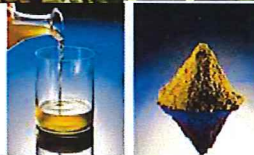
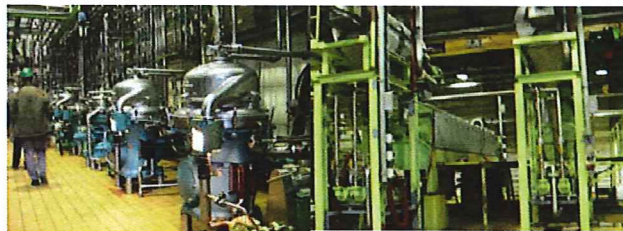




Nýting íslenskra orkugjafa í fiskimjölsiðnaði

**Baldur Jónasson
Sigurjón Arason**



 **ORKUSTOFNUN**
Orkusjóður

**Reykjavík
Október 2009**

Efnisyfirlit

1. Inngangur	2
2. Tilgangur, markmið og hráefnið	3
3. Gufun og þurrkun.....	9
3.1. Gufunartæki (soðkjarnatæki)	9
3.1.1. Rafknúin gufunartæki (MVR).....	14
3.2. Þurrkun og þurrkarar	15
3.2.1. Þurrkun.....	16
3.2.2. Þurrkararnir	17
3.2.3. Heitloftsþurrkarar - Eldþurrkarar, loftþurrkarar og Dyno-Jet þurrkarar	18
3.2.4. Gufuþurrkarar	19
3.2.5. Meðhöndlun lofts frá þurrkurum	21
4. Notkun á hermilíkönnum í fiskimjölsvinnslu	22
4.1 Líkanið	23
5. Niðurlag	25

1. Inngangur

Verkefnið fólst í forhönnun á vinnsluhermi fiskimjöls með áherslu á orkunotkun og nýtingu. Verkefnið var unnið sem samstarfsverkefni hjá Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins og Tækniháskóla Íslands en það hefur þróast þannig að verkefnið var unnið alfarið af Baldri Jónassyni og Sigurjóni Arasyni ásamt nemendum þeirra við HÍ, THÍ, HR og HA og að lokum þróaðist vinnan þannig að verkefnið var unnið mikið af Sigurjóni Arasyni hjá Matís og Baldri Jónassyni.

Nýting jarðhita í fiskimjölsiðnaði var skoðuð. Notkun jarðvarma var borin saman við hefðbundna orkugjafa í vinnslueiningum í fiskimjölsverksmiðjum.

Mismunandi vinnslurásir voru settar upp í líkan, þar sem unnt var að raða saman mismunandi tækjum og búnaði og bera saman mismunandi vinnsluferli og mismunandi orkuferli fyrir mismunandi aðferðir. Raf- og varmanotkun í fiskimjölsiðnað var skoðuð. Nýting orkugjafa. Áhrif mismunandi orkugjafa á vinnsluferlið. Umhverfisáhrif orkugjafa voru borin saman. Gert var arðsemislíkan sem metur framleiðslukostnaður við mismunandi aðferðir.

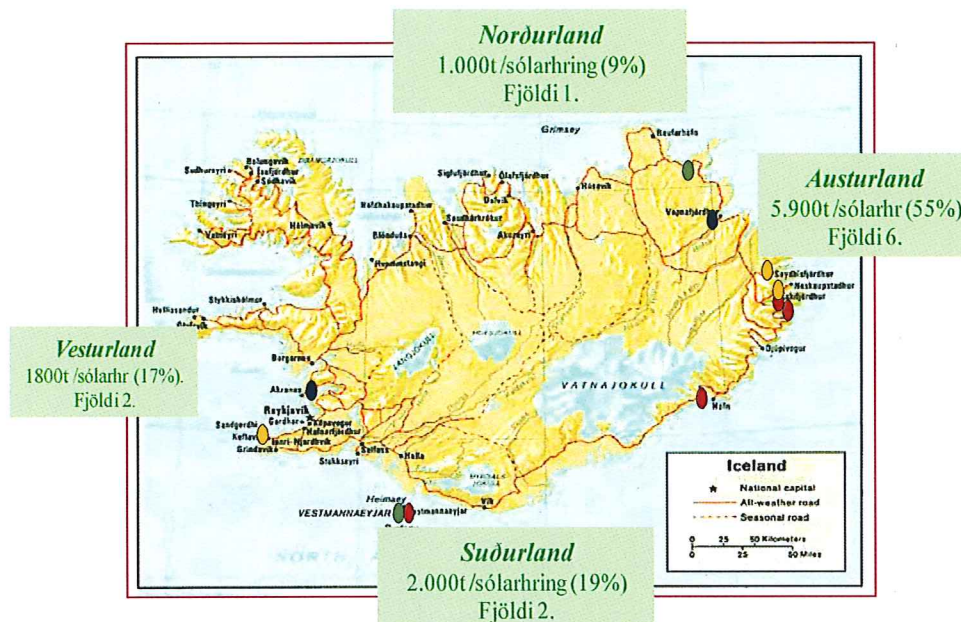
Ýmsar fisktegundir, sem ekki eru nýttar til manneldis, eru unnar í mjöl og lýsi og má rekja upphaf vinnslu á mjöl og lýsi í þeirri mynd sem nú þekkist til upphafs 19 aldarinnar, en þá hófst vinnsla á lýsi úr síld í Norður Evrópu og Norður Ameríku. Lýsið var notað sem orkugjafi en mjöli sem af gekk var annað hvort hent eða það nýtt til áburðar. Fyrstu heimildir um mjöl- og lýsisvinnslu hérlendis eru frá 1910, en þá hófst síldarbræðsla á Siglufirði. Notast var við trékör sem voru fyllt af síld og þau síðan hituð með beinni gufun. Vökvasinn var pressaður frá með dúkappressu og lýsið hirt, en mjölið notað til áburðar.

Nú eru um 11 fiskimjölsverksmiðjur starfandi á Íslandi og eru þær flestar búnar fullkomnum vinnslulínunum sem byggjast að miklu leyti á sjálfvirkni, sjá mynd 1.

Reykjavík, 28. október 2009

Baldur Jónasson

Sigurjón Arason



Mynd 1. Fjöldi og staðsetning fiskimjölsverksmiðja á Ísland.

Markmið verkefnisins er að hámarka orkunýtingu og hámarka nýtingu hráefnis og gæði afurða. Fræðsla um vinnslurásir fiskimjölsvinnslu. Fræðsla um orkupörf, orkunotkun, orkunýtingu mismunandi vinnsluaðferða. Orkusparnaður. Bætt umhverfisáhrif með nýtingu innlendra orkugjafa.

2. Tilgangur, markmið og hráefnið

Megin tilgangurinn með framleiðslu á mjöli og lýsi er nýting á fisktegundum sem að öllu jöfnu eru ekki nýttar til manneldis. Mjölið er að langmestu leyti nýtt sem próteingjafi í dýrafóður, en lýsið er nýtt sem orkugjafi í fiskeldisfóðri. Aukning á fiskeldi víða um heim hefur orsakað aukna eftirspurn eftir þessum afurðum, en einnig hafa einstakir markaðir vaxið mjög hratt, eins og t.d. markaðir fyrir gæludýrafóður.

Frá því um 1970 hefur loðna verið mikilvægasta hráefni Íslendinga hvað varðar vinnslu á mjöli og lýsi, en aðrar mikilvægar tegundir eru síld og kolmuni. Kolmunnir, makrill, loðna og síld eru langmikilvægustu fisktegundirnar hvað varðar verðmæti þessara afurða, með um 95% hlutdeild í útflutningsverðmæti á mjöli og lýsi frá Íslandi.

Skipta má fiskimjölsframleiðslu í tvo meginflokkka. Hvít fiskimjölsframleiðsla styðst við magurt hráefni, s.s. úrgang sem til fellur við vinnslu á þorski, ýsu og ufsa. Feit fiskimjölsframleiðsla styðst aftur á móti við feitt hráefni, eins og síld, karfa og loðnu. Þessi tegund mjölsframleiðslu er mun viðameiri en hvít fiskimjölsframleiðslan. Það fer síðan eftir því

hvort viðkomandi fisktegund safnar fituforðanum í bók eða lifur hvort unnið sé búklýsi eða lifrarlýsi. Síld, makrill og loðna safna fitu í bók (feitfiskur), en tegundir eins og spærlingur og kolmurni (magur fiskur) safna fitu í lifrina eins og venjan er hjá þorskfiskum. Þorskalýsi er unnið lýsi sem hefur verið brætt úr þorskalifur, en hún hefur verið hirt sérstaklega til þeirrar vinnslu.

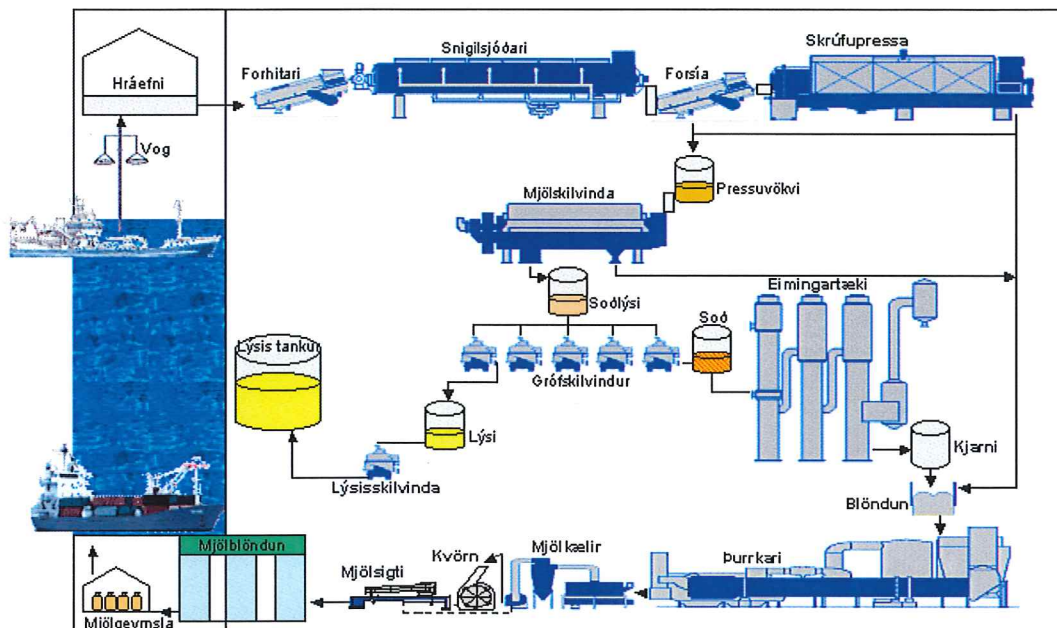
Nýting á hráefni sem fellur til við fiskvinnslu hefur oft verið vandamál og valdið verulegri mengun í nágrenni slíkra vinnslustöðva. Á móti kemur að fiskimjölsværksmiðjur gegna mikilvægu hlutverki í fiskvinnslu, þar sem úrgangur eins og hryggir, roð og slóg, ásamt ýmsu öðru sem til fellur, er tilvalið hráefni fyrir þessar værksmiðjur. Með nýtingu þessa úrgangs sem annars væri hent er þannig stuðlað að aukinni verðmætasköpun, bættri umgengni og minni mengun.

Framleiðsluferlið

Framleiðsla á fiskimjöli og lýsi er lotubundin en framleiðsluferlið sjálft er samfelld vinnsla. Fiskimjölsværksmiðjur eru þannig útbúnar að allur vinnsluferillinn er lokaður, allt frá uppskipun að þökkun mjöls í sekki eða dælingu lýsis í tanka. Einu undantekningarnar eru þar sem hægt er að opna rásina fyrir sýnatöku vegna framleiðslueftirlits. Hefðbundið gæðaeftirlit við framleiðslu á mjöli og lýsi er byggt á reglulegum sýnatökum fyrir og á meðan á framleiðslu stendur en öllum framleiðsluaðilum er skylt að starfa samkvæmt innra eftirlitskerfi.

Gæði hráefnisins er sá þáttur sem ræður gæðum lokaafurðarinnar. TVN gildi (Total volatile nitrogen) er notað í fiskimjölsiðnaðinum til að meta gæði hráefnisins. Fiskimjölsiðnaðurinn hefur gjarnan miðað framleiðslu gæðamjöls við TVN gildi undir 50mgN/100g í hráefninu. Ef TVN gildið er um eða yfir 90mgN/100g hefur afurðin verið nefnd standardmjöl. Hitastigseftirlit er mikilvægur þáttur í framleiðsluferlinum. Til að koma í veg fyrir að örverur eins og Salmonella spp. finnist í mjöli er nauðsynlegt að allt efnið sé hitað í minnst 81 °C í vinnsluferlinum.

Við framleiðslu á fiskimjöli og lýsi eru þrjár megin þættir fisksins aðskildir, vatn, þurrefni og olía. Vökvasinn er pressaður burt og úr honum er olían síðan unnin með skilvindutækni. Sá vökvi sem eftir er gufar að lang mestu leyti upp áður en lokaafurð verður til.



Mynd 2. Vinnslurás í hefðbundinni fiskimjölverksmiðju.

Forhitun og sjóðari

Fyrsta vinnsluskrefið í framleiðslu á fiskimjöli, eftir dælingu úr skipi eða hráefnisgeymslu, er sjóðari og í mörgum tilfellum forhitun. Flestar verksmiðjur eru búnar forhitara sem forhitara hráefnið upp í 40 til 50 °C. Varminn í þessu skrefi er gjarnan afgangsvarmi frá eimingartækjum en þannig næst um 100% varmanýting. Í sjóðaranum er hráefnið, ásamt blóðvatni, hitað í minnst 82 °C (algennt hitastig er 90-95 °C) og er hitanum haldið í um það bil 30 mínútur. Tilgangurinn með hituninni er að eyða hugsanlegum örverum eins og Salmonellu og öðrum bakteríum sem kunna að vera til staðar í hráefninu. Við hitunina afmyndast próteinin ásamt því sem frumuveggir eyðileggjast. Við þessa eðlissviptingu losnar um fitu og vatnsfasann sem auðveldar aðskilnað þeirra frá þurrefnisfasanum. Sjóðarinn samanstendur af láréttum sívalningi og snigli sem gengur eftir honum endilöngum og sér um að færa hráefnið áfram. Bæði sívalningurinn og snigillinn eru útbúnir með gufukápu og er hráefnið hitað með varmaskipti á milli yfirborðanna og hráefnisins. Sjóðarinn er nauðsynlegt skref á undan forsíu og pressun.

Forsíun og pressa

Tilgangurinn með forsíun er að sía burt sem mest af vökvanum frá soðna hráefninu áður en það fer í pressuna. Tvöföld skrúfutækni sér um að pressa og færa hráefnið eftir pressunni. Skrúfurnar liggja lárétt eftir pressunni og snúast á móti hver annari. Pressuþrýstingurinn eykst eftir því sem hráefnið færast innar í pressuna þar sem skrúfurnar fara mjókkandi.

Hráefnið er pressað á milli skrúfanna en vökvinn lekur niður í gengum sigtunarbúnað og í safntank, þar sem það blandast aftur þeim vökva sem síðast burt í forsiunni. Þessi hluti kallast nú pressuvökvi. Pressaða hráefnið, sem nú kallast pressukaka, flyst áfram út úr pressunni í átt að þurrkara. Hefðbundið fituinnihald pressuköku er gjarnan um 4 til 5% og rakainnihald um 45 til 60% og afgangurinn er fitufrítt þurrefni sem er megin innihaldsefni mjölsins.

