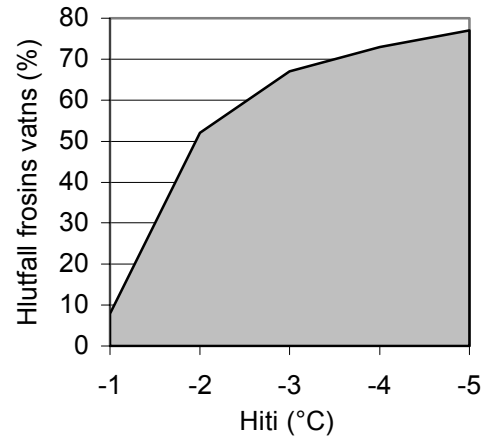
Kælitími á laxi af mismunandi stærð kældum í 1°C heitum sjó sem er haldið á hreyfingu.



Kælitími á lifandi og slægðum laxi (4 kg) í kælivökva með eða án hreyfingar á vökva.

*Meðhöndlun á fiski um borð í fiskiskipum  
Valdimar Ingi Gunnarsson*

-0,8°C en við rúmar -2°C í feitum fiski eins og síld. Með ofurkælingu dregur verulega úr gerlavexti og geymsluþol fisksins eykst um marga daga. Við ofurkælingu frýs fiskurinn hægt og stórir kristallar geta myndast og sprengt frumur og skemmt holdið. Við - 2°C, þegar helmingur af vatni í holdinu á mögrum fiski er frosið, virðast skemmdir á holdi vera takmarkaðar, en það er þó nokkuð tap á vatni við upphíðingu samanborið við fisk sem er kældur á hefðbundinn hátt. Þegar 67% af vatni fisksins er frosið við -3°C skemmist holdið mikið og fiskurinn verður óhæfur í flesta vinnslu. Haft skal þó í huga að þessar viðmiðanir eru mismundi á milli tegunda og einnig háð ástandi fisksins. Frosið háefni mun ávallt valda örðugleikum og það þarf að þíða upp fyrir vinnslu með tilheyrandi kostnaði og óþægindum.



*Hlutfall frosins vatns í þorski eftir hitastigi.*