



Nr. 28

20. júlí 1973

UM EYÐINGU LYKTAR OG EIMS FRÁ  
FISKMJÖLSVERKSMIÐJUM

Þórður Þorbjarnarson

Páll Ólafsson

E F N I S Y F I R L I T

bls.	1	<u>INNGANGUR</u>
"	2	<u>FISKMJÖLSVERKSMÍÐJUR Á ÍSLANDI</u>
"	4	<u>UPPSPRETTUR ÓLYKTARINNAR OG EÐLI HENNA</u>
"	6	<u>UM MÆLIKVARÐA FYRIR ÓLYKT OG MÆLINGAR Á HENNI</u>
"	7	<u>HVERNIG DRAGA MÁ ÚR LOFTMAGNI VIÐ ÞURRKUN</u>
"	7	<u>EIMURINN FRÁ ÞURRKURUNUM</u>
"	8	<u>ALLT SODIÐ EIMÐ Í ÞURRKURUM MEÐ PRESSUKÖKU</u>
"	9	<u>SODIÐ EIMÐ Í EIMURUM, ÞANNIG AÐ Í SOÐKJARNA</u> <u>SÉU 30% AF ÞURREFNI OG LÝSI</u>
"	9	<u>NOTKUN GUFUÞURRKARA</u>
"	10	<u>YFIRLIT, ER SÝNIR MAGN OG RÚMMÁL EIMS FRÁ ÞURRKURUM</u> <u>VIÐ LÖDNUVINNSLU, MIÐAÐ VIÐ HVERT TONN AF MJÖLI</u>
"	10	<u>AÐFERÐIR TIL LYKTEYÐINGAR</u>
"	12	<u>FORHREINSUN EIMSINS FYRIR LYKTEYÐINGU</u>
"	12	<u>ÞVOTTUR</u>
"	14	<u>ÞVOTTATURNAR</u>
"	14	<u>FYLLTIR TURNAR</u>
"	15	<u>VATNSÚDATURNAR</u>
"	18	<u>BRENNSLA</u>
"	18	<u>Brennsla í sérbyggðum ofni</u>
"	20	<u>Brennsla með aðstoð hvata</u>
"	22	<u>Brennsla í ofni eldþurrkara</u>
"	23	<u>Brennsla undir katli</u>

bls. 25	<u>OXUN Í VÖKVAFASA</u>
" 27	<u>MÓTLYKTAREFNI</u>
" 27	<u>HÁIR REYKHÁFAR</u>
" 28	<u>Hæð reykháfs miðað við hæð verksmiðjuhúss</u>
" 28	<u>Áhrif reykháfshæða á mestu mengun við jörð</u>
" 28	<u>DÆMI UM VERÐ TÆKJA OG BÚNAÐAR TIL LYKTEYÐINGAR O.FL.</u>
" 30	<u>HEIMILDIR</u>

## INNGANGUR

Á aðalfundi í Félagi ísl. fiskmjölsframleiðenda þann 11. júní 1971 var samþykkt að óska eftir því, að Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins framkvæmdi sem fyrst athugun á því, hvernig reyk og lykt í fiskmjölsverksmiðjum yrði eytt á hagkvæmasta hátt.

Skýrslan, sem hér fer á eftir, er samin að þessu tilefni. Í henni verður þó ekki að finna svör við þeirri spurningu, hvernig hagkvæmast sé að eyða reyk og lykt, enda engin ein lausn til á þeim vanda.

Hitt er sönnu nær, að margar lyktheyðingaraðferðir koma til greina og hafa verður hliðsjón af aðstæðum á hverjum stað, þegar valið er milli þeirra.

Þær aðstæður, sem hér er átt við, eru einkum þessar:

- 1) Vélakostur og fyrirkomulag véla í verksmiðju,
- 2) Byggð í næsta nágrenni og ríkjandi vindátt,
- 3) Þýðing verksmiðjunnar fyrir atvinnulíf staðarins,
- 4) Fjöldi rekstrardaga á ári.

Hér verður því reynt að skýra frá öllum helztu lyktheyðingaraðferðum, sem til greina koma og hve árangursríkar þær eru. Kostnaðartölur verða sýndar, þar sem það er hægt, en því miður er það ekki nærri alltaf.

Ólykt frá fiskmjölsverksmiðjum hefir verið vaxandi vandamál víða um heim, enda verksmiðjurnar víða þannig staðsettar, að reykur og ólykt hljóta að berast frá þeim yfir þéttbýl svæði, ef ekkert er að gert. Ekki er þó um það að ræða, að ólyktin sé hættuleg heilsu manna. Er um svo lítið magn ólyktarefna í reyknun að ræða og þau í svo mikilli þynningu (um  $300 \text{ mg/N m}^3$ )(1), að eiturverkanir eru með öllu útilokaðar. Ekki eru verksmiðjurnar heldur meiri háttar mengunarvaldar borið saman við ýmsan annan verksmiðjurekstur. En þær skera sig úr að því leyti, að ólyktar-

efnin, sem frá þeim stafa, eru mjög megn og með fádæmum hvímlendi. Má í því sambandi nefna, að sum þeirra eru náskyld efnum, sem mikið eru notuð víða um heim til þess að auðkenna annars lyktarlaust eldunargas.

Hreint og ómengað loft er meðal þeirra lífsgæða, sem hvað mest er lagt upp úr í velferðarríkjum nútímans. Það eru þessi lífsgæði, sem eru í húfi, þegar daunillan eim frá fiskmjölsverksmiðjum leggur yfir þéttbýl svæði.

Víða erlendis er nú hert mjög á öllum kröfum um ráðstafanir til að eyða ólykt frá fiskmjölsverksmiðjum. Segja má, að Reglugerð um varnir gegn mengun af völdum eiturefna og hættulegra efna, Stj.tíð. B. nr. 164/1972, sem gefin var út hér á landi 15. júní s.l., stefni í sömu átt.

Það er þó augljóst, að hér verður að taka þessi mál nokkuð öðrum tókum en þar sem fiskiðnaður er aðeins óverulegur hluti atvinnulífsins. Þess má líka minnst, að ekki eru mörg ár síðan fiskmjölslyktin var eins konar vorboði í allmörgum sjávarplássum hér á landi. Hún var þá tákn þess, að síldin væri komin og mesti annatími ársins færi í hönd.

Engu að síður verður að gera það, sem hægt er til þess að draga úr eða eyða ólyktinni frá fiskmjölsverksmiðjunum, þar sem hún er til ama. Einkum þarf að hafa í huga, þegar byggðar eru nýjar verksmiðjur eða gamlar endurbættar, að framkvæmdirnar séu við það miðaðar, að lyktarvandamálið verði viðráðanlegt.

### FISKMJÖLSVERKSMIÐJUR Á ÍSLANDI

Rétt þykir, áður en lengra er farið, að gera sér grein fyrir eðli vandamálsins, þ.e.a.s. hve margar verksmiðjurnar eru, hvornig þær eru í sveit settar og hve mikil verðmætasköpun þeirra er.

Árið 1967 voru til í landinu 50 síldarverksmiðjur, þ.e.a.s. verksmiðjur, sem höfðu vélabúnað til þess að bræða feitan fisk. Flestar þeirra gátu einnig unnið magran fisk og sumar bræddu magurt og feitt hráefni jöfnum höndum, eftir því hvor tegundin féll til. Af þessum fjölda var 21 verksmiðja búin soðeimíngartækjum, en hinar eimuðu soð í þurrkurum. Tvær höfðu gufuþurrkara, en allar aðrar eldþurrkara. Að auki voru 17 verksmiðjur, sem einungis gátu unnið magurt hráefni.

Afköst verksmiðjanna voru allt frá 1400 tonn/24 klst. niður í 50 tonn.

Þegar þetta er ritað, hafa 12 þessara verksmiðja ýmist verið lagðar niður með öllu eða þær hafa ekki fengið neitt hráefni árum saman. Aðeins í tveim verksmiðjanna er um viðleitni til lyktheyðingar að ræða, og eru báðar í Reykjavík. Í báðum tilfellum er eimurinn úr þurrkurunum þveginn með sjó í sérstökum þvottaturnum, áður en honum er hleypt út í andrúmsloftið. Við aðra verksmiðjuna hefir einnig verið reistur 70 m hár reyk- háfur.

Upprunalega voru flestar verksmiðjurnar reistar í útjaðri bæjanna eða spölkorn fyrir utan þá. Síðan hafa bæirnir stækkað, og er byggðin nú í mörgum tilfellum allt í kringum verksmiðjurnar. Reykur og ólykt berst því oftast yfir byggðina, nema í landátt.