Mjölskilvinda

Í forsiunni og pressunni skiptist megin straumurinn í tvo hluta, þ.e. pressuvökva og pressuköku. Hve mikið af föstum ögnum (uppleyst prótein, saltagnir og uppleystar agnir) og þykki er í pressuvökvanum fer eftir hversu hráefnið var uppleyst þegar vinnslan hófst. Pressuvökvinn er gjarnan 70 til 80% og pressukakan 20 til 30% af heildarstrauminum sem kemur frá pressunni. Pressuvökvinn er hitaður í 95 til 98 °C áður en hann fer inn í mjölskilvinduna. Stærsti hluti fastra agna er skilinn frá pressuvökvanum í mjölskilvindunni.

Mjölskilvindan er byggð upp með tveimur láréttum tromlum sem hafa mismunandi þvermál. Fasta efnið festist á vegg þrengri tromlunnar en vökvinn pressast út í bilið milli tromlanna og þaðan áfram út úr skilvindunni í átt að gróf- og síðar finskilvindum. Fasta efnið er síðan skafið af veggjum minni tromlunnar og flyst úr henni í átt að þurrkara. Meðalefnainnihald fasta efnisins er 2 til 4% fita og 60 til 70% raki, en afgangurinn er fitufrítt þurrefni. Eftir skiljuna kallast fasti hlutinn hrat en vökvafasinn kallast skilinn pressuvökvi eða soðlýsi.

Grófskilvindur

Soðlýsinu frá mjölskilvindunum er safnað í tank og hitað í 95 til 98 °C áður en það fer í grófskiljun (soðskilvindu). Grófskilvindur eru gjarnan röð af skilvindum þar sem megnið af lýsinu er skilið frá soðinu. Efnainnihald soðsins er venjulega um 6 til 12% þurrefni (aðallega uppleyst prótein) og 0,5-1% fita. Soðið flyst að eimingartækjunum þar sem 60-80% vökvans er eimað burt en lýsisfasinn flyst í átt að lýsisstilvindu.

Fínskilvinda

Áður en lýsinu er dælt í geymslutanka fer það í gegnum finskiljun (lýsisstilvindu) þar sem leifar af óhreinindum og vatni eru síðar frá. Eftir finskiljun eru óhreinindi og vatnsleifar í lýsinu minni en 0,5%. Eftir finskiljun flyst lýsið í geymslutanka og er tilbúið í dreifingu.

Gufunarskref (Eimingarskref).

Soðfasinn, sem skilst burt í grófskiljunarferlinum, inniheldur talsvert af vítamínum og próteinum en þó ekki í sama magni og pressukakan. Allt að 60 til 80% af vatnsfasanum í soðinu er eimaður burt, en eftir stendur kjarni með um 55 til 75% vatnsinnihald og 2 til 4% fituinnihald. Kjarninn frá eimingartækjunum flyst að þurrkara þar sem hann blandast saman við pressukökuna áður en sjálft þurrkferlið hefst.

Gufunartækin eru gjarnan byggð upp sem þriggja þrepa kerfi, þar sem afgangsvarmi frá þrepinu á undan er nýttur til að hita upp næsta þrep og svo koll af kolli. Slíkt kerfi tryggir tvennt: Annars vegar verður varmanýtingin allt að 100%, þar sem afgangsvarmi frá seinasta þrepinu (í formi gufu) er nýttur til að forhita hráefni sem er á leið inn úr hráefnistönkum að sjóðaranum (forhitarinn) og hins vegar verður meðferð á hráefninu m.t.t. afmyndunar á próteinum eins og best verður kosið.

Hitastigið í fyrsta þrepinu, þar sem soðið kemur inn, er hæst en á því þrepi er vökvamagnið mest og virkar sem vörn fyrir próteinin í soðinu þannig að þau þola meiri hita. Með minnkandi vatnsmagni verða próteinin í soðinu viðkvæmari gagnvart hitun, þar sem vatnsinnihald soðsins fer minnkandi. Á næstu tveimur þrepum fer hitastigið lækkandi og þar að auki er gjarnan haft lofttæmi á þriðja og síðasta þrepinu til að hámarka nýtingu varmans. Hráefnið sem flyst frá eimingartækjunum kallast kjarni.

Blöndun

Áður en að þurrkanum kemur á sér stað blöndun á straumunum þremur, kjarnanum frá eimingartækjunum, pressukökunni frá pressunni og hratinu frá mjölskilvundinni. Þessum straumum er blandað saman í blöndunartanki, sem staðsettur er fyrir framan þurrkarann. Í sumum tilfellum er kjarnanum einnig blandað saman við hálfþurrkað mjölið.

Þurrkun

Í fiskimjölsiðnaðinum eru notaðar eldþurrkarar, loftþurrkarar og gufuþurrkarar. Notkun á eldþurrkurum fer þó minnkandi, þar sem bæði loft og gufuþurrkarar skila auknum gæðum í lokaafurð ásamt því að vera hagkvæmari í rekstri með tilliti til umhverfismengunar, orkunotkunar og vinnslustjórnunar. Hér verður fjallað um þurrkun á mjöli í loftþurrkara.

Í nýrri afbrigðum loftþurrkara eru tvö þrep, forþurrkun og þurrkun. Í forþurrkanum, sem samanstendur af litlu rými með snúningsrótor, myndast aðstæður fyrir mikil og hröð loftskipti (allt að 20m³/sek). Snerting pressukökunnar og þurrkloftsins verður mjög mikil og veldur hraðri uppgufun vatns úr pressukökunni. Pressukakan flyst yfir í aðalþurrkarann um 80 °C heit. Í loftþurrkun er hitað loft notað til þurrkunar og snúningstromla er meginhluti þurrkarans. Hér er í raun um óbeina loftþurrkun að ræða, þar sem hitagjafinn er ekki í beinni snertingu við þurrkloftið. Þurrkloftið er hitað í varmaskipti áður en því er hleypt í gegnum þurrkarann. Á ferð sinni eftir þurrkanum safnast óhreinindi í það.

Óhreint loft sem kemur úr þurrkanum er hreinsað í þvottaturni og þurrkað áður en því er hringrásað. Þetta er gert til að minnka loftskipti við umhverfið (verksmiðjurýmið). Einn meginkosturinn við þessa þurrkaðferð er að hægt er að brenna nær öllum eldsneytisgjöfum. Hægt er að stýra upphafshitastigi loftsins, allt eftir þeim kröfum sem gerðar eru til þurrkunarinnar.

Ferðatími mjölsins í gegnum þurrkarann er að meðaltali 10 mínútur, lofthitinn í upphafi er 300 til 400 °C og um 65 til 75 °C í lokin. Hitastig mjölsins er um 10 °C lægra en lofthitinn eða um 50 til 60 °C.

Mjólkælir

Strax á eftir þurrkanum er mjólkælir. Þar sem mjölið, sem streymir úr þurrkanum, inniheldur mikla vatnsgufu er nauðsynlegt að kæla það hratt niður til að koma í veg fyrir þéttingu rakans í því. Köldu lofti er blásið eftir mjölstraumnum og er hitastig mjölsins eftir kælingu um 28 til 30 °C. Vatnsinnihald mjölsins lækkar um 1 til 2% við kælinguna. Loftið frá mjólkælinum inniheldur mikið af illa lyktandi, rokgyörnum efnum og því er það leitt inn í lofthreinsikerfi verksmiðjanna. Við kælingu eykst floteiginleiki mjölsins, sem gerir meðhöndlun þess í kvörnun, sigtun og þökkun auðveldari.

Sigtun og kvörnun

Vinnsluferillinn og hráefnið sem notað er ræður miklu um kornasamsetningu mjölsins eftir þurrkun. Áður en mjölið fer í gegnum kvörn er fínkornaði hluti þess sigtaður frá en grófkornaði hlutinn fer í kvörnun. Að lokinni kvörnun hefur framleiðslulotan einsleita kornastærð.

Blöndun og geymsla.

Úr sigtun og kvörnun flyst mjölið í mjölblöndunartanka. Þar sem mjölvinnsla er lotubundin er nauðsynlegt að blanda saman mjöli, framleiddu á einum sólarhring, til að ná fram einsleitari afurð hvað varðar gæði.

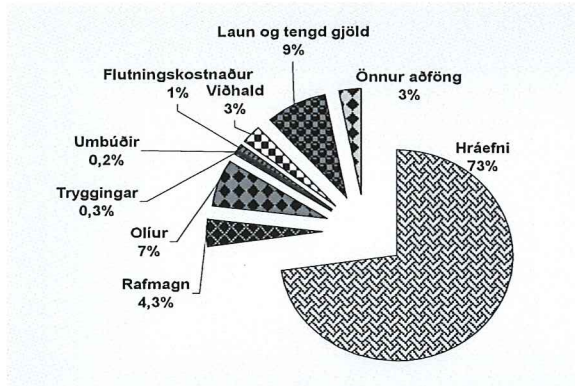
Verkefnið

Verkefnið felst í forhönnun á vinnsluhermi fiskimjöls með áherslu á orkunotkun og nýtingu. Gert verður reiknilíkan, sem hermir vinnsluferla fiskimjölsverksmiðju og gert líkan að orkunotkun ferilsins.

Nýting jarðhita í fiskimjölsiðnaði er skoðuð. Notkun jarðvarma er borin saman við hefðbundna orkugjafa í mismunandi vinnslueiningum í fiskimjölsverksmiðjum.

Mismunandi vinnslurásir eru settar upp í líkaninu, þar sem unnt er að raða saman mismunandi tækjum og búnaði og bera saman mismunandi vinnsluferli og mismunandi orkuferli fyrir mismunandi aðgerðir. Þessi hermir mun nýtast við hönnun á vinnsluferlum með frostþurrkun. Frostþurrkun er mikið notuð við þurrkun á matvælum sem síðan eru notuð sem hráefni í önnur samsett matvæli. Sem dæmi má nefna að mikið magn af íslenskri rækju er flutt út, frostþurrkuð og notuð á þann hátt. Frostþurrkun er notuð við framleiðslu á ákveðnum lífefnum og mun íslenski líftæknaíðnaðurinn framleiða efni eins og próteinduft, kítósan, gelatín og lífvirk efni úr aukahráefnum. Með nýtingu á jarðgufu við frostþurrkun mun framleiðslukostnaðurinn lækka til muna.

Raf- og varmanotkun í fiskimjölsiðnaði. Eins og sést vel af mynd 1 er orkukostnaðurinn við framleiðslu fiskimjöls stórt hlutfall af heildarkostnaðinum.



Mynd 3. Skipting aðfanga við fiskimjölsframleiðslu; Hagstofan 2002.

Við framleiðslu á fiskimjöli er notuð mikil gufa, sem var framleidd að miklu leyti með olíu en nú er algengara að nota rafmagn til framleiðslu á gufu. Við framleiðslu á einu tonni af mjöli þarf 3.000 kg af gufu í góðri verksmiðju eða um 200 kg af olíu og jafngildir það um 50.000 tonnum af olíu á ári, ef landsframleiðslan er um 250 þúsund tonn af fiskimjöli á ári. Hér er miðað við að verksmiðjan hafi gufuþurrkara og þriggja þrepa gufara.

Verksmiðja sem afkastar um 1.000 tonnum af hráefni á sólarhring notar um 40 tonn af olíu á sólarhring. Miðað við þessar forsendur er olfukostnaðurinn um 5 milljónir á dag (olíuverð 120 kr) sambærilegur kostnaður ef verksmiðjan notar rafmagnskatla er 1,2 milljón (rafmagnsverð 3,5 kr á kWst) og um 0,3 milljón ef notuð er jarðgufa (verð á jarðgufutonni er 600 kr.). Mikilvægt er að kanna möguleika á nýtingu jarðgufu við þessa vinnslu í landi, þar sem skipin eiga erfitt með að skipta yfir í innlenda orku.

3. Gufun og þurrkun

Mesta orkunotkunin í fiskimjölsvinnslu er við gufun og þurrkun hráefnis við framleiðslu á fiskimjöli. Hvernig til tekst við sparnað á orku og lækkun kostnaðar ræðst mikið af þróun í þessum tveimur vinnslueiningum. Þess vegna er þessum vinnsluþrepum gerð ítarlega skil í þessum kafla.

3.1. Gufunartæki (soðkjarnatæki)

Soðið samanstendur af vatnsleysanlegum próteinum, uppleystum steinefnum, fínum ögnum og fitu. Þegar lýsið hefur verið skilið frá getur efnainnihald soðsins verið eitthvað þessu líkt

þótt það sé mjög breytilegt bæði eftir hráefni og verksmiðjum, sjá töflu 1 sem sýnir dæmigert efnainnihald fyrir soð í loðnuvinnslu.

Tafla 1. Efnainnihald soðs:

fitufrítt þurrefni:	6-9%, þar af ull. um 5-8%
fita	0,5 - 1%
aska	0,9%
salt (NaCl)	0,5%
kalsium (Ca)	0,03%
fosfór (P)	0,1%
vatn	90 - 93%

Þurrefnisagnimar brotna auðveldlega niður við upphitun og það veldur seigju í vökvanum. Seigjan eykst venjulega við lengri geymslu en það er þó ekki einhlítt þar sem ný loðna veldur meiri seigjuvandamálum en loðna sem byrjuð er að brotna niður.

Þurrefnið inniheldur m.a. kollagen sem er prótein, og myndar það auðveldlega hlaup. Hátt kollageninnihald veldur mikilli seigju en hún veldur erfiðleikum við þykkun. Erfiðara er að dæla efninu og það þarf að hreinsa tækin oftar.

Sölt eins og NaCl, CaCl₂ og fleiri valda svipuðum vandamálum og kollagen. Við uppgufunina myndast hvítt efni sem sest á hitaflötina og dregur úr varmaflutningnum og um leið afköstum tækjanna. Ef hitastig er hátt getur orðið erfitt að ná þessari skán af hitaflötunum. Við val á hitastigum er vert að hafa í huga að skán kemur fljótt á hitaflötina ef hitamunur er meiri en 40°C yfir hitaflötina.

Soðkjarninn inniheldur vítamín og fleiri bætiefni ásamt próteinum sem gera hann verðmætan. Próteinin í soðkjarnanum eru þó mun verðminni en prótein í pressuköku út frá fódurfræðilegu sjónarmiði.

Áður fyrr var soðinu blandað beint í pressukökuna fyrir framan þurrkara en hluta af því hent. Sami háttur tíðkast í þeim verksmiðjum sem hafa ekki soðkjarnatæki. Það er hinsvegar dýrari aðferð heldur en að þykkja soðið sérstaklega í gufunartækjum í nokkrum þrepum. Notkun þeirra hófst um 1950.

Áður fyrr var nokkur markaður fyrir soðkjarna sem var sýrður og fluttur þannig út. Soðkjarninn var einnig þurrkaður sérstaklega í úðaþurrkurum og seldur sem sérstakt soðkjarnamjöl. Soðkjarnamjöl er mjög rakasækið og erfitt í meðförum. Þessir markaðir eru nú nánast úr sögunni.

Nú er algengast að soðkjarninn sé þykktur í u.þ.b. 30% fyrir loðnuvinnslu í 3ja til 4ra þrepa uppgufunartækjum og svo blandað í pressukökuna rétt fyrir framan þurrkara. Það er mjög

misjafnt frá verksmiðju til verksmiðju hvað soðkjarninn er þykktur mikið en þykkingu er hætt þegar seigjan er orðin hæfileg í kjarnanum. Hve hátt er farið í þurrefni er háð vinnsluferli, hitastigi, hráefnistegund, hráefnisaldri, tegund tækja o.fl. Þeim mun minna sem þykkt er í tækjunum því meiri orku þarf í þurrkurum og þeim mun minna geta þeir afkastað. Þurrkararnir eru oft keyrðir með of háu þurrkhitastigi til þess að halda afköstunum sem mestum.

Tafla 2. Gufunotkun í mismunandi stórum gufunartækjum

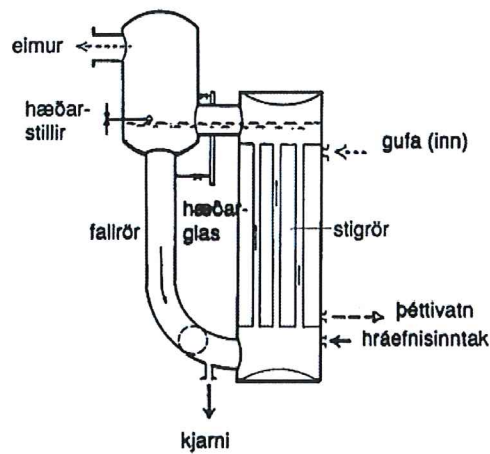
	Fjöldi gufuþrepa:			
	1	2	3	4
Gufunotkun*	1	0,67	0,42	0,29

*Gufunotkun í (kg gufu)/(kg eim)

Ef gufa á upp vökva þá þarf til þess orku. Til að gufa eitt kg af vatni þarf um 2260 kJ (539 kcal); það kallast uppgufunarvarmi vatns. Til samanburðar þarf aðeins um 420 kJ (100 kcal) til að hita sama vatn úr 0 í 100 °C. Uppgufun gerist hratt við suðumark vatns og suðumarkið er háð þrýstingi. Suðumark er 100 °C við eina loftþyngd en ef þrýstingur er fyrir neðan eina loftþyngd lækkar suðumarkið en hækkar ef hann fer upp fyrir eina loftþyngd. Til þess að hafa réttan mun á suðumarki og hitastigi varmaflata er suðumarkinu stýrt með þrýstingnum inni í gufunartækjunum. Óæskilegt er að hafa hitastigsmismun á milli soðs og gufu meiri en 40 °C.

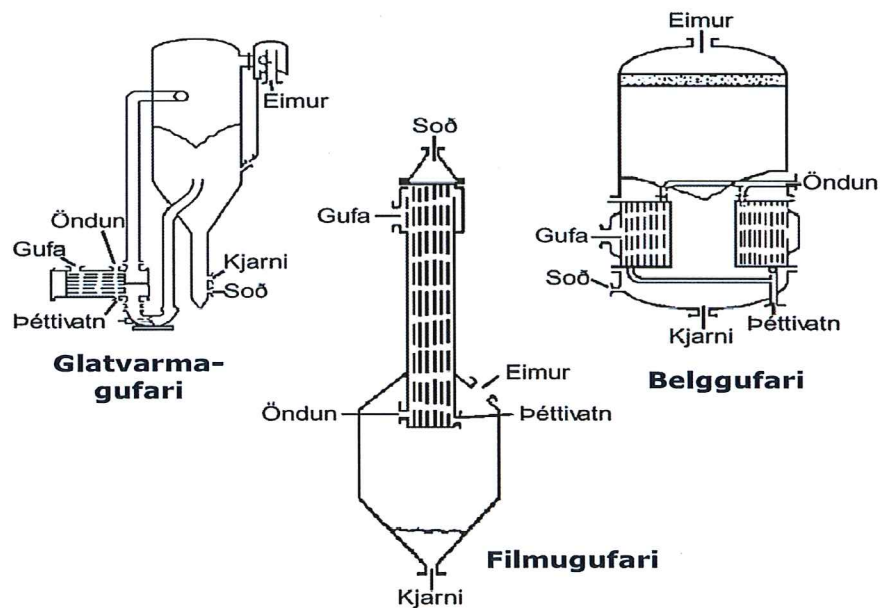
Við uppgufun á einu kg af vatni er notað 1 kg af kraftgufu. Vatnið sem gufaði upp má svo nota til að gufa annað kg í öðru þrepi og svo koll af kolli. Forsenda þess að þetta sé hægt er að hitamunur sé á milli þrepanna. Það er gert með því að notfæra sér þrýstinginn, þ.e. suðumarkið í þrepunum. Venjulega er hitamunur á milli þrepa 10-15 °C.

Ekki er hægt að hafa óteljandi fjölda þrepa. Í fyrsta lagi má hitastigið ekki vera of hátt í fyrsta þrepi og til að minnka stærð hitaflata verður hitamunurinn milli þrepa að vera þó nokkur. Þegar þrýstingurinn er orðinn mjög lágur verður rúmmál gufunnar það mikið að þúpur verða að vera mjög víðar til að flytja hana. Í gufunarstöðvum sem vinna vatn úr sjó er hægt að hafa ótal þrep og þekkjast fleiri tugir þrepa við þess háttar vinnslu.



Mynd 4. Gufunartæki af stiggerð

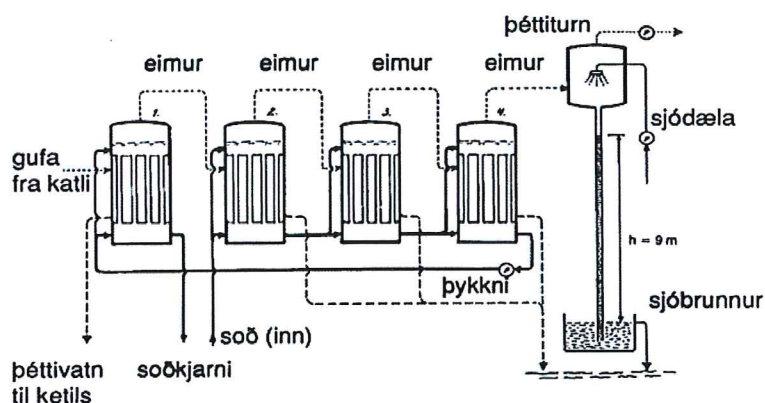
Á mynd 4 er sýnt eitt uppgufunarþrep í tækjum af svokallaðri stiggerð. Soð eða þykkni er leitt inn í tækin undir varmaflötunum. Þaðan stígur það upp eftir rörunum og fær í sig orku frá gufunni eða eimnum sem er utan um rörin. Breytingar í eðlisþyngd eiga stærstan þátt í því að efnið stígur í rörunum. Uppgufunin verður efst í rörunum og í tanknum sem heldur uppi vökvaborðinu en þaðan er eimur leiddur yfir í næsta þrep. Þykknið fer aftur niður eftir fallrörinu, hluti þess fer aftur hringinn en hluti fer yfir í næsta þrep. Þegar seigjan fer að aukast í seinustu þrepunum er oft höfð hringrásardæla í fallrörinu til að auka hringrásina. Þrjár algengustu tegundir gufunartækja eru sýndar á mynd 5.



Mynd 5. Þrjár algengustu tegundir gufunartækja.

Gufunartæki geta starfað á tvennan hátt; sem meðstraumstæki þar sem eimur og efni fara í sömu átt og sem móttstraumstæki þar sem eimur og efni fara hvort á móti öðru. Algengt er einnig að blanda saman þessum tveim gerðum og taka kraftgufuna inn á síðasta þrep þar sem seigjan er mest.

Með því að stilla nákvæmlega saman gufunartækin og aðra hluta verksmiðjunnar má koma því þannig fyrir að ekki þurfi kraftgufu nema inn á eitt þrep gufunartækjanna. Afgangseimur er þá notaður í aðra upphitun og uppgufun.



Mynd 6. 4ra þrepa gufunartæki

Á mynd 6 má sjá 4ra þrepa gufunartæki þar sem soðið kemur inn á annað þrep, fer þaðan á 3. og 4. þrep en þaðan er því dælt inn á fyrsta þrep sem notar kraftgufu. Þetta kallast í daglegu máli 2-3-4-1-tæki, þar sem tölurnar vísa til þeirrar leiðar sem soðið fer í gegnum tækið. Hinsvegar er þrepanum raðað upp eftir leið gufu og eims í gegnum tækið.

Á síðustu árum hefur færst í vöxt að setja glatvarmaþrep fremst í soðkarnatækin. Þá er uppgufunin í byrjun við mjög lágt hitastig og þrýsting sem gerir það mögulegt að nýta varma frá sjóðurum og þurrkurum sem annars fer til ónýtis. Það krefst hinsvegar töluverðrar raforku þar sem mikillar dælingar er þörf.

Á mynd 16 má sjá hvernig undirþrýsting (vakúmi) er náð. Eimurinn er þéttur með vatni eða sjó í tanki sem stendur hátt og vatnsúla frá tanknum sér um að mynda undirþrýstinginn. Frá toppnum á tanknum liggur rör í loftdælu (vakúmdælu) sem dregur út loft og gastegundir sem ekki er hægt að þétta með vatninu eða sjónum. Í stað loftdælnnar eru einnig oft notaðir „þeysar“.

Ef eimurinn sem þéttist í hverju þrepi er við undirþrýsting þarf að dæla þéttivatninu frá þrepinu. Þar sem seigja soðkarnans er mjög háð því hversu mikið er af föstum ögnum í

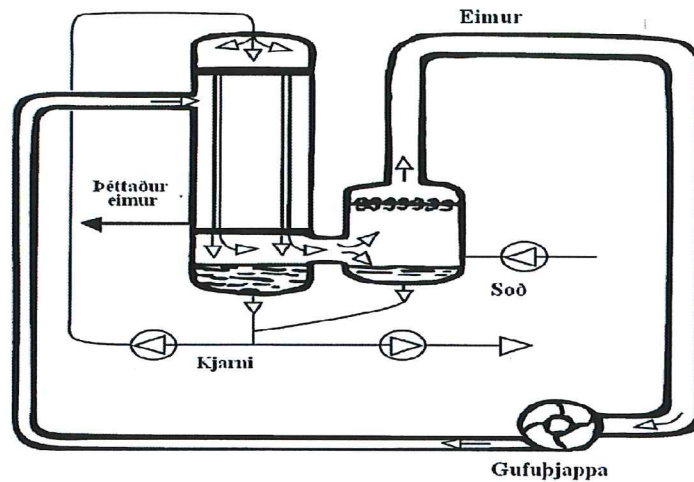
soðinu er skilvatni úr skilvindum oft skotið aftur fyrir soðkjarnatækin og kjarninn skilinn sérstaklega.

Við hreinsun á tækjunum er yfirleitt notuð sóðalausn, 2-3% sem soðin er í tækjunum. Við og við þarf þó að nota sterkari lausn, 10-15%, til að ná kalsíumfosfatútfellingum sem myndast. Ryðfrí tæki eru oft hreinsuð að lokum með 5% saltpéturssýru. Þar sem sýra og sóði eru töluvert dýr efni eru sömu lausnirnar notaðar nokkrum sinnum.

3.1.1. Rafknúin gufunartæki (MVR)

Á undanförunum árum hefur það færest mjög í vöxt að fiskimjölsverksmiðjurnar fari úr margþrepa gufukeyrðum gufunartækjum yfir í eins þrepa rafknúin gufunartæki. Ástæður þess eru tvíþættar; annars vegar er orkukostnaður almennt lægri og hins vegar eru þessi gufunartæki mun léttari í allri keyrslumeðferð.

Vinnslumáti rafknúinna gufunartækja er þannig að soðinu er dælt inn varmaskipti og þaðan inn á gufunarþrepið og þar er því hringdælt, gufunarþrepinu er deilt upp í tvo hluta, þunn- og þykk-hlið. Eftir því sem soðið þykknar fer það smám saman frá þunnhliðinni yfir á þykk-hliðina og þaðan út af tækinu. Þegar gufunartækið er ræst í upphafi vinnslunnar þarf að nota ferska gufu til að koma hitastiginu upp í vökvanum. Þegar réttu hitastigi er náð hætta tækin að mestu að nota gufu og nýta þess í stað uppgufunina frá gufunartækinu. Þetta gerist með þeim hætti að eimurinn frá soðvökvanum er leiddur að rafknúnum víftum, þar sem honum er lyft upp á hærra orkustig og blásið inn á eimingartækið sem hitagjafi fyrir uppgufunina. Þessi eimur þéttist svo í gufunartækinu og kemur út af þrepinu rétt undir 100 °C (eitthvað lægri í vacumtæki). Þessu þéttivatni er dælt inn á varmaskiptinn og hitar það soðið áður en því er dælt inn á gufunartækið. Þegar þéttivatnið kemur út af varmaskiptinum þá er það um og yfir 85 ° heitt. Þetta er öflugur orkumiðill (25 tonn/klst) sem t.d. Haraldur Böðvarsson hf. notar til upphitunar á sínum húsakosti.



Mynd 7. Þjöppugufari.

Það allra nýjasta í þessum tækjum eru tveggja þrepa MVR gufunartæki frá Atlas-Stord. Þau tæki eru svipuð að upplagi nema hvað uppgufunin á sér stað í tveimur gufunarþrepum. Kosturinn við þessa lausn er sá að við að auka hitaflötinn er hægt að minnka afl viftanna um helming. Þetta getur því orðið áhugaverður kostur fyrir aðila sem búa við herra raforkuverð.

Tafla 3. Orkusamanburður á vinnslubúnaði til að fjarlægja vatn frá hráefni.

Mismunandi kerfi	kJ/kg eimur
Himnusíun	115 - 460
Gufun	395 - 2250
- Eitt þrep	2250
- Tveggja þrepa	1115
- Þriggja þrepa	745
- Fjögra þrepa	535
- Fimm þrepa	395
Þjöppu gufari	75 - 250

3.2. Þurrkun og þurrkarar

Pressuköku, hrati og kjarna er blandað saman fyrir framan þurrkarann og það síðan þurrkað. Einnig er kjarna oft blandað í hálfþurrkað mjöl á milli for- og eftirþurrkara. Ef fituinnihald pressukökunnar er innan hæfilegra marka er auðvelt að þurrka hana. Það er nauðsynlegt að blanda kjarnanum vel saman við pressukökuna vegna þess að léleg blöndun getur valdið því að efnið myndi köggla í aðfærslukerfinu og festist við hitafleti þurrkarans. Við beina þurrkun getur léleg blöndun valdið ójafnri dreifingu um þurrkarann. Ef of mikill soðkjarni er settur saman við pressukökuna geta myndast kúlur í mjölinu. Þessar kúlur halda í sér raka og verður mjölið þá of rakt eftir mölun.

Efnisblandan inniheldur 50-65% vatn. Við þurrkunina gufar hluti vatnsins upp, þannig að mjölið inniheldur 8-10% vatn. Mest af vatninu er laust og óbundið og breytist því auðveldlega í gufu þegar það fær varma frá hitagjafanum. Nokkur hluti vatnsins er fast bundinn í mjölgunnum með eðlis- eða efnafræðilegum hætti eða bundinn söltum í efninu. Þennan hluta vatnsins er erfitt að láta gufa upp.

Þráavarnarefnum er blandað í mjölið til þess að fitan þráni ekki. Þeim er oftast blandað í fyrir framan þurrkarann (200 ppm) og strax eftir þurrkun (200 ppm). Algengasta þráavarnarefnið er ethoxiquen og gengur það undir nokkrum framleiðsluheitum.

3.2.1. Þurrkun

Tvö meginatriði þurrkunarinnar eru að varminn verður að berast að efninu svo að uppgufunin eigi sér stað og rakann verður að fjarlægja frá efninu.

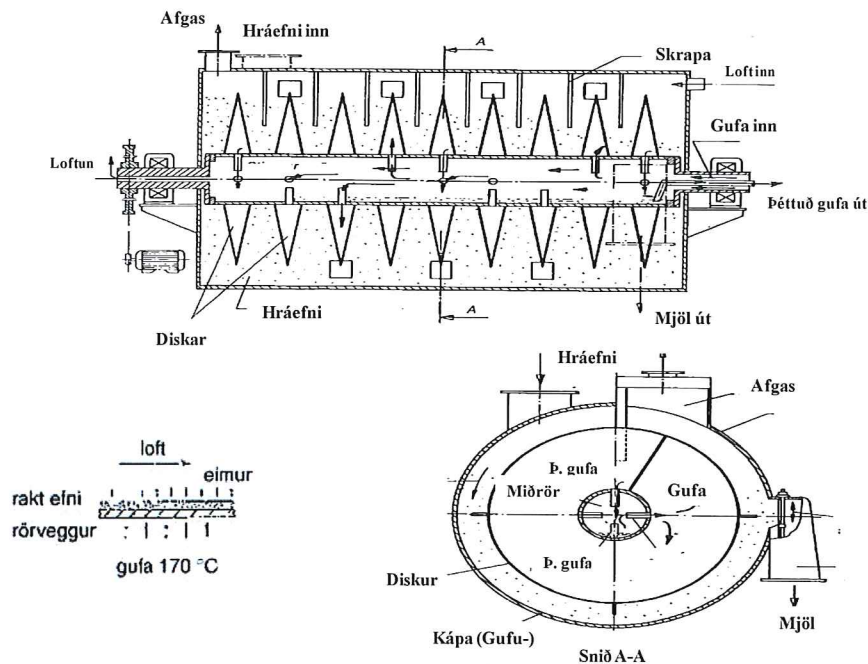
Þurrkara má flokka í tvær megingerðir eftir því hvernig þessum tveimur atriðum er náð. Önnur gerðin er **loftþurrkari**, þar sem varminn flyst með lofti að efninu og loftið tekur upp vatnið sem gufar upp.