Síðan 1965 hefir framleiðsla verksmiðjanna og þáttur þeirra í verðmætum útfluttra sjávarafurða verið sem hér segir:

<u>Ár</u>	<u>Mjöl tonn</u>	<u>Búklýsi tonn</u>	<u>Útflutn.verðmæti í % af útflutn. verðmæti sjávarafurða</u>
1965	173.979	95.977	33.8%
1966	175.831	123.858	38.4%
1967	112.000	69.900	32.8%
1968	50.544	15.828	13.06%
1969	59.969	8.625	13.5%
1970	66.573	6.696	11.0%
1971	63.707	5.719	9.1%

Eins og taflan ber með sér, hefir mjög dregið úr framleiðslunni síðan síldin brást. Mætti því ætla, að ólyktarvandamálið hefði minnkað hlutfallslega. Svo er þó ekki, og hafa kvartanir vegna verksmiðjanna aukizt mjög í flestum byggðarlögum, þegar Reykjavík er undanskilin. Skýringin er meðal annars sú, að byggð hefir í mörgum tilvikum færzt nær verksmiðjunum, eins og áður var sagt, en líka er um það að ræða, að kröfur manna til ómengaðs lofts hafa vaxið örvar en svo, að samdrátturinn í framleiðslu hafi megnað að vege upp á móti því.

Allar nota verksmiðjurnar jarðolíu sem orkugjafa. Ef reiknað er með 65.000 tonna mjölframleiðslu á ári og 400 kg olíunotkun á mjöltonn, brennir þessi iðnaður samanlagt 26.000 tonnum af olíu á ári.

## UPPSPRETTUR ÓLYKTARINNAR OG EDLI HENNAR

Ólykt frá fiskmjölsverksmiðjum má rekja til allra stiga framleiðslunnar, þótt framlag þeirra sé mjög mismikið. Hún gerir fyrst vart við sig við löndun hráefnisins og fylgir því allar götur í þrær verksmiðjanna. Þar sem mestar kröfur eru gerðar til eyðingar ólyktar, eins og t.d. í Danmörku, eru þrær yfirbyggðar og loftræstar inn í verksmiðjuna.

Þótt nokkur ólykt geti þannig stafað frá hráefninu, er hún venjulega staðbundin. Það eru hin ýmsu vinnslustig í verksmiðjunni sjálfri, sem eru mestir ólyktarvaldar. Samkvæmt dönskum heimildum (2) er hlutdeild þeirra og hráefnisins eins og hér segir:

Þurrkarar	60-80%
Suðuker, pressur, skilvindur & eimarar	10-20%
Hráefni	10-20%
Kvarnir og mjölblástur	2- 5%

Við íslenzkar aðstæður myndu hliðstæðar tölur verða allverulega frábrugðnar og hlutur þurrkaranna stækka til muna. Aðalástæðan er sú, að hér á landi eru notaðir eldþurrkarar, en gufuþurrkarar í Danmörku. Stafar til muna meiri ólykt frá þeim fyrrnefndu. Loftþörf eldþurrkaranna er líka að minnsta kosti helmingi meiri en gufuþurrkaranna, svo að þeir draga til sín talsvert loft úr ýmsum vistarverum verksmiðjanna, og fer því tiltölulega lítil eimur eða ólykt út úr verksmiðjunum eftir öðrum leiðum en um reykháfinn. Ólykt frá hráefninu er líka minni hér en í Danmörku vegna hins lága lofthita. Hins vegar er hráefni oftast geymt mun lengur hér en í Danmörku. Þurrkarar verksmiðjanna eru því aðal uppspretta ólyktarinnar hér á landi og framlag annarra þátta vinnslunnar óverulegt. Þar sem mestar kröfur eru gerðar, fer loft frá flutningatækjum, suðukerjum og pressum, skilvindum og eimurum í lykteyðingarbúnaðinn ásamt þurrkaraeimnum.

Ólyktarefnin eru fjölmörg og vafamál, hvort þau eru öll þekkt ennþá. Fæst þeirra eru í fiskinum meðan hann er ferskur, en því fleiri verða til fyrir áhrif enzýma og gerla, þegar hráefnið fer að brjóta sig og síðan rotna<sup>1)</sup>. Meðal þessara lyktarefna eru þessir efnaflokkar:

---

1) Eftirfarandi efnasambönd hafa fundizt í eim frá fiskmjölþurrkurum: Ammoníak dí- og trímethylamín, brennisteinsvatnsefni, dímethyldísulfíd,

Ammoníak og amín,  
Aðrir reikulir basar,  
Brennisteinssambönd,  
Reikul afoxandi efni.

Þau þessara efna, sem stafa frá proteinefnum fisksins, eru allvel þekkt. Miklu minna er hins vegar vitað um ólyktarefni, sem koma fram, þegar lýsi þránar og ummyndast á annan hátt. Þó er kunnugt, að fjöldi daunillra aldehyda og ketona verða til við þessar breytingar.

Við suðu hráefnisins og þurrkun pressuköku og soðkjarna losna þessi efni úr læðingi og rjúka út í loftið með eimnum. Þótt hitinn valdi hér mestu um, á hin mikla hreyfing, sem er á efninu einnig hlut að máli.

Talið er hæpið, að umtalsvert magn af nýjum ólyktarefnum myndist við þurrkun í gufupurrkurum.

Öðru máli gegnir um eldþurrkara. Í þeim fer þurrkunin fram við miklu hærra hitastig og örari loftskipti. Smágert mjölkryk er myndast, þegar efnið byltist í þurrkaranum, sviðnar af hitanum og veldur þeirri sviðalykt, sem samfara er þessari aðferð. Þegar bræddur er feitur fiskur, magnast lyktin enn við tilkomu brunninna fituefna. Olían brennur heldur ekki til fullnustu í ofnum þurrkaranna, og er því urmull af örsmáum brennsluolíudropum í heita loftinu. Öll þessi atriði stuðla að myndun daunills olíu-loftúða (aerosol), sem mjög erfitt er að eyða úr eimnum (18).

Sá eðlismunur er á eim frá gufu- og eldþurrkurum, að hinn fyrrnefndi er alkaliskur, pH 8-9, en eimur frá eldþurrkurum er að jafnaði súr, pH 3-4 (3). Ástæðan er sú, að við brennslu olíunnar myndast svo mikið magn af brennisteinsdioxíði ( $SO_2$ ), að það gerir betur en neutralisera hina reikulu basa úr hráefninu.

Erlendis er það víða mikið vandamál, að fiskmjölsiðnaðurinn mengar bæði hafnir og fjörur í nágrenni þeirra. Orsakirnar má rekja bæði til frárennslis frá verksmiðjunum og einnig til lífræna efna, sem tapast við löndun bræðslufisks og hreinsun veiðiskipa. Hér á landi kemur þetta vandamál einkum við sögu, þegar loðnu er landað með dælum. Ódaunn, sem er samfara þessari tegund mengunar, er þó fyrir utan ramma þessarar greinargerðar.

---

carbon dísulfíd, ethyl-mercaptan, indol, skatol, cadaverin, putrescin, einnig margvísleg önnur alkohol, glycol, mettaðar og ómettaðar sýrur, hydroxy-sýrur, cresol, phenol, koldioxíð, brennisteinsdioxíð, aldehyd og ketonar.



## UM MÆLIKVARÐA FYRIR ÓLYKT OG MÆLINGAR Á HENNI

Til þess að geta mælt ólykt og dæmt um, hve árangursríkar tilteknar lyktheyðingaraðferðir eru, þarf örugga mælitækni, sem helst þarf að vera óháð og eins hlutlæg og kostur er á.

Því miður er engin mælitækni fyrir ólykt, sem komið getur í stað lyktarskyns mannsins og beztu aðferðirnar til þess að mæla ólykt eru því byggðar á mati einstaklinga eða matsmannahópa, sem fengið hafa sérstaka þjálfun í þeim fræðum.

Þessar mælingar eru þó allflóknar, sem meðal annars stafar af því, að maðurinn skynjar ekki ólyktina í réttu hlutfalli við magn ólyktarefnanna í loftinu, heldur er hlutfallið þarna á milli logaritmískt. Í einu þeirra rita (4), sem þessi skýrsla er byggð á, er þetta fyrirbæri skýrt með dæmi úr daglega lífinu. Tekið var sýni af daunillum eim frá fiskmjölsverksmiðju og hluti af því þynntur til helminga með hreinu lofti. Þegar matsmenn voru kvaddir til þess að lykta af sýnunum, gátu þeir ekki merkt, að lyktin hefði minnkað um nema 10% við þynninguna. Þegar þeir síðan voru látnir lykta af blöndu, sem ekki innihélt nema 3% af upprunalega sýninu, dæmdu matsmennirnir, að ólyktin hefði minnkað um helming. Það var ekki fyrr en eimurinn hafði verið þynntur þúsundfalt, að matsmennirnir gátu ekki lengur merkt neina ólykt. Þessi styrkleiki ólyktarefna í lofti er nefndur skynmörk (threshold of odor), og eru þau skilgreind þannig, að þeim sé náð, þegar 50% matsmanna merkja ekki lengur neina ólykt.