Til þessarar gerðar teljast eldþurrkarar og óbeinir loftþurrkarar. Hin gerðin er **snertiþurrkari** en þar streymir varminn frá upphituðum hitafleti og uppgufaða vatnið er sogað burt með lofti. Dæmi um þessa gerð eru gufuþurrkarar.

Þegar mjölgun þornar í loftþurrkara gerist það með þeim hætti að jafnvægi myndast milli vatnsins á yfirborði agnarinnar og vatnsgufunnar í þurrkloftinu. Á meðan laust bundna vatnið nær að flytjast út á yfirborð agnarinnar helst þetta jafnvægi. Meðan jafnvægið helst verður hitastig agnarinnar aldrei meira en svokallað vothitastig þurrkloftsins. Sem dæmi má nefna að ef loftið kemur inn í þurrkarann við 400 °C er vothitastigið um 60 °C en ef loftið er 900 °C er vothitastigið um 75 °C.

Við venjulegar aðstæður fullþornar ysta lag agnarinnar og uppgufunin á sér stað innar í ögninni. Ef þurrkloftið er of heitt berst laust bundna vatnið ekki nægilega hratt út á yfirborð mjölgagnarinnar til þess að viðhalda jafnvæginu og fer ysta lag mjölgagnarinnar þá að hitna upp fyrir vothitastigið og getur jafnvel brunnið. Þetta er skýrt á mynd 8. Í versta tilfalli getur myndast skel á yfirborði agnarinnar strax í upphafi þurrkunarinnar sem hægir mjög á frekari þurrkun. Það er þó venjulega í lok þurrkunarinnar sem mjölgagnirnar ofhitna eða brenna. Því er minni hætt á ofhitun ef hitastig í eftirþurrkara er lágt.

Þegar mjölgun þornar í snertiþurrkara gerist það með svipuðum hætti nema hvað bruni verður sem ábrennsla á hitafleti þurrkarans.



Mynd 8. Skematísk mynd af gufuþurrkara (Multi-disc).

3.2.2. Þurrkararnir

Þurrkararnir, sem eru í notkun hér á landi, eru aðallega eldþurrkarar, loftþurrkarar og gufuþurrkarar. Fyrir nokkrum árum voru eldþurrkarar langalgengastir hér á landi en þeir hafa þó verið að týna tölunni. Ástæðan fyrir þessum endurbótum eru meðal annars meiri kröfur um gæði afurða, minni umhverfismengun, minna orkutap og betri vinnslustjórnun. Einnig er útlit fyrir að óbein loftþurrkun muni aukast á næstunni.

Margar gerðir þurrkara finnast á markaðinum.

Nokkur dæmi:

- Eldþurrkarar
- Gufuþurrkarar
- Óbeinir loftþurrkarar
- Úðaþurrkarar
- Flotþurrkarar
- Bandþurrkarar
- Skrapþurrkarar
- Spíralþurrkarar
- Vacumþurrkarar

Hver tegund hefur sína kosti og galla.

Hér verður fjallað um fyrstu þrjár gerðirnar. Hinar gerðirnar eru af ýmsum ástæðum ekki notaðar til að þurrka fiskimjöl í því magni sem hér um ræðir.

3.2.3. Heitloftspurrkarar - Eldpurrkarar, loftpurrkarar og Dyno-Jet purrkarar

Við þurrkun í eldpurrkara er eldsneyti brennt með umframmagni af lofti og brunagastegundir ásamt umframloftinu er sogað í gegnum þurrkarann. Einkenni eldpurrkara eru mikið loftmagn, stuttur dvalartími (10-20 mín.) og hátt hitastig þurrklofts, 700-1000 °C inn og 70-100 °C út. Mjöl og loft fara sömu leið í gegnum þurrkarann. Þessi tegund þurrkara lagðist af í fiskimjölsiðnaðinum á Íslandi fyrir um 10 árum.

Við þurrkun í loftpurrkara er hitagjafinn ekki í beinni snertingu við þurrkloftið (óbein loftþurrkun). Þurrkloftið er hitað upp í varmaskipti og er óhreina loftið þvegið í þvottaturni og því hringrásað að hluta og að hluta brennt. Stærsti kosturinn við þessa þurrkaðferð er sá að hægt er að brenna svo til öllum eldsneytisgjöfum.

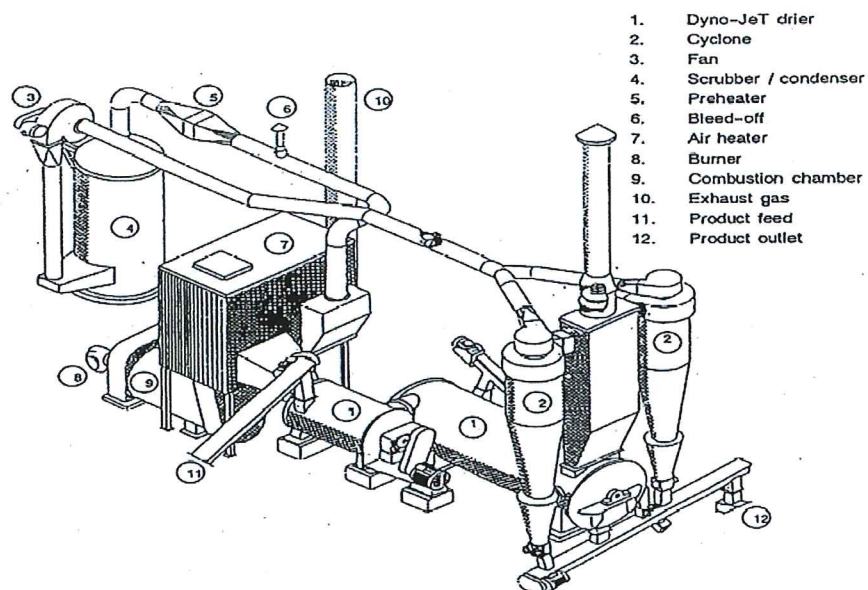
Eins og fyrr segir er hægt að nota lýsi sem eldsneytisgjafa á eldpurrkara og lækka hitastig þurrkloftsins og ná þannig svipuðum mjölgæðum og með óbeinni loftþurrkun.

Svokallað LT-mjöl er framleitt í óbeinum loftþurrkurum og er hitastig þurrkloftsins haft lágt. Til að auka snertitíma efnis og lofts er vinkiljárnur komið fyrir langsum inni í þurrkbelgnum. Þetta stýttir þurrktímann.

Við eldpurrkun eða óbeina loftþurrkun skiptir fylling og dreifing efnis í þurrkaranum meginmáli fyrir nýtingu þurrkarans. Sjá þarf til þess að snerting milli efnis og lofts sé sem mest en það fæst aðeins með mátulegri fyllingu og góðri dreifingu. Dreifingin ræðst af fjölda skóflna, fjölda endurkastskóflna, lögun þeirra og snúningshraða þurrkarans.

Til að þurrkunin gangi vel þarf því að stilla saman hitastig og magn þurrklofts, fyllingu og dreifingu í þurrkara og dvalartíma í þurrkara.

Dyno-Jet; Er nýtt afbrigði af loftþurrkara og er þurrkaranum skipt upp í tvö þrep, sjá mynd 9. Uppbyggingin á þurrkaranum er þannig að pressukakan kemur inn í til þess að gera lítinn forþurrkara (12m^3). Inn í forþurrkaranum er rótor sem snýst nálægt $130^\circ/\text{mín}$. Með þessum snúningshraða og hröðum loftskiptum í þessu litla rými ($20\text{m}^3/\text{sek}$) verður snerting pressukökunnar og þurrkloftsins mjög mikil og uppgufun á vatni úr pressukökunni verður hröð. Hitastigsmismunur á milli lofts og efnis er þess valdandi að rakinn streymir mjög hratt úr efninu sem hefur verið kallað "flössun" á efninu (hröð uppgufun). Pressukakan kemur inn í þurrkarann nálægt 80°C heit og þurrkloftið getur verið allt að 400°C heitt en uppgufunarhitastigið fyrir þann lofthita er nálægt 60°C , þess vegna lækkar hitinn skyndilega í pressukökunni og framkallar leifturgufun.



Mynd 9. Loftþurrkari Dyno-Jet gerðin.

Dvalartími þurrkloftsins í forþurrkaranum er tæp sekúnda en þar sem pressukökuagnirnar ná aldrei sama hraða og loftið þá er verið að tala um að dvalartími hennar sé 3-5 sekúndur í forþurrkaranum. Þurrkhraðiinn í forþurrkaranum er mjög mikill og það gufar upp nálægt $\frac{1}{3}$ af heildaruppgufuninni þar. Eftir forþurrkarann þeytist pressukakan með loftstrauminum í gegnum þröngt op sem er á milli þurrkaranna. Í þessu opi er lofthraðiinn í kringum 50m/s sem gerir það að verkum að blöndunin á þurrklofti og pressuköku verður fullkomin. Þegar í eftirþurrkarann er komið hægist á öllu ferlinu, fínustu mjölagirnar fara með loftstrauminum í gegnum þurrkarann og í sykklona en þyngri agnirnar sem þurfa lengri þurrktíma setjast í þurrkarann og berast út úr honum með rötornum og þurrkloftinu. Einn stærsti Dyno-Jet þurrkarinn í dag eimar 11 tonn af vatni á klst.

3.2.4. Gufuþurrkarar

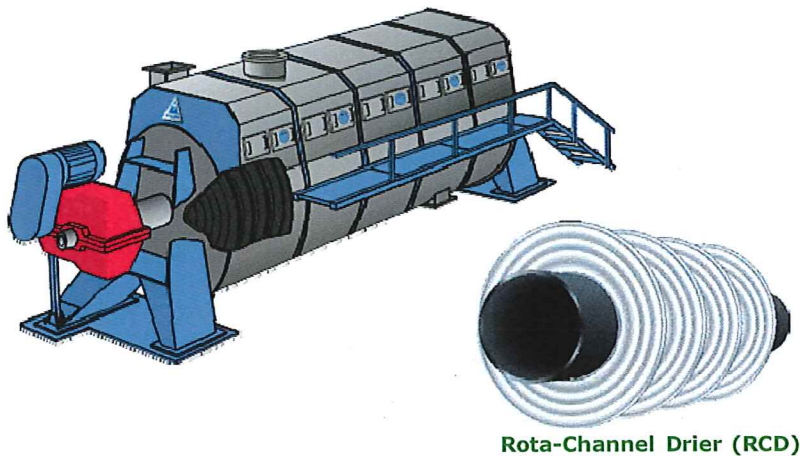
Við þurrkun í gufuþurrkara eru hitaflétir þurrkarans hitaðir innan frá með gufu og flyst varminn frá þeim í efnið. Loft er sogað í mótstraum við efnið og flytur það vatnið burt. Einkenni gufuþurrkara eru lítið loftmagn, langur dvalartími og auðveld þurrkun með mikilli kjarnaþblöndun.

Af gufuþurrkurum eru þrjár gerðir helstar:

Röraþurrkari er þannig gerður að gufuhitið rör liggja langsúð eftir þurrkaranum. Miklar varmaspennur geta myndast í löngum þurrkurum og er þá meiri hættu á leka.

Rörspíralþurrkari er þannig gerður að rörspíralar eru með jöfnu millibili þvert á langás þurrkarans. Með þessu fæst hlutfallslega stærri hitaflötur en í röraþurrkara og varmaspennur eru ekki vandamál. Einnig fæst betri blöndun.

Diskaþurrkari er þannig gerður að diska- eða skífupör eru með jöfnu millibili hornrétt á holan snúningsásinn, sjá mynd 10. Rýmið inni í hverju diskapari er hitað með gufu. Ytra mál diska er minna en innra mál þurrkara og færast efnið fram eftir bilinu þar á milli með aðstoð stýriskóflna sem soðnar eru á ytri brún diskanna. Ofan úr „lofti“ þurrkarans koma fastar sköfur sem skafa efnið frá hitaflötunum. Hlutfallslegur hitaflötur er stór og má þá ná góðri blöndun.



Rota-Channel Drier (RCD)

Mynd 10. Gufuþurrkari frá Atlas-Stord.

Við gufuþurrkun ráða önnur sjónarmið en við þurrkun í loftþurrkurunum og dreifing skiptir ekki eins miklu máli þar sem varminn kemur ekki úr loftinu. Gufuþurrkarar hafa orðið allsráðandi á Norðurlöndum ef frá er talið Ísland.

Tafla 4. Samanburður gufuþurrkunar og loftþurrkunar

<p>Við gufuþurrkun þarf að hafa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vel hakkað hráefni • góða blöndun • sem stærstan hluta hitaflatarins í snertingu við efnið • skelmyndun á hitaflati í lágmarki • hæfilega mikinn hitamun yfir hitaflatinu 	<p>Við loftþurrkun þarf að hafa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vel hakkað hráefni • góða blöndun • góða fyllingu • sem hæst rakastig lofts í endakassa
<p>Kostir gufuþurrkara umfram loftþurrkara eru eftirtaldir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • minni mengun og einfaldari lofthreinsikerfi • auðveldara er að ráða við þykkisíblöndun • ekki verða vandræði með nítrít og nítrósamín • auðveldari varðandi varmaendurvinnslu 	<p>Kostir loftþurrkara umfram gufuþurrkara eru eftirtaldir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • meiri sveigjanleiki í afköstum • styttri dvalartími • meiri stýrimöguleikar • minni fjárfesting (eldþurrkun) • minni raforkunotkun • minna viðhald/slit

3.2.5 Meðhöndlun lofts frá þurrkurum

Mjölagnir í afgasi frá þurrkara eru fjarlægðar í mjölcykloni. Þegar hreinsa skal loft frá þurrkara er það yfirleitt gert í svokölluðum þvottaturnum. Þvottaturnar þessir eru þannig gerðir að þurrkloftinu er stýrt upp í gegnum turninn á meðan vatn lekur eða því er úðað niður á móti loftinu.

Við þetta tekur kalt þvottavatnið, oftast sjór, upp varma og vatnsgufan úr loftinu þéttist og það kólnar.

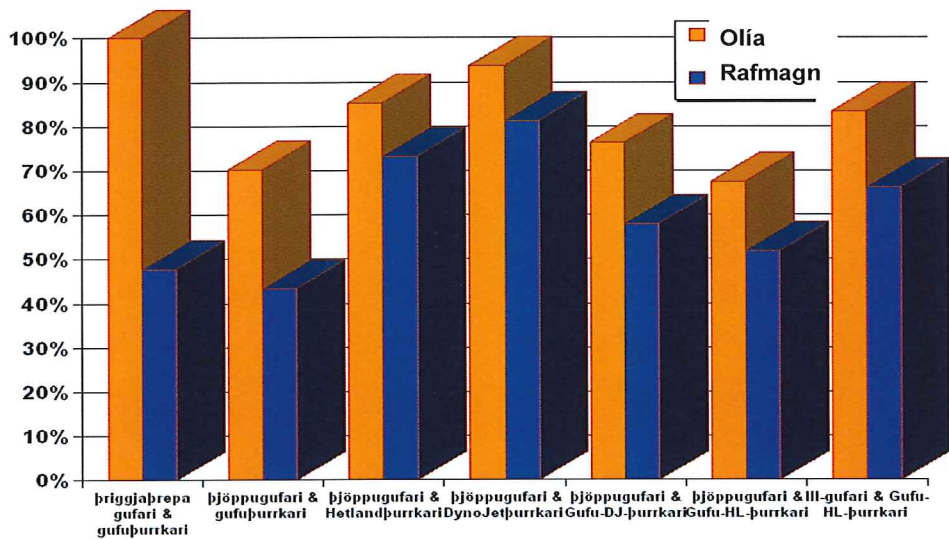
Algengasta útfærslan er sú að vatni er úðað á móti loftinu á einum eða fleiri stöðum. Það safnast síðan á palla eða syllur þar sem loftinu er stýrt upp í gegnum vatnsteppi áður en það mætir vatnsúðanum.

Í þvottaturnum sem þessum er auk vatnsgufu og varma fjarlægður hluti þeirra mengunarefna sem myndast við þurrkunina. Til að fjarlægja meira af mengunarefnunum er hægt að senda loftið í gegnum þvottaturna með efnablöndu í stað vatnsins.

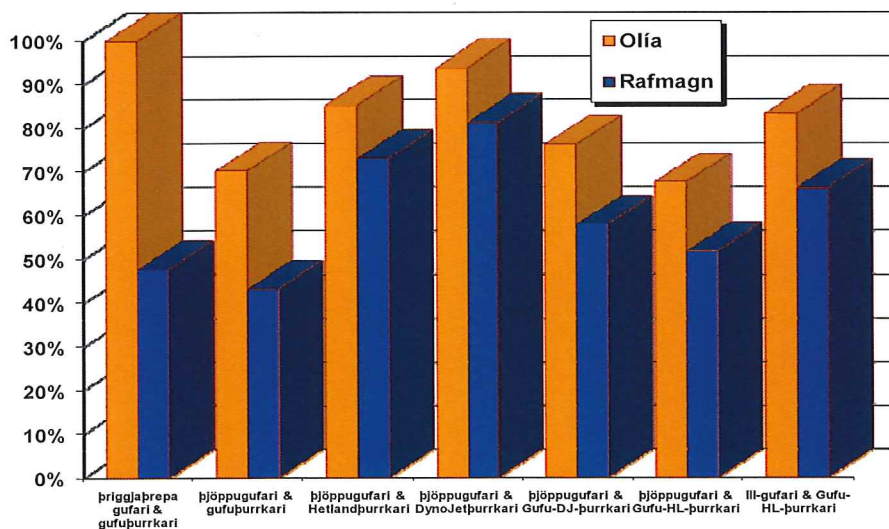
Oft er hægt að nota varmann sem fæst úr þurrkloftinu til forhitunar annars staðar í vinnslurásinni. Þegar þetta er gert eru tvö þrep í turninum. Neðra þrepið er varmaendurvinnsluþrep en á efra þrepinu er loftið síðan kælt nægilega mikið til að senda í skorstein.

4. Notkun á hermilkönnum í fiskimjölsvinnslu.

Á síðustu árum hefur orðið mikil breyting á orkunotkun fiskimjölsverksmiðjanna þar sem flestar verksmiðjur hafa verið að breyta gufuköttlum úr olíudrífnum kötlum yfir í rafdrifna. Samfara því hafa margar verksmiðjur verið að hagræða í rekstri til þess að minnka rekstrakostnað og samtímis að draga úr útstreymi gróðurhúsalofttegunda. Myndir 11 og 12 sýna hvernig þróunin hefur verið á milli tveggja ára. Olíuverð hefur hækkað hlutfallslega meira en rafmagn sem endurspeglast greinilega í orkukostnaði verksmiðjanna.



Mynd 11. Hlutfallslegur orkukostnaður eftir mismunandi ferlum – janúar loðna miðast við verðlag apríl 2007.



Mynd 12. Hlutfallslegur orkukostnaður eftir mismunandi ferlum – janúar loðna miðast við verðlag september 2009.

4.1 Líkanið

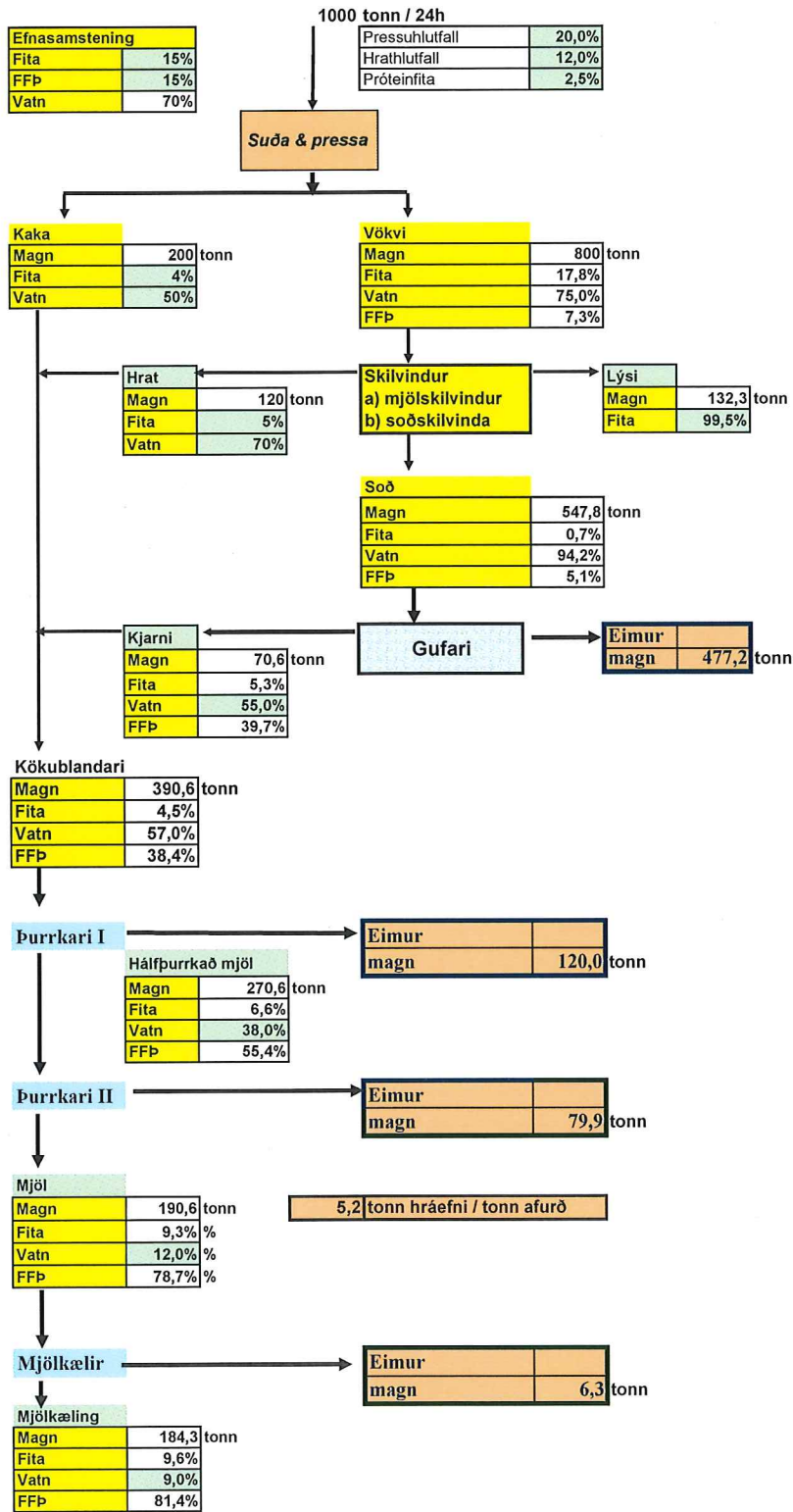
Þróuð hafa verið tvö líkön. Skýrslunni fylgir hagnýt útgáfa líkansins sem nýtist við ákvarðanatöku. Fræðilega útgáfan er í áframhaldandi vinnslu.

Mynd 12 sýnir massastreymi hagnýta líkansins. Þar sést hvernig líkanið getur nýst við ákvörðunartöku. Miðað er við afköst 1000 tonn á sólarhring. Grænlitaðir reitir eru innslegin gildi. Samsetning hráefnis er sett inn og valin eru jaðargildi sem ráðast af hráefni miðað við árstíma og aldur. Tafla 5 gefur efnasamsetningu mismunandi hráefna.

Tafla 5. Efnasamsetning mismunandi hráefnis

		Fita %	FFþ %	Vatn %
Loðna	Janúar	15	15	70
	Mars	17	15	68
Síld	Maí	5	21	74
	September	18	19	63
Makrill	Júní	19	20	61
	Ágúst	25	18	57
Kolmunni	Maí	2	21	77
	Ágúst	8	20	72

Hráefni Loðna



Mynd 13 Vinnslurás loðnu í janúar, 1000 t / 24 klst. Massastreymi.

Tafla 6. Vinnslurás loðnu í janúar, 1000 t / 24 klst.
Hlutfallsleg skipting á eim á milli vinnslueininga

Hlutfall af eim í gufara	69,8%
Hlutfall af eim í þurrkara I	17,6%
Hlutfall af eim í þurrkara II	11,7%
Hlutfall af eim í mjölkæli	0,9%
	100%

5. Niðurlag

Gert hefur verið líkan í excel sem hermir vinnslurás fiskimjölsverksmiðju, massa- og orkuflæði. Líkanið hefur verið notað til að bera saman mismunandi þurrkferla (gufun og þurrkun), nýtingu og orkunotkun. Niðurstöður hafa nú þegar verið notaðar í nokkrum verksmiðjum til að bæta nýtingu gufunar. Niðurstöður hafa einnig verið kynntar, fyrst sem milliniðurstöður 2007 á vorráðstefnu Félags Íslenskra Fiskimjölsframleiðenda og líkanið var notað við gerð fyrirlestra á vorráðstefnu 2009. Haldin hafa verið námskeið fyrir fiskimjölsframleiðendur þar sem niðurstöður verkefnisins voru kynntar og eins hafa niðurstöður nú þegar verið nýttar við ákvörðunartöku við breytingar á vinnsluferli verksmiðja. Líkanið hefur verið notað við kennslu í HÍ, HA og HR, þ.e. bæði við þróun og að endurbæta líkanið og eins við útreikninga við prófun þess. Haldið verður áfram á þeirri braut að nýta líkanið við kennslu og eins til að sannprófa það og bæta. Fiskimjölsvinnsluferillinn er sífellt að breytast og nýjar vinnslueiningar að koma inn í ferlið eins og t.d. er núna fyrirhugað að setja himnusíun inn í vinnslurásinna til að lækka saltinnihald mjölsins og einnig að fjarlægja vatn sem annars væri fjarlægt í gufurum.

Viðauki

1. Fyrirlestur: Samspil hráefnis og þurrkara á mjöl. FÍF vörðstefna 13. Apríl 2007
2. Fyrirlestur: Massavægi gulldeplu. FÍF vörðstefna 24. Apríl 2009
3. Líkan 2, Fiskimjölsvinnsla, fræðilegt líkan í vinnslu
4. Líkan 1, FiskimjölsvinnslaLL1.xls á exclel formi, hagnýt útgáfa

FÍF Félag Íslenskra Fiskmjölsframleiðenda Vorráðstefna haldin 13. apríl 2007

Samspil hráefnis og þurrkara á mjölgæði

Sigurjón Arason
 Matis ohf,
 H.Í.

© 2006 Baldur Jónasson

Efnistöð

- ✓ Matís ohf.
- ✓ Hráefnisgæði
- ✓ Mjölgæði
- ✓ Orkunotkun

Sameining

Matís ohf.

- Markmiðið með stofnun Matís.
 - Efla nýsköpun og auka verðmæti matvæla
 - Stuðla að öryggi matvæla og heilsu
 - Stunda öflugt rannsókn- og þróunarstarf
 - Efla samkeppnishæfni íslenskrar matvælaframleiðslu á alþjóðlegum vettvangi

Lykill að velgengi

- Matís hefur átt langt og farsælt samstarf við menntastofnanir, bæði hérlendis og erlendis.
- Matís hefur gert samstarfssamninga við:
 - Háskólann á Akureyri
 - Háskóla Íslands
 - Hólaskóla
 - Sjávarútvegsskóla Háskóla Sameinuðu þjóðanna
- Matís starfar með mörgum fyrirtækjum og stofnunum að rannsóknum og þróun.

Matís - starfsemi um allt land

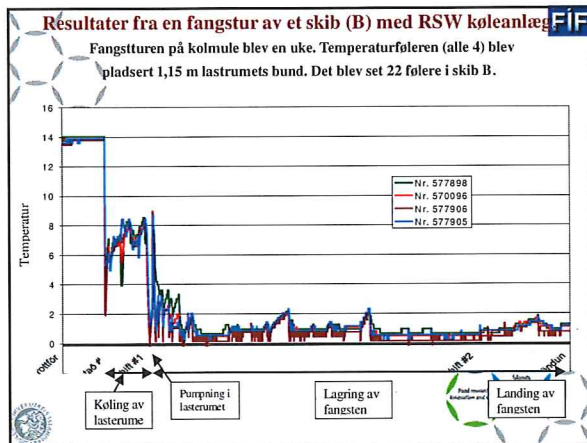
Optimal storage technology on board purse seiners - P 00076

Temperaturmálningar om bord –
 Indflydelse av råvarens kvalitet på fiskmel

Nordisk Industrifond
 Institut for Innovation og Strategisk Udvikling

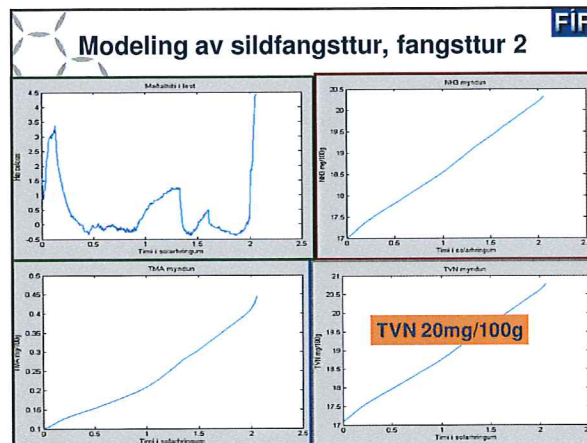
SSSE
 VIKSANDVIK GROUP
 YORCK
 SKIPATÆKNI
 Varðin

Viser hvordan udstyrene bliver pladsert i et lasterum om bord, set oppen fra.



Kemiske målinger av fangsten fra skib (A) med CSW køleanlæg

Kolmule	Protein (Nx6.25)	Fedt (Soxhlet)	Vand	Salt NaCl	TVN	
Merkning	%	%	%	%	mg N/100g	pH
Hel fersk 19.9	15,8	8,6	73,2	0,5	19,2	6,92
Hel den ferskeste 24.9	17,3	6,2	73,6	0,6	35,9	7,13
Hel den ældste 24.9	17,6	4,9	74,6	0,5	143	7,2
Væske av ferskeste 24.9	1,5	3,2	92,9	2	23,3	7,01
Væske av ældste 24.10	5,1	4,6	89,7	1,4	166	6,8




Eðliseiginleikar fiskmjöls

M.Sc. verkefni í matvælafræði
 Jón R. Gunnarsson o.fl.

Markmið


- Athuga áhrif þurrkara á eðliseiginleika fiskimjöls.
 - Athuga áhrif árstíðar á eðliseiginleika fiskimjöls.
 - Lítillega athuga mun á kolmunnamjöli og loðnumjöli.