Þegar mæla á ólykt í þurrkaræim með þessari aðferð, sem talin er sú bezta, er það gert á þann hátt, að sýni af ólyktareimnum er þynnt með 9 hlutum af hreinu lofti. Sú blanda er síðan enn þynnt með 9 hlutum af hreinu lofti og síðan koll af kolli, þangað til skynmörkum er náð. Hafi t.d. þurft að þynna eiminn þúsundfalt, eins og í dæminu hér að framan, er sagt að þynningartalan fyrir þennan eim hafi verið 1000. Aðrir orða það þannig, að eimurinn hafi innihaldið 1000 ólyktareiningar (odor units = ou). Í því tilfelli er ein ólyktareining það magn af ólyktarefnum, sem finnast í eimnum, þegar skynmörkum er náð með þynningu með fersku lofti. Þessi aðferð hefir verið stöðluð í Bandaríkjunum (5).

Næst besta aðferð til þess að mæla ólykt er byggð á kemiskum mælingum. Að vísu eru ekki til neinar kemiskar aðferðir til þess að mæla ólyktina sem slíka. Hins vegar er auðvelt að mæla ýmis ólyktar-efni, sem í verksmiðjueimnum eru, eins og ammoníak, amín, aðra reikula basa, brennisteinsvetni og reikul afoxandi efni. Ekki eru þó allir á einu máli um hversu góður mælikvarði á ólyktina magn þessara efna er, enda skipta ólyktarefnin tugum. Sumir telja það brúklegan mælikvarða, aðrir halda því fram, að einar sér segi þessar niðurstöður ekki mikið. Þeir síðarnefndu benda á, að minnsta magn af reikulum bösum, mercaptan og brennisteinsvetni, sem hægt er að mæla kemiskt, sé 2 mg/kg. Skynmörkin fyrir þessi efni eru hins vegar miklu lægri t.d. 0.001 mg/kg fyrir mercaptan. Neikvæð svörum við kemiskum prófum þarf því alls ekki að þýða, að ólykt sé ekki merkjanleg.

#### HVERNIG DRAGA MÁ ÚR LOFTMAGNI VIÐ ÞURRKUN

Þegar hefir verið getið um uppsprettur ólyktarinnar frá fiskmjölsverksmiðjum.

Þegar eyða þarf lykt úr eimi frá fiskmjölsverksmiðjum, er mikils um vert, að dregið sé úr loftmagninu við vinnsluna sem mest má verða, því að stærðir þeirra tækja, sem notuð eru til lykteyðingar eru í réttu hlutfalli við loftmagnið, eins og t.d. stærðir kæliturna, brennsluofna og reykháfa. Vandamálið vex því nokkurn veginn í réttu hlutfalli með loftmagninu, sem hreinsa þarf.

#### EIMURINN FRÁ ÞURRKURUNUM.

Eins og þegar er getið, er mest af lyktinni í eimnum frá þurrkurunum, þar sem vatnið er eimað úr hráefninu, ýmist allt eða hluti þess. Fer magn eimsins eftir því, hvernig vinnslu er hagað, hvort og að hve miklu leyti eimarar eru notaðir, hvort þurrkað er í eldþurrkurum, sem hér á landi eða í gufuþurrkurum, er tíðkast mjög erlendis, eins og víða í Noregi og eingöngu í Danmörku og Bretlandi.

Til jafnaðar má gera ráð fyrir því, að með hverju kg vatns, sem eimað er í eldþurrkara, fari 4 kg lofts við hagstæðustu skilyrði við þurrkun. Við 80°C er rúmmál þessa magns um 5.6 m<sup>3</sup>.

Um er að ræða tvær leiðir til þess að draga úr magni eims frá þurrkurum við fiskmjölsframleiðslu, en þær eru:

1. Að eima sem mest af soðinu í eimurum.
2. Að nota gufuburrkara fremur en eldþurrkara.

Auk þess ber að sjálfsögðu að koma sem bezt í veg fyrir, að loft leki að óþörfu inn í kerfið.

Hér á landi eru eingöngu notaðir eldþurrkarar við fiskmjölsframleiðslu, en þá er það verkefni að eyða lyktinni af eimnum eða draga úr henni mun erfiðara en þar sem gufuburrkarar eru notaðir, bæði vegna meira loftmagns og nokkurs bruna á mjölefnis, sem jafnan á sér stað í eldþurrkurum. Þó að það magn mjölefnis, sem brennur, sé mjög lítið, eykur bruninn á erfiðleikana.

Hér á eftir verður nú gerð grein fyrir þeim tveimur möguleikum, sem eru á því að draga úr magni eimsins frá fiskmjölsverksmiðjum og dæmi tekið af loðnuvinnslu.

Í greinargerð um "Útreikninga á olíunotkun, loftmagni og varmatöpum við fiskmjölsframleiðslu í eldþurrkurum", sem annar höfundur þessarar skýrslu hefir tekið saman, er gerð grein fyrir því, hve mikið vatn þarf að eima í þurrkurum við loðnuvinnslu eftir því, hvernig vinnslunni er hagað. Þessir útreikningar verða ekki raktir hér, en þeir sem þess óska, geta fengið eintak af þeim.

Útreikningarnir eru byggðir m.a. á þeim forsendum, að mjölmagn úr loðnu nemi 16%, töp hráefnis í vinnslu séu engin, 30% af þurrefni loðnu fari í soðið, lýsi í loðnu sé 2% og 10%, 80 kg þéttivatns bætist í hvert tonn loðnu við suðuna o.fl.

Hér verða aðeins tekin dæmi, þar sem allt soðið er þurrkað með pressuköku í þurrkurum og þar sem soðið er eimað það mikið í eimurum, að í soðkjarna séu 30% af þurrefni og lýsi og hann síðan þurrkaður með pressuköku.

#### ALLT SOÐIÐ EIMAÐ Í ÞURRKURUM MEÐ PRESSUKÖKU

Ef lýsi í loðnu er 2%, þarf að eima 919.2 kg vatns úr hverju tonni af loðnu í þurrkara, en ef lýsismagnið er 10%, verða það 839.2 kg. Til

jafnaðar eru þetta um 880 kg vatns úr hverju tonni af loðnu, eða 5500 kg vatns fyrir hvert tonn af mjöli. Loftmagnið er þá 22000 kg fyrir hvert tonn af mjöli.

#### SOÐIÐ EIMAÐ Í EIMURUM, ÞANNIG AÐ Í SOÐKJARNA SÉU 30% AF ÞURREFNI OG LÝSI

Ef 30% af þurrefni og lýsi eru í soðkjarna, þarf að eima 232.5 kg af vatni úr hverju tonni af loðnu í þurrkara, hvort sem lýsi er 2% eða 10% í loðnunni. Svarar það til þess að eima þurfi 1453 kg vatns í þurrkara vegna hvers tonns af mjöli. Er það ekki nema 26.4% eða ríflega fjórðungur þess magns, sem eima þarf í þurrkara, þegar allt soðið er eimað þar með pressuköku.

Í þessu tilviki nemur loftmagnið, sem þarf til þurrkunarinnar samkvæmt því, sem að framan er sagt, 5812 kg fyrir hvert tonn af mjöli.

#### NOTKUN GUFUÞURRKARA

Skoðanir munu talsvert skiptar um það, hve lítið loftmagn hægt er að komast af með við þurrkun í gufuþurrkurum. Ein norsk heimild (6) telur það 1.5 - 2.5 m<sup>3</sup> af lofti fyrir hvert kg vatns, sem eimað er. Ef tekið er meðaltalið, eru það 2 m<sup>3</sup> eða tæplega 2.6 kg af lofti fyrir hvert kg vatns.

Kostir gufuþurrkara umfram eldþurrkara eru þeir, að loftþörfin er talsvert minni og eimmagnið þeim mun minna og ekki sízt, að þeir eru óháðir súrefnismagni loftsins og því auðveldara að nota loftið aftur eftir hreinsun en gös frá eldþurrkara, sem hafa minna súrefnismagn en andrúmsloftið. Hins vegar eru gufuþurrkarar allmiklu dýrari en eldþurrkarar, bæði í stofn- og rekstrarkostnaði.

YFIRLIT, ER SÝNIR MAGN OG RÚMMÁL EIMS FRÁ ÞURRKURUM VIÐ LOÐNUVINNSLU,  
MIÐAÐ VIÐ HVERT TONN AF MJÖLI.

	<u>Vatnsmagn eimað í þurrkara kg</u>	<u>Loftmagn kg</u>	<u>Rúmmál eims við 80 °C, m<sup>3</sup></u>
1. Allt soð eimað í þurrkurum með pressuköku	5500	22000	30800
2. Soðið eimað í eimurum í 30% af þurrefni og lýsi í soðkjarna og soðkjarni þurrkaður í eldþurrkurum með pressuköku	1453	5812	8137
3. Eins og 2., nema þurrkað er í gufuþurrkurum	1453	3778	6111

Eins og ljóst er af framansögðu er eimmagn það, sem tilgreint er, miðað við hagstæðustu skilyrði við þurrkun, en í reynd er það oftast allmiklu meira:

Þegar koma á upp lofteyðingartækjum, þarf því að ákveða eimmagnið, sem hreinsa þarf í hverju tilfelli.

AÐFERÐIR TIL LYKTEYÐINGAR

Eins og áður hefir verið vikið að, eru ólyktarefnin ekki í fiskinum ferskum, en mikill fjöldi þeirra myndast, þegar hráefnið fer að brjóta sig og skemmast fyrir áhrif enzýma og gerla. Í eldþurrkurum myndast líka ný ólyktarefni og er magn þeirra því meira því hærra hitastig, sem þurrkað er við. Meðal annars af þessum sökum er mælt með því, og stundum jafnvel fyrirskipað, að hitastig við inntak eldþurrkara sé ekki hærra en 500°C. Ólyktin af þurrkaraeimnum getur því verið mjög mismikil, eftir því hve ferskt hráefnið er og hve varfærnislega mjölið er þurrkað.

Engar mælingar hafa verið gerðar á ólykt af eimi frá eldþurrkurum hér á landi og tiltölulega fáar á Norðurlöndum, en hins vegar allmargar

í Bretlandi, Bandaríkjunum og Perú. Norskar heimildir (7) telja, að í eimi frá eldþurrkurum séu gróft reiknað 15.000 ólyktareiningar, þegar unnið er skemmt hráefni, en 5.000, þegar um ferskt hráefni er að ræða. Perúmenn gefa upp (8), að algengt sé, að 5.000-10.000 ólyktareiningar séu í eimnum frá eldþurrkurum í Perú, en þar mæla lög svo fyrir, að verksmiðjur megi ekki vinna eldra hráefni en 24 tíma gamalt. Sumar heimildir (7) halda því fram, að eimur frá gufuburrkurum geti verið til muna daunmeiri en eimur frá eldþurrkurum, en eimmagnið er þá líka miklum mun minna. Höfundum þessarar skýrslu er ljóst, að þessi tilvitnun er í mótsögn við það, sem sagt hefir verið hér að framan, en töldu engu að síður rétt að láta þessara skoðana getið hér. Í eimi frá gufuburrkurum, þar sem sama þurrkaraloftið er margnotað, hafa verið mældar allt að 138.000 ólyktareiningar (9). Þess verður þó að minnast, að eimurinn, sem sleppt er út í andrúmsloftið, er mjög lítil að magni, þegar þannig er staðið að framleiðslunni.

Það er því ljóst, að gætu fiskmjölsverksmiðjur hagað rekstri sínum þannig, að hráefnið sem brætt er væri alltaf ferskt, myndi það draga mjög úr þeim ódaun, sem frá þessum iðnaði stafar. Því miður er þetta ekki nærri alltaf hægt hér á landi, og nægir í því sambandi að benda á, að á loðnuvertíð berst hráefnið miklu örar til verksmiðjanna en þær geta unnið það. Loðnu verður því iðulega að geyma vikum saman í þróm áður en hún er unnin. Það er hins vegar á mælisvert, að víða er hluti þorskúrgangsins unninn stórskemmdur, þótt næg verksmiðjuafköst séu tiltæk.

Líka má gera ólyktarvandamálið auðveldara viðfangs með því að nota ekki meira loft við þurrkunina en nauðsyn krefur. Kaflinn hér næst á undan fjallar um þennan þátt vandamálsins, og verður hann því ekki ræddur nánar hér.

Margar aðferðir eru þekktar til þess að eyða ódauni eða draga verulega úr styrkleika hans. Flestar fela þær ýmist í sér þvott með köldu vatni eða sjó eða ummyndun ólyktarefnanna, t.d. með brennslu, í daunminni efni. Líka er algengt, að beitt sé báðum þessum aðferðum, hverri á eftir annarri í þeirri röð, sem þær eru nefndar. Fjölmörg afbrigði eru til af

Þessum aðferðum og raunar a.m.k. ein, sem heyrir undir hvorugan flokkinn. Eru þessar helztar:

1. Þvottur með köldu vatni eða sjó, sem jafnframt því að kæla og þetta vatnsgufur í eimnum, leysir upp hluta ólyktarefnanna.
2. Brennsla í þar til gerðum brennsluofni eða í eldhólfi katla eða þurrkara.
3. Brennsla með aðstoð hvata.
4. Oxun ólyktarefnanna í vökvafasa með hypokloriti, klóri, klór-díoxíði eða permanganati.
5. Oxun í gasfasa með ozoni eða klóri.
6. Dulbúningur með mótlyktarefnum.
7. Útþynning lyktarefnanna í andrúmsloftinu með hjálp hárra reykháfa.

#### FORHREINSUN EIMSINS FYRIR LYKTEYÐINGU

Nauðsynlegt er að hreinsa mjölryk úr eimnum eins vel og kostur er á, áður en sjálfar lyktheyðingaraðgerðirnar eru hafnar. Verksmiðjur, sem ætla að setja upp lyktheyðingartæki, ættu því þegar í upphafi að huga að mjölskiljum sínum og ganga úr skugga um, að þær séu rétt hannaðar og hæfilega stórar.

#### ÞVOTTUR

Þetta er sú lyktheyðingaraðferð, sem nærtækust er og oftast er gripið til. Líka má gera ráð fyrir, að þvottur af einhverju tagi verði oftast fyrsti liðurinn í lengri aðgerðarás. Það sem skeður við þvottinn er það helzt, að eimurinn er kældur niður í 20-30°C, svo að vatnsgufurnar í honum þéttast og þau ólyktarefnanna, sem uppleysanleg eru, leysast upp í kælivökvanum að meira eða minna leyti. Til þess að þetta verði, þarf sjórinn eða vatnið að koma í nána snertingu við eiminn. Tækin, sem notuð eru til þvottarins, verða hér nefnd þvottaturnar, og verður vikið að gerð þeirra síðar. Algengast er, að við þvottinn sé notuð mótstreymisaðferð, þ.e.a.s. kælivatnið fer í öfuga átt við eiminn.

Við útreikninga á mótstreymisþvottaturnum þarf margs að gæta. Upplausnarhæfni vatnsleysanlegu ólyktarefnanna minnkar t.d. mjög ört við hækkandi hitastig kælivatnsins. Þarf því að gæta þess, að það hitni ekki um of. Hins vegar er því haldið fram, að of mikill hitastigsmunur milli kælivatns og eims í neðsta hluta turnsins geti haft þokumyndun í för með sér, en talið er erfitt að eyða þoku, sem myndast á þennan hátt. Dælingarkostnaður er líka í réttu hlutfalli við vatnsmagnið.

Við eimþvott með mótstreymisaðferð, er talið hagkvæmt að kæla eiminn úr 80-90°C niður í ca. 20°C og láta kælivatnið jafnframt hitna úr 10°C upp í 30-40°C. Hjá 5.000 hl. síldarverksmiðju yrði kælivatnspörfin við þessar aðstæður um 200 m<sup>3</sup>/klst. (10).

Við þvott eimsins minnkar magn ólyktarefnanna allverulega, en þau hverfa ekki. Ammoníak og amín eru auðleyst í vatni og þau má fjarlægja með þvotti, en ýmis önnur efni, eins og t.d. ethylmerkaptan, eru torleystari og hefir þvotturinn því minni áhrif á magn þeirra.

Erfitt er að gefa nákvæmar tölur um það, hve árangursríkur þvotturinn getur verið, enda fer það mjög eftir eðli eimsins og gerð þvottaturnanna. Því hefir þó verið haldið fram (7), að þegar unnið er skemmt hráefni og þurrkunin fer fram í eldþurrkara megi með þvotti minnka lyktina í einnum úr 15.000 einingum niður í 5.000 einingar (67% lækkun) og úr 5.000 einingum niður í 1.000 einingar (80% lækkun) þegar unnið er ferskt hráefni. Ljóst er af þessu, að þvottur er til muna árangursríkari, þegar unnið er ferskt hráefni heldur en skemmt. Rétt er þó að taka fram, að fólk í nágrenni verksmiðja myndi ekki merkja þetta mikla breytingu, og stafar það af hinu logaritmiska sambandi, sem er annars vegar á milli ólyktarinnar, sem maðurinn skynjar, og magns ólyktarefnanna í loftinu hins vegar.

Að þvottinum loknum er einnum ýmist hleypt út í andrúmsloftið eða hann er hreinsaður flækur.

Rétt er að taka það fram hér, að hinn mikli gufumökkur, sem stendur upp úr reyk háfum verksmiðja, þar sem engin lyktheyðing á sér stað, hverfur að mestu við þvottinn og er það út af fyrir sig nokkur sárabót fyrir nágrennana. Þveginn eimur blandast líka mun betur andrúmsloftinu en óþveginn eimur og ætti lyktin frá honum því ekki að berast eins langar leiðir.



### ÞVOTTATURNAR

Þvottaturnar fyrir eim úr fiskmjölsverksmiðjum geta verið með ýmsu móti og ný afbrigði bætast stöðugt við þau, sem fyrir eru. Hér verður fjallað um tvær gerðir, hina svo nefndu fylltu turna (packed scrubbers) og vatnsúða turna.