J. R. Gunnarsson o.fl., 2004

Þurrktími og lokahitastig mjöls


	Gufuþurrkari	Hetland	DynoJet
Dvalartími (mín)	80	24	12
Mjölhiti (°C)	98	78	78



J. R. Gunnarsson o.fl., 2004

Uppsetning - fiskimjölsverksmiðjur


- Sýni fengin frá 7 fiskimjölsverksmiðjum (heild).
 - 6 verksmiðjur á vetrarloðnuvertíð 2002.
 - 2 verksmiðjur með Dyno-Jet loftþurrkara.
 - 3 verksmiðjur með Hetland loftþurrkara.
 - 1 verksmiðja með gufuþurrkara.
 - 3 verksmiðjur á sumarvertíð 2001.
 - 1 verksmiðja með Dyno-Jet loftþurrkara.
 - 2 verksmiðjur með Hetland loftþurrkara.
- Sýni voru "commercial".



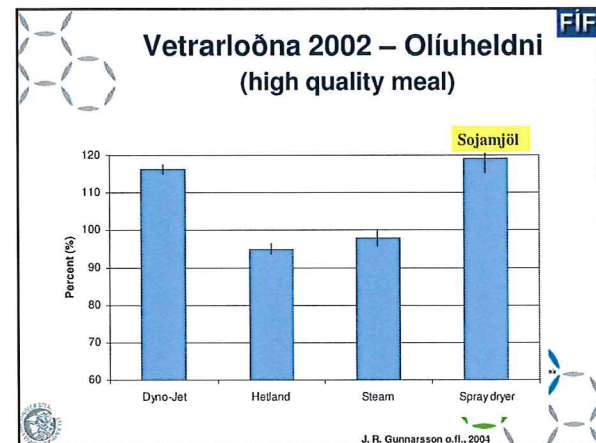
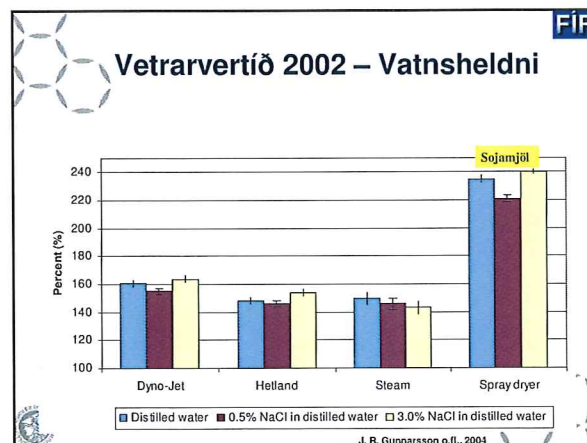
J. R. Gunnarsson o.fl., 2004

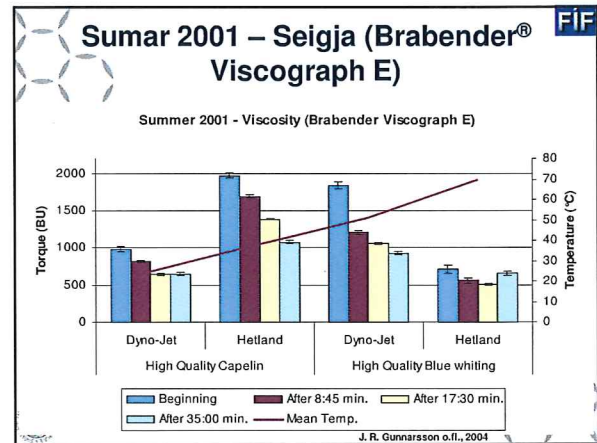
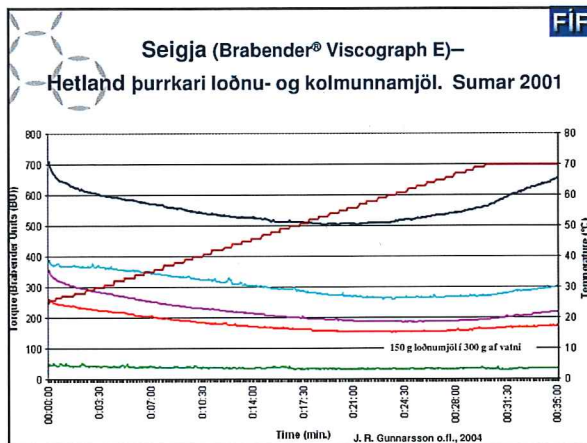
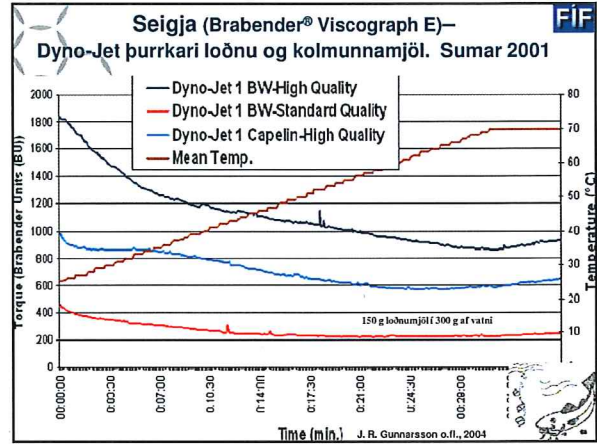
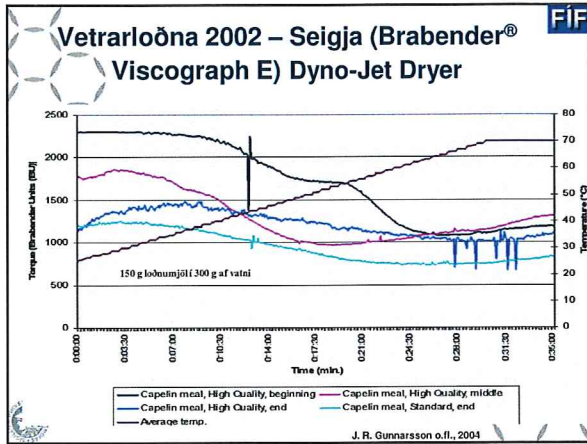
Mælingar - Eðliseiginleikar

- Vatnsvirkni (aw).
- Vatnsheldni.
 - Eimað vatn.
 - 0.5% NaCl + eimað vatn.
 - 3.0% NaCl + eimað vatn.
- Oliuheldni.
- Uppleysanleiki.
 - Eimað vatn, 0.5% og 3.0% NaCl + eimað vatn.
- Prótein leysanleiki.
 - Eimað vatn, 0.5% og 3.0% NaCl + eimað vatn.
- Kornastærð.
- Flottala (flow index).
- Rúmeðlisþyngd.
- Þjöppunarrúmeðlisþyngd.
- Seigja.
 - Brabender® Viscograph E.
- Litmælingar.
- Blotnun (wettability).



J. R. Gunnarsson o.fl., 2004



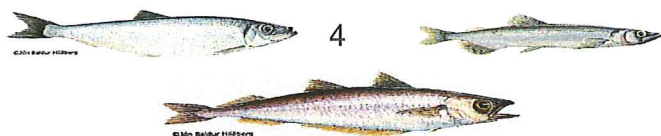


Ályktun-samantekt

- Vetrarloðnuvertíð 2002.
 - Þurrkarar höfðu áhrif á eðliseiginleika fiskimjöls.
 - Dyno-Jet gefur aðrar niðurstöður en aðrir þurrkarar sem skoðaðir voru. Hér voru sérstaklega skoðaðir eiginleikar sem eru mikilvægir í fiskeldisfóðri.
 - Breytileiki í eðliseiginleikum með tíma. Erfitt að sjá ákveðið mynstur.
- Brabender® Viscograph E sýndi greinilegan mun á gæðaflokkum og árstíðamun.


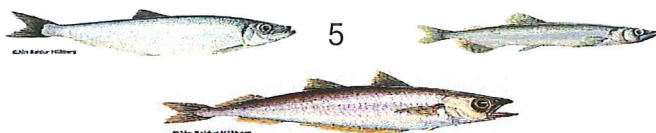
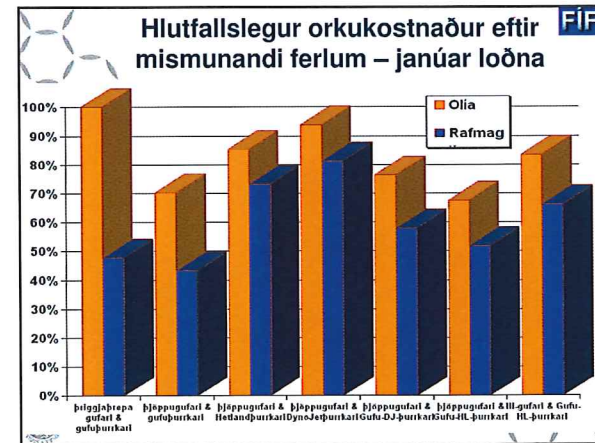
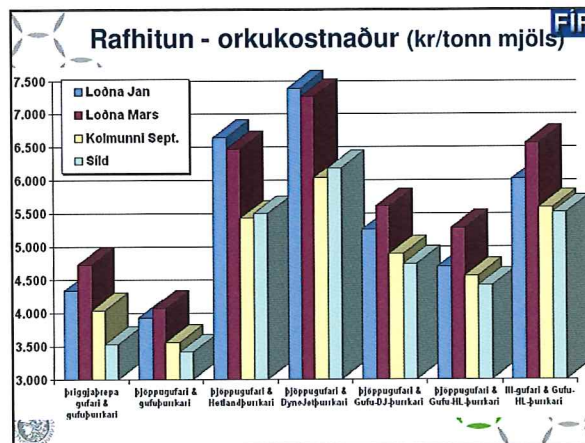
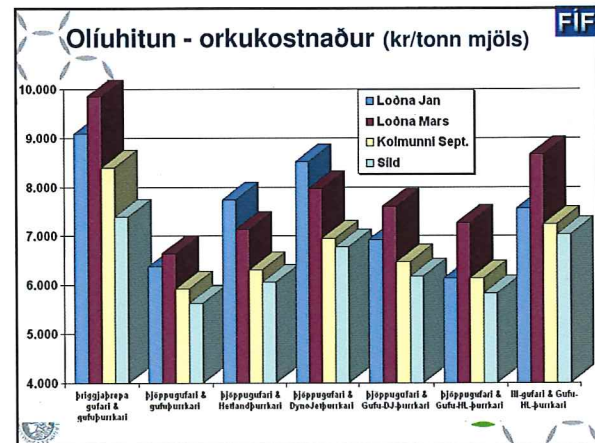
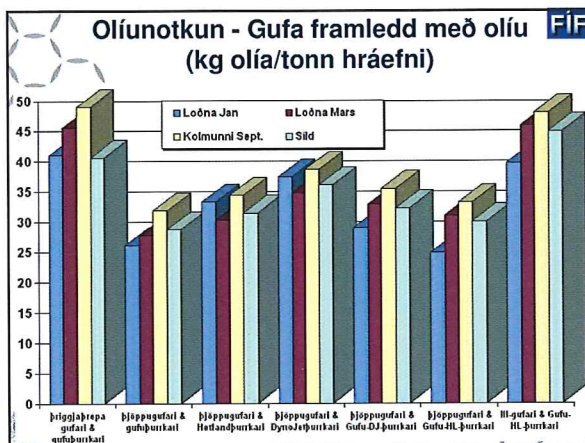
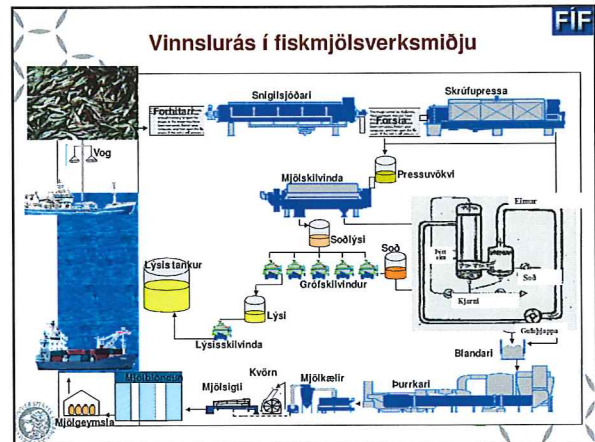
Ályktun-samantekt

- Sumarvertíð 2001.
 - EKKI áberandi munur á milli Dyno-Jet og Hetland.
 - Eðliseiginleikar kolmunnamjöls litlu betri en eðliseiginleikar loðnumjöls af sumarvertíð.



Orkunotkun við fiksmjöl er háð

- Hráefni
- Vinnslubúnaði
- Verklagi - verkþekkingu
- Hugbúnaði
- Afurð

Orkunotkun við fiskmjölsvinnslu – þriggjaþrepa gufari & gufuþurrkari-loðna janúar FÍF

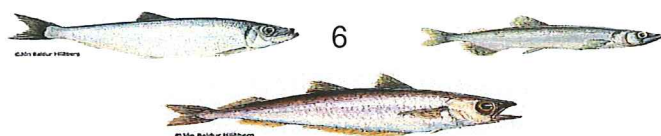
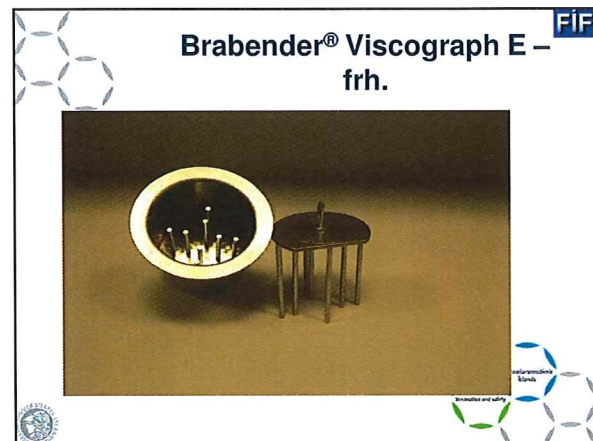
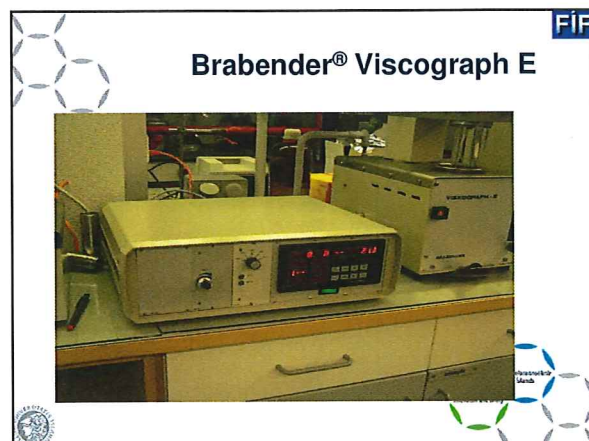
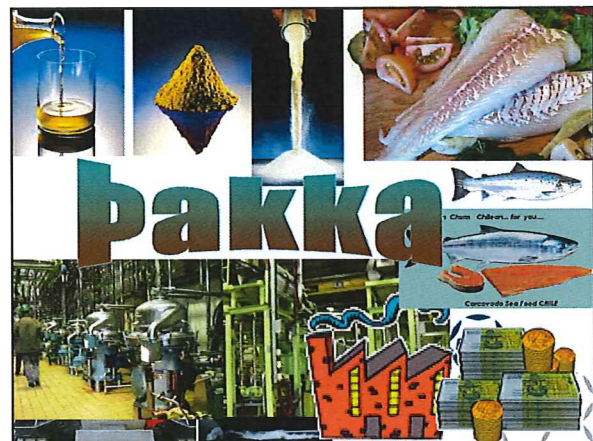
Orkunotkun	Olía	
	kg olía/tonn hráefni	kWh/tonn hráefni
Suða	4	43
Gutun III þrepa	14	134
Þurrkun - gufuþurrkun	19	191
Hitun (10%)	4	37
Samtals	41	445
Rafmagn (kWh)	40	40
Orkukostnaður kr/tonn afurð	9.085	4.341