Þau atriði, sem mestu máli skipta, þegar velja á úr mörgum gerðum, eru þessi:

1. Kælivatnið þarf að komast í sem nánasta snertingu við eiminn til þess að það nái að leysa upp sem mest af ólyktarefnunum. Í fylltum turnum þýðir þetta, að yfirborð fyllingarefnisins þarf að vera sem allra mest miðað við rúmtak.
2. Loftmótstaða í turnunum þarf að vera sem minnst til þess að orkukostnaður við blástur eimsins verði ekki óhóflegur.
3. Víða skiptir það máli, að vatnsþörfin sé sem minnst og einnig þarf vatnsdreifingin að vera jöfn.
4. Nauðsynlegt er, að sem minnstir möguleikar séu fyrir hvers kyns gróður á snertiflötum, sem stíflað gætu turninn. Mjöl-skán á flötunum eykur mjög hættu á gróðri.
5. Auðvelt þarf að vera að skoða turna, hreinsa þá og halda þeim við.
6. Við efnisval í turna þarf að taka tillit til þess, að veruleg tæringarhætta kann að vera fyrir hendi.
7. Að sjálfsögðu skiptir verð turnanna líka miklu máli.

Þegar notaður er sjór til þvotta á eimi, eru þvottaturnar stundum gerðir úr sérstöku ryðfríu stáli. Ef þeir eru úr venjulegu stáli, eru þeir oft varðir á einhvern hátt, t.d. með epoxy-lakki. Turnar hafa líka verið gerðir úr steinsteypu, tré og asbesti.

Þegar sjór er notaður til þvotta, er hætta á tæringu á loftstokkum frá turninum, og eru þeir því oft gerðir úr sérstöku ryðfríu stáli.

### FYLLTIR TURNAR

Margs konar fyllingarefni er notað í þessa gerð turna, eins og t.d. Raschig-hringir, Berl-söðlar, báruplötur og jafnvel hrís. Öll hafa þessi

yllingarefni það sameiginlegt að hafa mikið yfirborð miðað við rúmtak. Báruplötur hafa mikið verið notaðar í seinni tíð og eru þær oft úr eternit eða asbesti. Kostirnir við þessa fyllingu eru þeir, að mótstaðan í turninum er frekar lítil og báruplötturnar ódýrar. Á mynd\_1 er sýndur norskbyggður turn af þessari gerð.

Í VATNSÚÐATURNUM er engin fylling. Vatninu eða sjónum er sprautað um úðara (nozzles) inn í turninn á eiminn og þéttir hann á leið hans upp eftir turninum. Stundum er notað vatn undir háum þrýstingi ( $20 \text{ kg/cm}^2$ ) í úðarana og getur þá orðið hætt á þokumyndun í turninum. Sumar norskar heimildir (10) telja þessa gerð turna ekki það góða, að hægt sé að mæla með þeim. Aðrir heimildarmenn hafa haft af þeim góða raun (11).

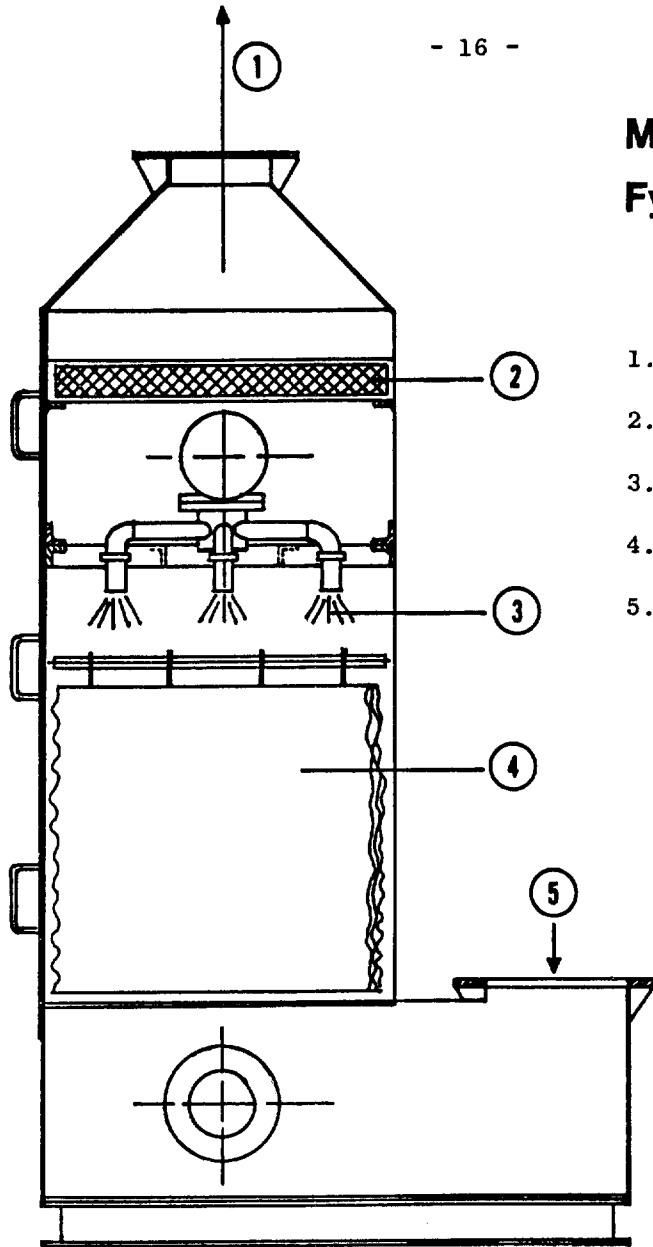
Til eru líka turnar, sem eru sambland af þessum tveim gerðum. Er neðri hluti turnsins þá vatnsúðaturn, en sá efri fylltur.

Í þeim turnum, sem nú hafa verið nefndir, er um mótstreymisþvott að ræða. Til eru líka svokallaðir bunuturnar (sjá mynd\_2) sem þvo við meðstreymi vatns og eims. Líkjast þeir einna mest geysistörum vatnsdælum (water jet pump) og dæla einnum jafnframt því að þeir þvo hann og þetta í honum vatnsgufuna. Vatnsþrýstingurinn fyrir framan úðarann í þessum turnum er ekki nema  $2-3 \text{ kg/cm}^2$ . Til þessa hafa ekki verið smíðaðir standard-turnar af þessari gerð fyrir meira en  $25.000 \text{ m}^3/\text{klst.}$  afköst, en ekkert er því til fyrirstöðu, að margir þeirra séu notaðir hlið við hlið til að ná nauðsynlegum afköstum. Það er líka talin heppilegri lausn heldur en að nota einn stóran turn.

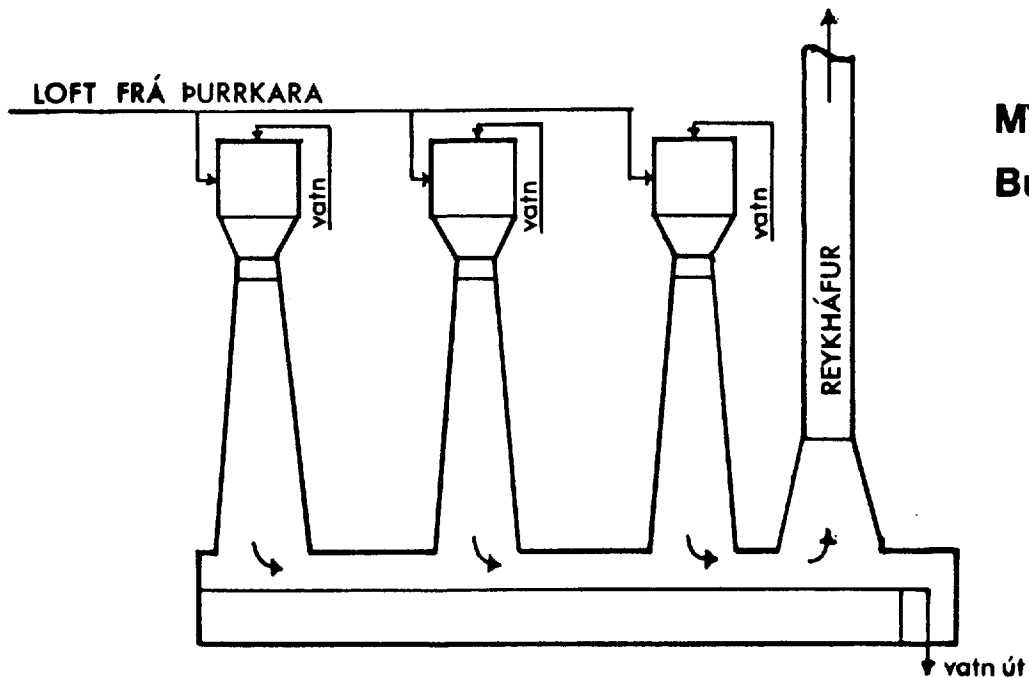
Lítil reynsla mun enn komin á þessa gerð þvottaturna við fiskmjólsverksmiðjur, en ábyrgar heimildir virðast telja þá lofa góðu (10).