Orkunotkun við fiskmjölsvinnslu – þjöppugufari & Hetlandþurrkari FÍF

Orkunotkun	Olía	
	kg olía/tonn hráefni	kWh/tonn hráefni
Suða	8,6	85,0
Gutun þjappa	0,0	11,7
Þurrkun - loftþurrkun	21,6	0,0
Hitun (10%)	3,1	31,0
Samtals	33,4	167,7
Rafmagn (kWh)	40	40
Orkukostnaður kr/tonn afurð	7.745	6.647

Orkunotkun við fiskmjölsvinnslu – þjöppugufari & Gufu-HL-þurrkari FÍF



Orkunotkun	Olía	
	kg olía/tonn hráefni	kWh/tonn hráefni
Suða	2,2	21,3
Gutun þjappa	0,0	11,7
I. Þurrkun - gufuþurrkun	10,8	106,5
II. Þurrkun - Loftþurrkun	9,6	0,0
Hitun (10%)	2,4	23,4
Samtals	24,9	202,8
Rafmagn (kWh)	40	40
Orkukostnaður kr/tonn afurð	6.137	4.706



FÍF Félag Íslenskra Fiskmjólsframleiðenda Vorráðstefna haldin 24. apríl 2009


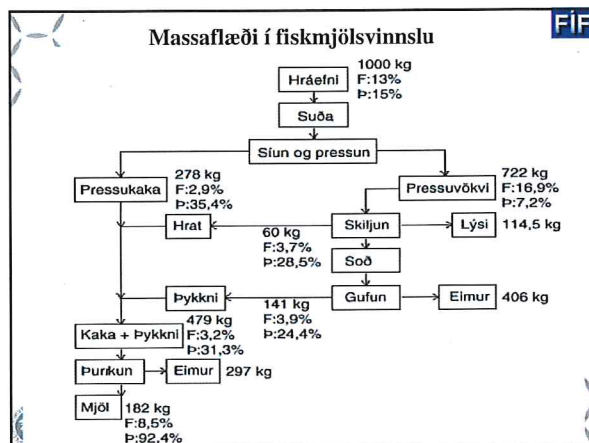
Massabalance við Gulldepluvinnslu

Sigurjón Arason
 Matis ohf,
 H.Í.

Aðalþátttakendur í tilraununum

HB Grandi
 SVN

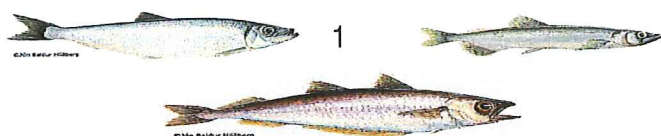
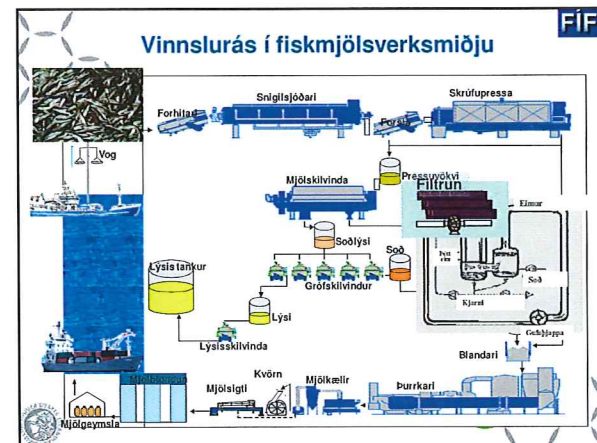
Mat á afurðaverðmæti 50.000 tonna af gulldeplu miðað við fyrstu upplýsingar

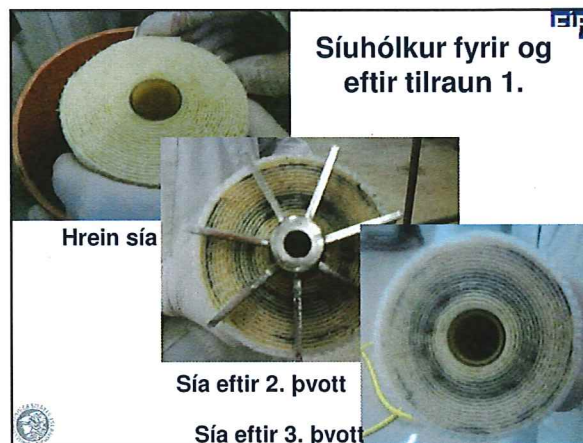
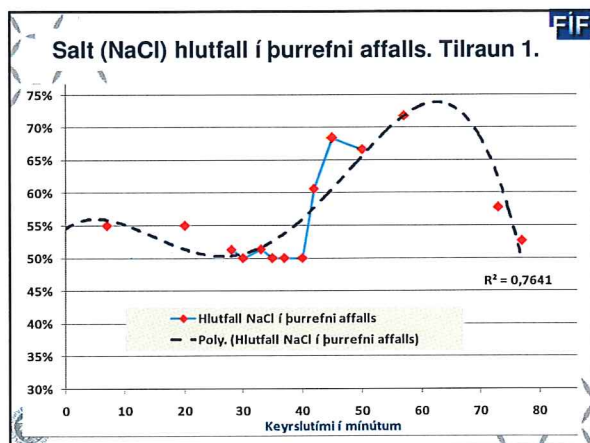
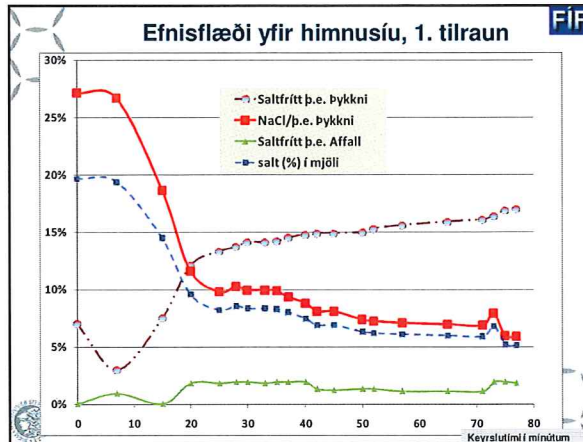
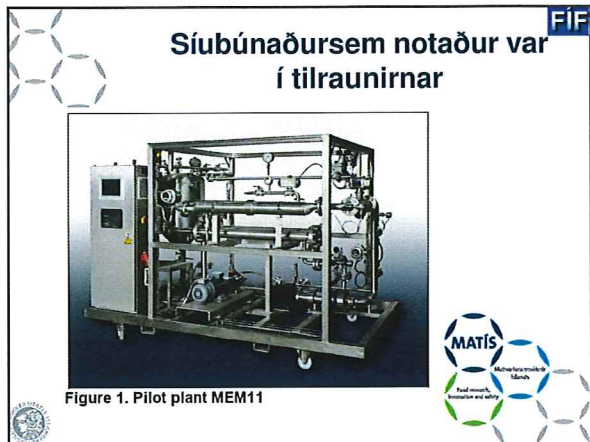
Hráefni	1000
Prótein (Nx6,25)	12,3
Fita	20,6
Vatn	63,7
Salt NaCl	0,65
Mjöl	192,2
Prótein (Nx6,25)	66,2
Fita	8
Vatn	9
Salt NaCl	3,6
Lýsi	192,1
Verðmæti per tonn af hráefni	46.166
Hráefniaverð per tonn	30.021
Ársfalli	50.000 tonn
Afurðaverðmæti	2.309 millj
Afiaverðmæti	1.501 millj

Nýting burrefnis 98 %
 Nýting fitu 99 %
 Hráefnis hluti vinnsluáætlaðar 64 %
 Væð Gæði
 mjöl fita mjöl
 1150 1000 115

Vinnsla á gulldeplu – ekki reiknað með neinu tapi

Hráefni	1000
Prótein (Nx6,25)	13,3
Fita	19
Vatn	64,5
Salt NaCl	1,6
Mjöl	194,8
Prótein (Nx6,25)	66,9
Fita	8
Vatn	9
Salt NaCl	8,2
F.F,Pe	83
Steinefni	7,9
Lýsi	172,7



Úrvinnsla - massavægi við sigtun og síun – tilraun 2.
Ein keyrsla yfir himnuna

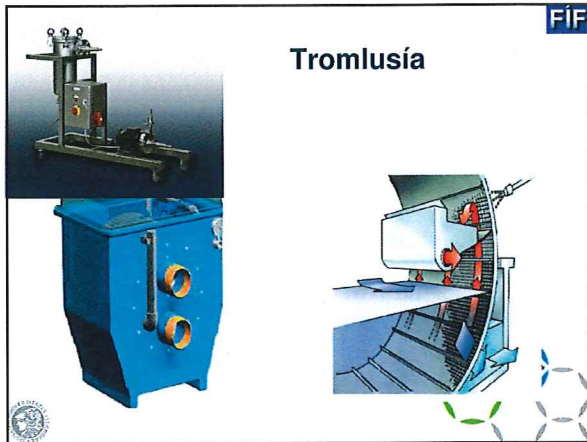
	Soð	bykkni	Affall	Sigti Hrat	"Tap"
Magn (kg)	211,8	108	84	1,92	17,88
þurrefni (kg)	15,2	10,3	1,7	0,41	2,90
Salt (kg)	4,0	1,8	1,5		0,67
Salt per þurrefni (%)	26,4%	17,9%	90,0%		23,2%
þurrefnis streymi		67,3%	11,0%	2,7%	19,0%
Salt streymi		45,6%	37,6%	0,0%	16,7%

MATIS
Matheisvinnsla
Hætt, næfni, innviðing og sýni

Efnafræðingur á efnastraumum við sigtun og síun – tilraun 2.
Ein keyrsla yfir himnuna

	Salt NaCl	Vatn	Fita	þurrefni (salt og fitu frítt)
Soð	1,9	90,9	1	7,2
Sigti Hrat		78,7	0,4	21,3
Affall	1,8	96,2	0,1	2
bykkni	1,7	88,8	1,5	9,5

MATIS
Matheisvinnsla
Hætt, næfni, innviðing og sýni



Orkusamanburður

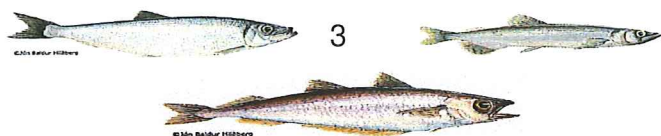
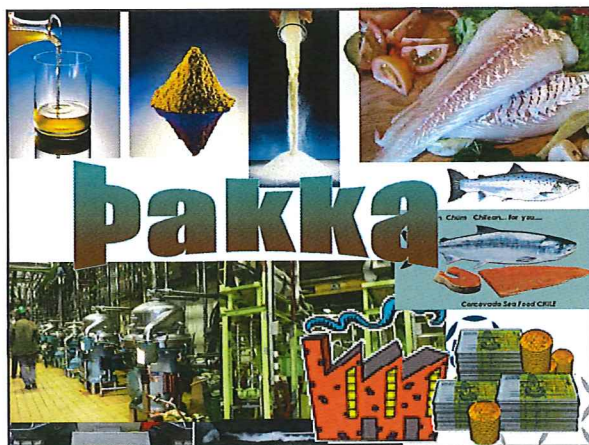
Mismunandi kerfi	kJ/kg eimur
Himnusíun	115 - 460
Frysting	800 - 1500
Gufun	395 - 2250
Eitt þrep	2250
Tveggja þrepa	1115
Þriggja þrepa	745
Fjögra þrepa	535
Fimm þrepa	395
Þjöppu gufari	75-250

Vinnsla á guldeplu –

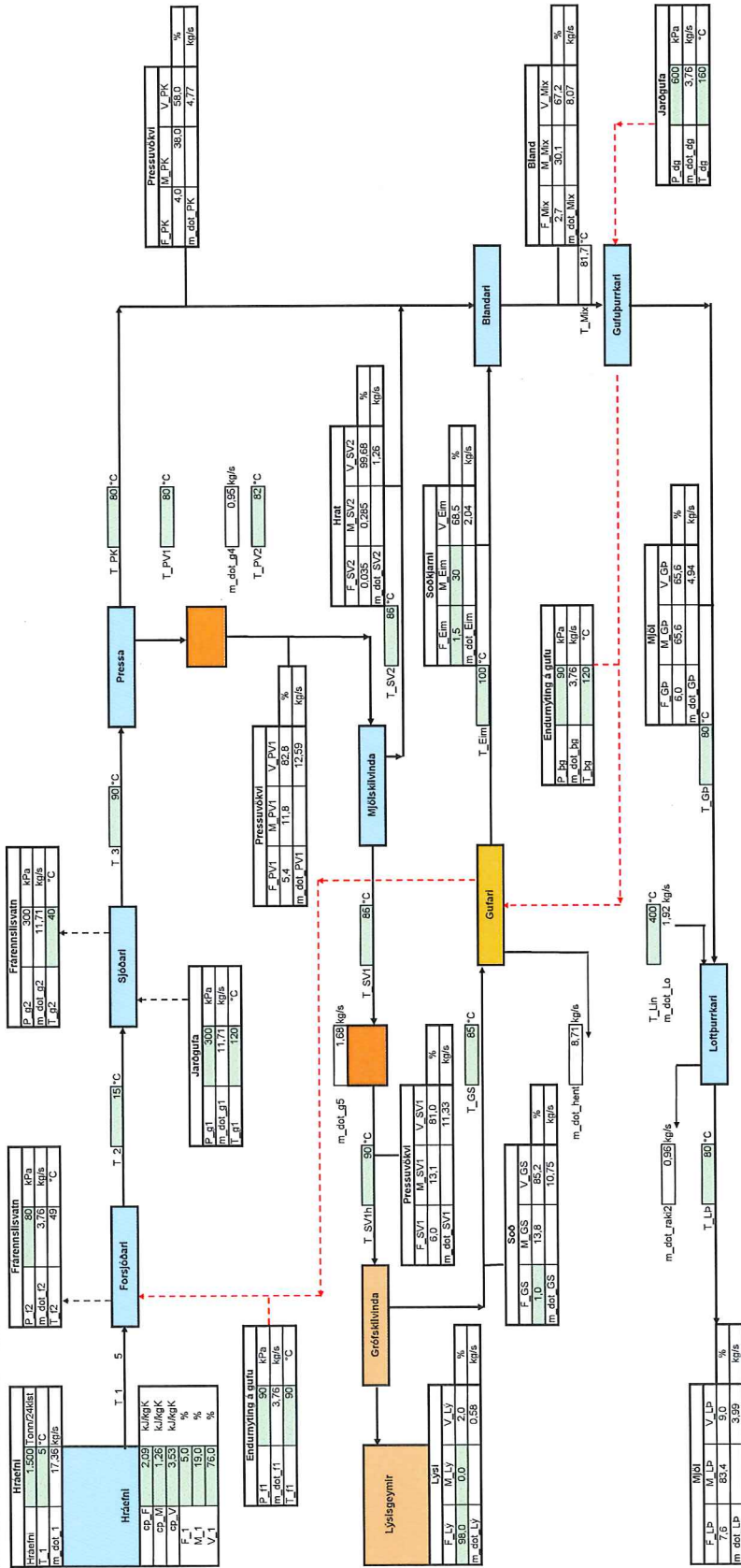
Með salti		Síað	
Hráefni	1000	Hráefni	1000
Prótein (Nx6,25)	13,3	Prótein (Nx6,25)	13,3
Fita	19	Fita	19
Vatn	64,5	Vatn	64,5
Salt NaCl	1,6	Salt NaCl	1,6
Mjöl	194,8	Mjöl	178,3
Prótein (Nx6,25)	66,9	Prótein (Nx6,25)	71,1
Fita	8	Fita	8
Vatn	9	Vatn	9
Salt NaCl	8,2	Salt NaCl	4,1
F.F.Þe	83	F.F.Þe	83
Steinefni	7,9	Steinefni	6,0
Lýsi	172,7	Lýsi	171,7

Hvað ræður vali á kælibúnaði?