Í sumum gerðum fylltra turna er klórgasi blandað í eiminn að aðalþvottinum loknum. Er þetta gert til þess að eyða ólyktarefnunum (oxun), sem kælivatnið hefir ekki drukkið í sig. Turnar þessir hafa gefið góða raun í S-Afríku og Kanada, en miður góða annars staðar. Sumar heimildir virðast telja, að klórgasið verki aðallega sem mótlyktarefni í þessum turnum og klórgas og ólyktarefni skilji sig að, þegar fjær dregur verksmiðjunni, þannig að klórlyktin sé yfirgnæfandi á einum stað en ólyktin á öðrum (11). Þvottaturn af þessu tagi er sýndur á mynd\_3.

# MYND 1 Fylltur turn



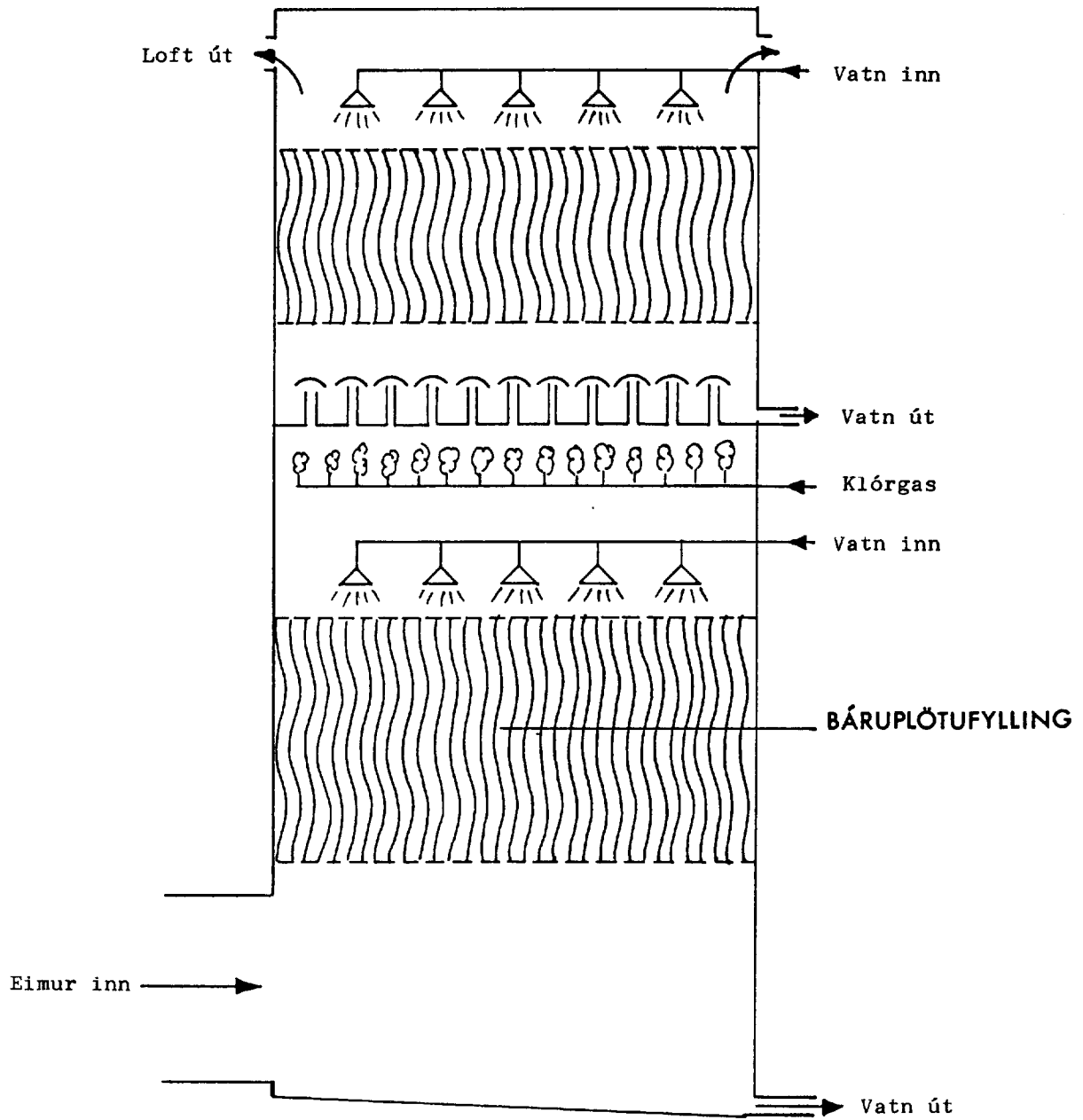
- 1. Loft út
- 2. Dropagildra
- 3. Vatnsúðarar
- 4. Kælisfylling
- 5. Eimur inn



# MYND 2 Bunuturnar

### MYND 3

#### Fylltur turn m. klórgasoxun



### BRENNSLA

Efnin, sem ólyktinni valda, eru lífræns eðlis og í litlu magni í eimnum. Við brennslu umbreytast þau og klofna, og sé um fullkominn bruna að ræða, verða eftir koldíoxíð, vatn, köfnunarefnisoxíð og brennisteinsdíoxíð. Til þess að brennslan beri tilætlaðan árangur, þurfa lyktarefnin að hitna upp í  $750^{\circ}\text{C}$ , að því er flestir telja, en  $1100^{\circ}\text{C}$  hafa líka verið nefndar í þessu sambandi. Dvalartími lyktarefnanna í brennsluofninum skiptir hér talsverðu máli, og því lengri sem hann er, þeim mun lægra má hitastigið vera.

Brennslan getur farið fram með ýmsu móti, eins og t.d. í sérstökum brennsluofni, með eða án sérstaks hvata, í eldhólfi þurrkara eða í eldhólfi gufuketils.

Sé hvati ekki notaður við brennsluna, er eimurinn þveginn eins og lýst er í kaflanum hér að framan og vatnsgufurnar fjarlægðar úr honum áður en brennsla fer fram.

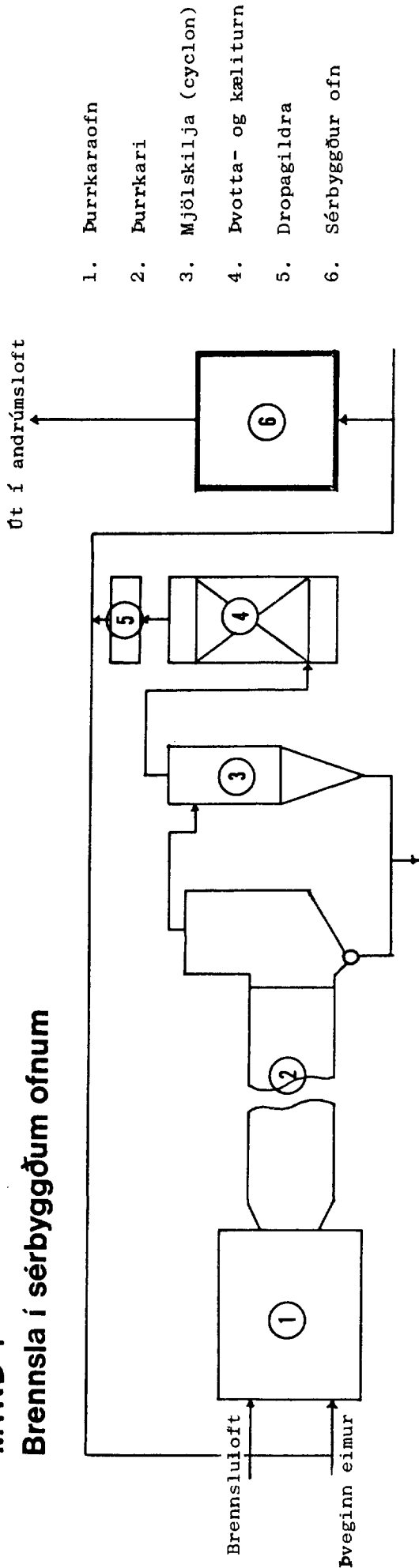
### Brennsla í sérbyggðum ofni

Fyrirkomulag þurrkarkerfis, þar sem notaður er sérbyggður ofn til þess að brenna ólyktarloft er sýnt á mynd 4. Þar er eimurinn þveginn fyrst, þ.e. mest af gufunni þétt og loftið kælt. Kælda loftið eða ólyktarloftið er svo leitt í sérbyggða ofninn.

Ofnar af þessu tagi hafa reynzt mjög árangursríkir en nokkuð dýrir í rekstri. Ef brenna ætti loft frá eldþurrkara loðnuverksmiðju eftir að vatnsgufan hefir verið hreinsuð úr því og það komi mettað við  $20^{\circ}\text{C}$  í ofninn myndi eldsneytisnotkunin reynast 118.5 kg af brennsluolíu fyrir hvert tonn af framleiddu loðnumjöli. Þessi tala er við það miðuð að nota megi ólyktarloftið til brennslunnar, soðið sé eimað í 30% fast efni áður en það fer í þurrkarann, loftið sé hitað í  $800^{\circ}\text{C}$  og varminn í því ekki endurnotaður á neinn hátt. Þetta samsvarar 374 kr. á hvert mjöltonn ef brennsluolían er reiknuð á kr. 3150/tonn.