- Hráefnisgæði
- Gæðakröfur ≈ Hráefnisverð
- Kælingarhraðinn
- Vinnsluleiðir
- Lengd sjóferða
- Afli á sóknareiningu
- Rými-/stærð skips



Fiskimjölsilíkan



SKYRINGAR

- Milligeymat hlæðir upp frá 300 kPa þynging við 300 kPa þynging
- Innlegginn gjafi
- Reiknuð gjafi

Framleiðsla 41,7 kg/klst **1000** tonn 24 klst

Fiskmjöl - orkunotkun

Orkukostnaður samanburður rafmagn:olía

kcal	kJ
1	4,184
	3600
kcal/kWh	860,42

10.400 kcal/kg (brennslugildi olíu) 12,1 kWh/kg
860 kcal/kWh (orkugildi rafmagns)

Nýtni í katli 0,85 => 10,3 kWh/kg

Fiskmjöl - orkunotkun

Orkuverð á olíunni er 110 kr/kg
Hámarksverð á rafmagni má vera (fjármagnskostnaði er sleppt)

110 kr/kg 10,7 kr/kWh
10,3 kWh/kg

Fiskmjöl - orkunotkun

Gufuframléiðsla miðað við 160°C heita gufu
Olía 1kg gefur 15 kg af gufu en algeng nýting í olíukatli er 0,85 og þess vegna fást 13 kg af gufu út úr hverju kg olíu.

Rafmagn 1 kWh gefur 1,3 kg af gufu en algeng nýting í rafkatli er 0,97 og þess vegna fást um 1,25 kg úr hverri kWh.

Rafmagn 35-41 kWh per 100 kg mjöls **35** kWh **2,50** kr/kWh kr 87,5

30 kWh per 1000 kg hráefni
40 kWh per 1000 kg hráefni

Gufuorka við 100°C	2.560 kJ/kg	540 kcal/kg
Nýtni í olíukatli er	0,85	
Brennslugildi olíu	41.800	Raunbrennslugildi olíu 35.530
Gufuframleiðsla úr kg af olíu	16,3 kg gufa	
Gufuframleiðsla í olíukatli kg af olíu	13,9 kg gufa	
Gufuframleiðsla í rafkatli per kWh	1,4 kg gufa	

Upphitun

$$Q = m_w \cdot c_p \cdot \Delta T$$

t_2	t_1
90	5

Cp
Magn kg/klst

	Vatnsinnihald %		
0,0275	76	1,51	3,60
41.667			

Q

		kJ/tonn hráefnis	
kJ/klst	kW	Fræðilega	Raun
12.750.000	3.542	306.000	370.260
Gufupörf á klst =		5.642	6.826

Hráefni Loðna

Efnasamstening	
Fita	15%
FFþ	15%
Vatn	70%

1000 tonn / 24h

Pressuhlutfall	20,0%
Hrathlutfall	12,0%
Próteinfita	2,5%

Suða & pressa

Kaka	
Magn	200 tonn
Fita	4%
Vatn	50%

Vökvi	
Magn	800 tonn
Fita	17,8%
Vatn	75,0%
FFþ	7,3%

Hrat	
Magn	120 tonn
Fita	5%
Vatn	70%

Skilvindur
a) mjölskilvindur
b) soðskilvinda

Lysi	
Magn	132,3 tonn
Fita	99,5%

Soð	
Magn	547,8 tonn
Fita	0,7%
Vatn	94,2%
FFþ	5,1%

Kjarni	
Magn	70,6 tonn
Fita	5,3%
Vatn	55,0%
FFþ	39,7%

Gufari

Eimur magn	
	477,2 tonn

Kökublandari	
Magn	390,6 tonn
Fita	4,5%
Vatn	57,0%
FFþ	38,4%

Þurrkari I	
Hálfþurrkað mjöl	
Magn	270,6 tonn
Fita	6,6%
Vatn	38,0%
FFþ	55,4%

Eimur magn	
	120,0 tonn

Þurrkari II	
-------------	--

Eimur magn	
	79,9 tonn

Mjöl	
Magn	190,6 tonn
Fita	9,3%
Vatn	12,0%
FFþ	78,7%

5,2 tonn hráefni / tonn afurð

Mjólkælir	
-----------	--

Eimur magn	
	6,3 tonn

Mjólkæling	
Magn	184,3 tonn
Fita	9,6%
Vatn	9,0%
FFþ	81,4%

Fiskmjöl - lóðna
 Val á vinnslueningum, m.v.

41.7 kg/klst.

Gufnarvarmi kJ/kg

2.460

Mat á gufara:

Alköst:	0,4772	19.883 kg einnur/klst		
Alköst (eim kg/m ² •klst)	25	Flatarmál	795 m ²	
Öryggismörk (%)	15 =>		915 m ²	
Þriggja þrepa tæki - jöfn (m ²)			305 Gufnotkun (kg gufa/kg einnur)	0,420
Gufnotkun (kg/klst):	8.351			
Oliunotkun (kg á klst.)				

20.543.221 287 kWh/tonn eim

Mat á þurrkara - gufuþurrkari

Alköst:	0,11999	5.000 kg einn/klst		
Alköst	9 kg einn/m ² • klst	Flatarmál:	735 m ²	588 m ²
Öryggismörk (%)	25 =>			
Fjöldi þurrkara: 2 • 750m ² ; 1•350m ²			Gufnotkun (kg gufa/kg einnur)	1,3
Gufnotkun (kg gufa/klst):	6.500			
Oliunotkun (kg á klst.)				

15.988.806 888 kWh/tonn eim

Mat á þurrkara - Loffþurrkari

Alköst (kg einn/klst):	0,07994	3.331 kg einn/klst		
Alköst (kg einn/m ³ •klst)	45	Rúmmál:	74 m ³	
Öryggismörk (25%)	10	Rúmmál með öryggismörk:	81 m ³	
Fjöldi þurrkara: 3 • 150m ³			Gufnotkun (kg gufa/kg einnur)	1,45
Gufnotkun: kg gufa/klst	4.850			
Oliunotkun (kg á klst.)				

11.881.011 991 kWh/tonn eim

LT - þurrkun:	0,10	kg olía per kg eim
	4.180	kJ per kg eim
	13.922.799	1.161 kWh/tonn eim

Þjöppugufari
 kWh/tonn eim

25

Orkuþörf þurrkar ~ gufari ~ sjóðari ~ upphitun ≈ 40 ~ 30 ~ 20 ~ 10

Mat á gufara - Þjöppugufari:

Alköst:	0,4772	19.883 kg einnur/klst		
Alköst (eim kg/m ² •klst)	25	Flatarmál	795 m ²	
Öryggismörk (%)	15 =>		915 m ²	
Þriggja þrepa tæki - jöfn (m ²)			305 Gufnotkun (kg gufa/kg einnur)	0,420
kl-notkun (kg/klst):	1.789.479			
Oliunotkun (kg á klst.)				

1.789.479 25 kWh/tonn eim

Hráefni Loðna

Efnasamstæning	
Fita	15%
F.F.þ	15%
Vatn	70%

tonn/24h

1000

Pressuhlutfall	20%
Hrathlutfall	12%
Próteinfita	2,5%

Suða & pressa

Kaka

Magn	200 tonn
Fita	4%
Vatn	50%

Vökvi

Magn	800 tonn
Fita	17,8%
Vatn	75,0%
FFþ	7,3%

Hrat

Magn	120 tonn
Fita	5%
Vatn	70%

Skilvindur

a) mjölskilvindur
b) soðskilvinda

Lýsi

Magn	132,3 tonn
Fita	99,5%

Soð

Magn	547,8 tonn
Fita	0,7%
Vatn	94,2%
FFþ	5,1%

0,04 tonn

Gufari

Kjarni

Magn	70,6 tonn
Fita	5,3%
Vatn	55,0%
FFþ	39,7%

Eimur

magn 477,2 tonn

Hlutfall af eim í gufara	69,8%
Hlutfall af eim í þurrakar	30,2%

Kökublandari

Magn	390,6 tonn
Fita	4,5%
Vatn	57,0%
FFþ	38,4%

Þurrkari

Eimur

magn 206,2 tonn

Mjöl

Magn	184,3 tonn
Fita	9,6%
Vatn	9,0%
FFþ	81,4%

5,4 tonn hráefni/t afurð

150 tonn hráefni/tonn afurð

1000

Skýringar

Innslegið gildi
Reiknað gildi

Fiskungröð - lóðna
Val á vinnsluainningum, m.v.

41,7 kg/klst.

Gufunnavami kJ/kg

2.460

Mat á gufara:

Afköst:	0,4772	19.883 kg einur/klst
Afköst (eim kg/m ² •klst)	25	Flatarmál 795 m ²
Öryggismörk (%)	15 =>	915 m ²
Þriggja þrepa tæki - jöfn (m ²)	3 Stearó (m ²)	305 Gufunotkun (kg gufa/kg einur)
Gufunotkun (kg/klst):	8.351	0,420
Oliunotkun (kg á klst.)		

20.543.221

287 kWh/tonn eim

Mat á þurrkara - gufuburrkari

Afköst:	0,20621	8.592 kg ein/klst
Afköst	13 kg ein/m ² • klst	Flatarmál: 661 m ²
Öryggismörk (%)	25 =>	826 m ²
Þjöldi þurrkara: 2 • 750m ² ; 1•350m ²		Gufunotkun (kg gufa/kg einur)
Gufunotkun (kg gufa/klst):	11.170	1,3
Oliunotkun (kg á klst.)		

27.478.135

888 kWh/tonn eim

Mat á þurrkara - loftþurrkari

•Afköst (kg ein/klst):	0,20621	8.592 kg ein/klst
Afköst (kg ein/m ³ •klst)	45 Ránnmál:	191 m ³
Öryggismörk (25%)	10 Ránnmál með öryggismörk:	210 m ³
•Þjöldi þurrkara: 3 • 150m ³		Gufunotkun (kg gufa/kg einur)
•Gufunotkun: kg gufa/klst	12.459	1,45
Oliunotkun (kg á klst.)		

30.648.689

991 kWh/tonn eim

LT - þurrkun:		
	0,10	kg olía per kg eim
	4.180	kJ per kg eim
	35.915.761	1.161 kWh/tonn eim

Þjöppugufari
kWh/tonn eim

25

Orkusort
þurrkar ~ gufari ~ sjóðari ~ upphitun ≈

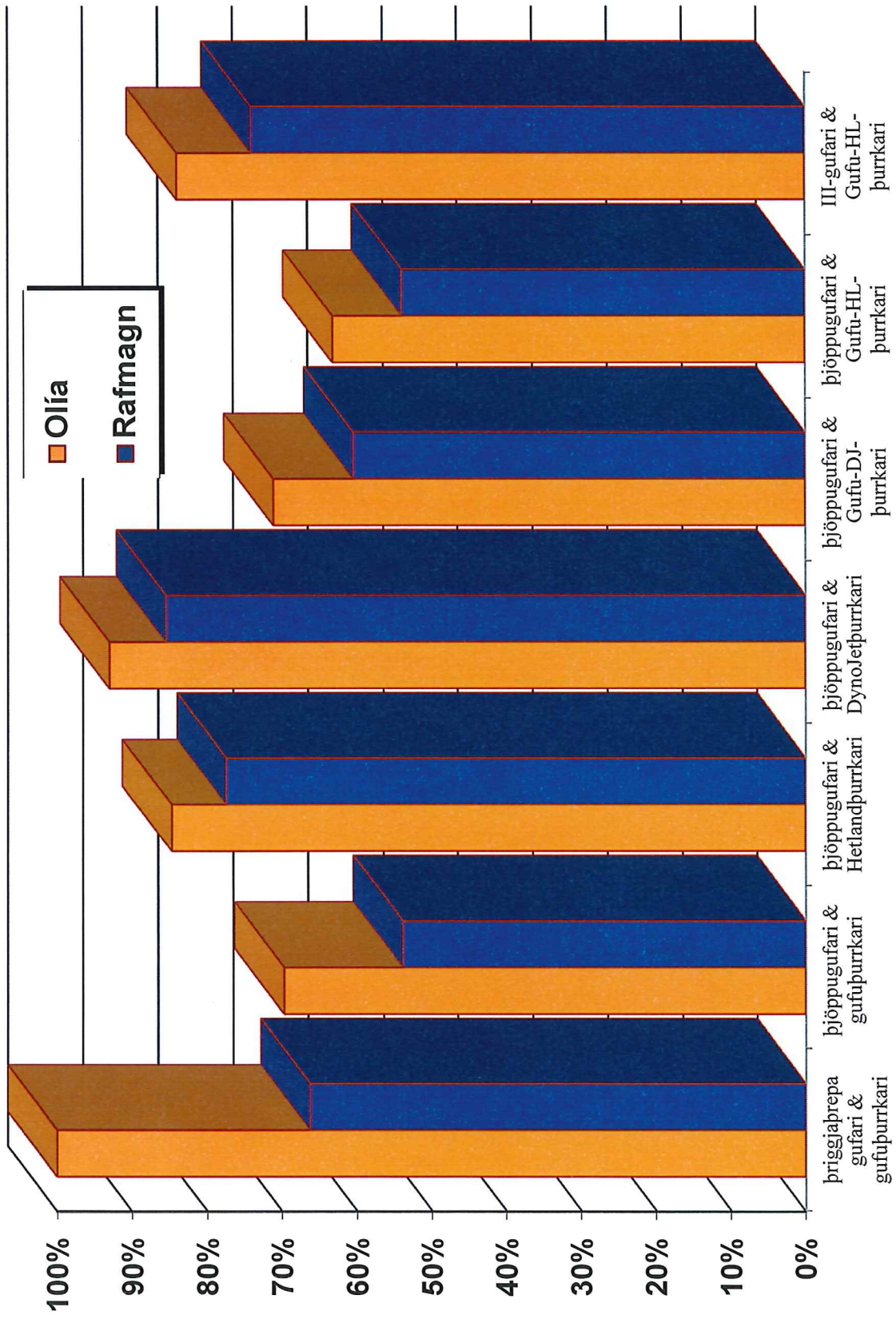
40 ~ 30 ~ 20 ~ 10

Mat á gufara - Þjöppugufari:

Afköst:	0,4772	19.883 kg einur/klst
Afköst (eim kg/m ² •klst)	25	Flatarmál 795 m ²
Öryggismörk (%)	15 =>	915 m ²
Þriggja þrepa tæki - jöfn (m ²)	3 Stearó (m ²)	305 Gufunotkun (kg gufa/kg einur)
kl-notkun (kg/klst):	1.789.479	0,420
Oliunotkun (kg á klst.)		

1.789.479

25 kWh/tonn eim





Verkefnauppgjör fyrir verkefnið: Nýting íslenskra orkugjafa í fiskimjölsiðnaði.

Kostnaðaruppgjör fyrir þátttakendur í verkefninu. Kostnaður sem fallið hefur fram að 27. okt 2009 er eftirfarandi:

Þátttakendur í verkefninu	Greining kostnaðar			Heildar kostn. Samtals	Sótt um til Orkusjóðs	Eigin fjárm.
	Launakostn.	Fastur kostn.	Ferðakostn.			
Matís	1.450	950	65	2.465	500	1.965
Baldur Jónasson	850	350	45	1.245	500	745
Samtals	2.300	1.300	110	3.710	1.000	2.710

Sundurliðun kostnaðar á verkþætti er eftirfarandi:

Gagnasöfnun	371
Líkanagerð	779
Prófun Líkans	334
Arðsemis mat og endurhönnun vinnsluferla	631
Mælingar	557
Endurskoðun Líkans	334
Samantekt	705
Samtals	3710