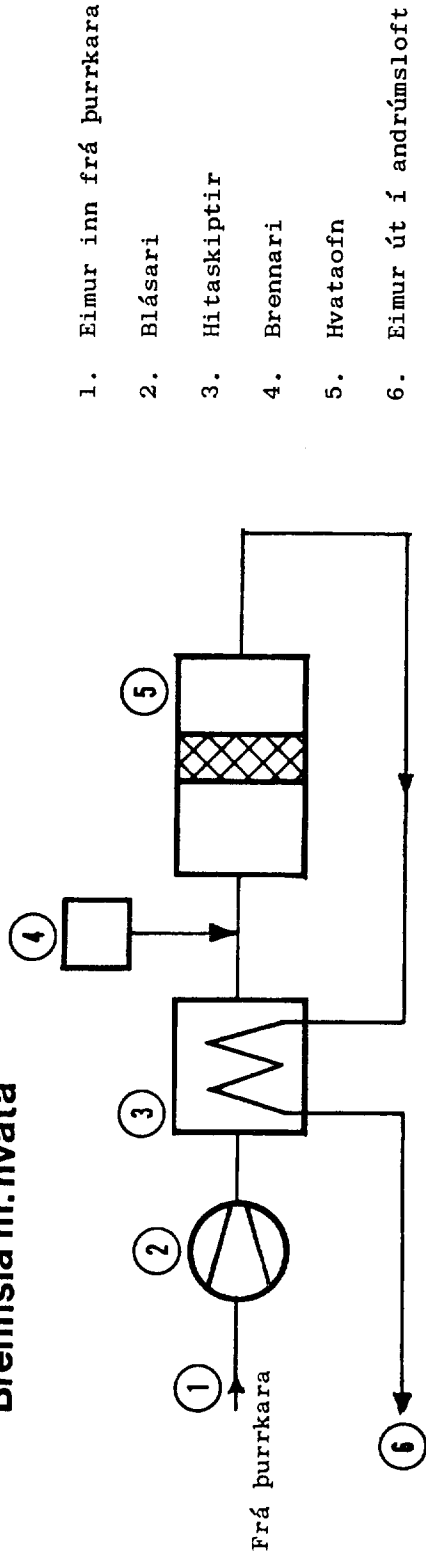
Ef nota þarf ferskloft til brennslunnar verður eldsneytisnotkunin 189 kg af brennsluolíu fyrir hvert tonn af mjöli eða sem svarar 595 kr. á hvert mjöltonn.

**MYND 4**  
**Brennsla í sérbyggðum ofnum**



1. Þurrkaraofn
2. Þurrkari
3. Mjölakilja (cyclon)
4. Þvotta- og kæliturn
5. Dropagildra
6. Sérbyggður ofn

**MYND 5**  
**Brennsla m. hvata**



1. Eimur inn frá þurrkara
2. Blásari
3. Hitaskiptir
4. Brennari
5. Hvataofn
6. Eimur út í andrúmsloft

Hér er þó hægt að koma við verulegum sparnaði, bæði með því að endurnota þurrkaraloftið, eftir að vatnið hefir verið fjarlæggt úr því sem blöndunarloft í brennsluofni þurrkarans og brenna aðeins lítinn hluta þess í hinum sérbyggða ofni. Því hefur verið haldið fram, að sé þessi leið valin, þurfi ekki að brenna nema 1/4 - 1/3 hluta þurrkaraloftsins í sérbyggðum ofni (12). Nýrri heimildir benda til, að ekki sé hægt að brenna meira en 60% af gösunum í eldhólfi þurrkara (7).

#### Brennsla með aðstoð hvata

Þessi brennsluaðferð hefir þá kosti, að ekki er nauðsynlegt að eyða gufunni úr eimnum, áður en hann er brenndur og að ekki þarf að hita eiminn nema í 300-400°C. Er hann síðan leiddur yfir hvata (katalysator), þar sem lyktarefnin klofna og eyðast.

Í framkvæmd er þetta gert þannig, að hvatinn er búinn út sem hunangs-kaka og er burðargrindin úr súráli (alumina) og hvatinn, sem er palladium eða platína, felldur á yfirborðið. Myndast í "kökunni" rásir, sem eru um 3 mm að vídd. Fer eimurinn eftir þeim. Til þess að þessar rásir stíflist ekki, þarf að hreinsa mjölrýk, sem best úr eimnum.

Eimurinn er fyrst hitaður í hitaskipti með eimnum, sem búið er að brenna eins og sýnt er á mynd 5. Síðan er hann hitaður með eldgösum frá brennara og hefir þá náð 320<sup>o</sup>-420<sup>o</sup>C hita og fer þá yfir hvatann. Þar brennur svo mest af lífrænu efnunum, sem valda ólyktinni og eimurinn, sem hleypt er út, má heita lyktarlaus.

Aðalókosturinn við þessa aðferð er sá, að hvatinn er dýr, en olíukostnaður er miklu minni en við háhitabrennslu og gerir mun betur en að veða á móti kostnaði af hvata (1).

Þessi aðferð hefir verið tekin í notkun í verksmiðju einni í Frakklandi og hefir verið birt skýrsla um stofn- og rekstrarkostnað við slíka hvatabrennslu og við brennslu án hvata (1).

Verksmiðjan vinnur úr 10 tonnum hráefnis á klst., notar eldþurrkara og þurrkar soðkjarna á fjórum valsaþurrkurum. Rúmmál eimsins, sem brenna þarf, er 33.000 m<sup>3</sup> á klst. og hitinn 80<sup>o</sup>C. Mjölið nemur 2,4 tonnum á klst.

Stofnkostnaður hvatabrennslusamstæðunnar er talinn hafa verið um DM 420.000,- og áætlað er, að brennslusamstæða (háhita) án hvata myndi hafa kostað álíka upphæð.

Miðað við 6000 klst. (250 daga) starfrækslu á ári er kostnaður af hvata talinn nema DM 5,50 á klst., en eldsneytiskostnaðurinn DM 12,00 á klst., en með háhitabrennslu, er eldsneytiskostnaðurinn talinn DM 32,00 á klst. og er í báðum tilvikum gert ráð fyrir notkun varmaskipta til þess að nýta varmann sem bezt.

Heildar rekstrarkostnaður með hvatabrennslu er talinn DM 32,40 á klst. en með háhitabrennslu DM 52,10 samkvæmt eftirfarandi töflu, sem tekin er úr áðurnefndri skýrslu (1).

Kostnaður við hvatabrennslu og brennslu í sérbyggðum ofni (háhita) skv. áðurnefndri skýrslu um hvatabrennslu (1).

<u>Kostnaðarliðir</u>	<u>Hvata- brennsla DM/klst.</u>	<u>Háhita- brennsla DM/klst.</u>	<u>Mismunur DM/klst.</u>
Afskriftir og vextir	7,60	10,80	+ 3,20
Hvati	5,50		- 5,50
Olía	12,00	32,00	+ 20,00
Rafmagn	6,00	8,00	+ 2,00
Viðhald	1,30	1,30	-
Heildar rekstrarkostnaður	32,40	52,10	+ 19,70

Samkvæmt þessu yrði kostnaður af eimbrennslu í þessari verksmiðju með hvatabrennslu DM 32,40/2,4 = DM 13,50 á hvert tonn mjöls. Jafngildir það um 472,50 ísl.kr. á hvert tonn og er þá hvert mark reiknað á 35 kr.

Olíunotkunin er talin vera um 120 kg á klst. til hvatabrennslu, en um 320 kg á klst. með háhitabrennslu.

Í framangreindri skýrslu er getið þeirra helztu efna, sem eyðileggja hvatann (catalyst poison). M.a. vegna áhrifa þessara efna o.fl. verður fróðlegt að fylgjast með því, hvernig þessi aðferð reynist.

Í Englandi munu þrjár hvatabrennslusamstæður hafa verið teknar í notkun, en ekki eru þær í fiskmjölsverksmiðjum heldur ein í kjötmjölsverksmiðju og tvær í fiskreykhúsum.



Auk þess hefir rannsóknastofnun fiskiðnaðarins í Hull (Humber Laboratory, Torry Research Station) haft tilraunasamstæðu til rannsóknna á lyktheyðingu frá tilraunafiskmjölsverksmiðju, sem þar er.

Ekki hafa birzt skýrslur um reynsluna af þessum lyktheyðingar-samstæðum.

Þessi aðferð hentar að sjálfsögðu jafnvel þó að ekki þurfi að brenna nema hluta af einnum í sérbyggðum ofni.

#### Brennsla í ofni eldþurrkara

Tvær útgáfur eru þekktar af þessari aðferð. Sú fyrri felur í sér, að aðeins hluti af þurrkaraloftinu er brenndur í ofni eldþurrkarans, þar sem það er notað sem blöndunarloft. Þessi aðferð er í raun hin sama og lýst er hér að framan (brennsla í sérbyggðum ofni), að því undanskildu, að enginn sérbyggður ofn er notaður og sá hluti þurrkara-loftsins, sem brenna ætti í honum, er hleypt út í andrúmsloftið. Á mynd 6 er sýnt, hvernig aðferðin er útfærð við tveggja þurrkara kerfi og á mynd 7 við eins þurrkara kerfi. Þessi leið hefur verið farin við allmargar verksmiðjur í Noregi t.d. í Tromsø og þykir mjög til bóta. Þó er talið, að bæjarfélögin, sem í hlut eiga, muni síðar meir gera kröfu um árangursríkari lyktheyðingu.

Hin útgáfan er sýnd á mynd 8. Hún er fólgin í því, að ofninn er hafður mun stærri en gerist við venjulega eldþurrkara. Þurrkaraloftið er allt leitt aftur í ofninn í gegnum hitaskipti, þar sem það blandast brennslugösunum. Hitastiginu á blöndunni er hægt að stjórna og er það haft nógu hátt til þess að ólyktarefnin brenni og eyðist. Bæði hitastig og dvalartími við hinn háa hita hafa áhrif á lyktheyðinguna. Sé dvalartími stuttur, verður hitastigið að vera hátt til þess að lyktin eyðist, en sé dvalartíminn langur, getur hitastigið verið þeim mun lægra. Samkvæmt norskum heimildum, er hægt að hanna hitaskiptinn og þurrkaraofninn þannig, að fullkomin lyktheyðing fáiast við 450<sup>o</sup>C (13).

Með þessari aðferð bætist stöðugt nýtt brennsluloft í ofninn og verður því loftmagnið í honum meira en nota þarf við þurrkunina. Umframloftið, sem virðist vera 1/3 - 1/4 af magninu, er því leitt út úr

ofninum gegnum hitaskiptinn og upp í reykháfinn. Hitinn í því er þannig nýttur til þess að hita upp þurrkaralofitið, sem er leitt til baka í ofninn. Sagt er, að reykurinn frá reykháfnum sé laus við lífræn efni og lykti eins og reykur frá gufukatli.

Norska fyrirtækið, sem aðferð þessi er kennd við, útbýr endakassann með sérstökum þéttingum, þar sem þurrkarabelgurinn gengur inn í hann. Einnig er sérstakur útbúnaður við mjölsnigilinn frá endakassanum, til þess að koma í veg fyrir loftleka þar.

Talið er, að olíunotkunin vegna þurrkaranna í verksmiðju, sem notar þetta lyktheydingarkerfi, sé um 15% hærrí en í sambærilegum verksmiðjum án lyktheydingar. Þessi árangur er þó að hluta að þakka þéttingum við endakassa og mjölsnigil.

Lyktheydingin krefst nokkurrar orku umfram það sem venjulegt er. Orkan fer til þess að dæla vatni á kæliturninn og til þess að knýja bláasarann, sem flytur þurrkaralofitið gegnum kerfið. Höfundar aðferðarinnar telja, að þessi orka nemi 10-15 kwh fyrir hvert tonn af mjöli.

Fyrst eftir að þessi lyktheydingaraðferð var tekin í notkun, þurfti að hreinsa hitaskiptinn eftir 500 klst. notkun til þess að koma í veg fyrir sjálfsíkveikju. Sagt er, að lausn hafi nú verið fundin á þessum vanda og engrar hreinsunar sé lengur þörf.

#### Brennsla undir katli

Þessi lyktheydingaraðferð er fyrst og fremst notuð í verksmiðjum, sem hafa gufupurrkara og eima soðið í eimurum, en þær hafa hlutfallslega stóra katla. Loftmagnið frá þurrkaranum í slíkum verksmiðjum er líka tiltölulega lítið og súrefnismagn þess lítt eða ekki skert. Fyrirkomulag í verksmiðju, sem notar þessa aðferð, er sýnt á mynd 9 (19).

Til þess að brennslan nái tilætluðum árangri, þarf ólyktarlofitið allt að ná tilskildu hitastigi, og þarf því að vera jöfn kynding undir katlinum. Slokkni eldar undir katli eða dragi verulega niður í þeim, eyðist ólyktin ekki. Fram hefir komið ótti við það, að ketilpípurarnar kunni að tærast fyrir áhrif frá þurrkaralofitinu. Samkvæmt norskum heimildum (14) á sér einhver tæring stað, en engu að síður er aðferðin í notkun í mörgum löndum.



Ekki er reykur frá katli með öllu lyktarlaus, þegar lyktríku lofti er brennt undir honum. Í Bretlandi hafa t.d. verið mældar 800-1500 lykteiningar í slíkum reyk. Til samanburðar má nefna, að í reyk frá hvatabrennsluofni, sem starfræktur var við svipaðar aðstæður mældust aðeins 360 lykteiningar (21).

Ef ólyktarloftið er meira en svo, að hægt sé að brenna því öllu undir katlinum, má endurnota það, sem umfram er í þurrkaranum. Ekki kemur öllum saman um, hve mikinn hluta þurrkaraloftsins hægt er að nota á nýjan leik á þennan hátt. T.d. heldur ein norsk heimild (15) því fram að hægt sé að hringkeyra öllu þurrkaraloftinu, en til eru líka framleiðendur (16), sem telja sig ekki geta tekið nema 20% loftmagnsins aftur inn í þurrkarann, ef það á ekki að valda vandræðum.

Í Danmörku hefir lyktheyðing við fiskmjölsverksmiðjur verið framkvæmd um árabíl með brennslu undir katli og hefir það verið talið fullnægjandi til skamms tíma (19). Líkur eru þó til, að kröfurnar um lyktheyðingu verksmiðja verði enn hertar í febrúar 1973 og reynir þá á, hvort frekari aðgerða verður þörf.

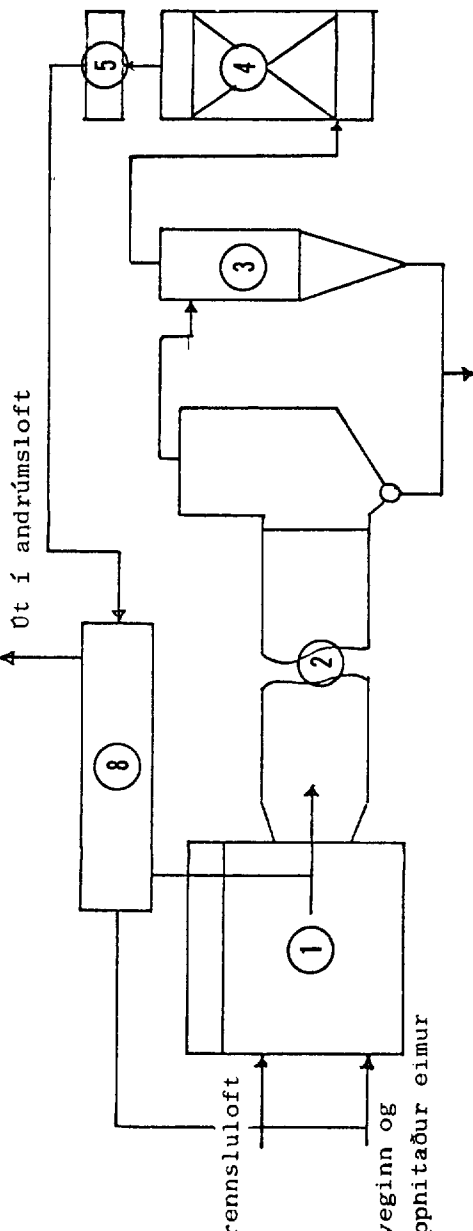
Þegar reistar eru nýjar fiskmjölsverksmiðjur með gufuburrkurum, þarf stofnkostnaðurinn vegna lyktheyðingarinnar ekki að vera óhóflega hár, ef gert er ráð fyrir henni frá byrjun. Sá hluti kostnaðarins, sem skrifa þarf á reikning lyktheyðingarinnar, er verð þvottaturns, blásara og loftstokka. Rétt þykir einnig að benda á, að olíunotkunin hækkar lítið eða ekkert við brennslu undir katli. Orkuþörfin eykst hins vegar nokkuð.

#### OXUN Í VÖKVAFASA

Þessi aðferð var í notkun í að minnsta kosti einni danskri fiskmjölsverksmiðju, en auk þess í allmörgum, er framleiða kjötmjöl. Hún er í því fólgin, að eimurinn er þveginn í þvottaturni af sérstakri gerð, mynd 10, með vatni, sem í hefir verið blandað ákveðnu magni af brenni-steinssýru og natríum hypoklóriti. Vegna tæringarhættu er þvottaturninn gerður úr glertrefjastyrktum polyester, blásarinn varinn með sérstökum hætti og loftstokkarnir smíðaðir úr sérstöku ryðfríu stáli.

Lausar plastkúlur eru notaðar sem fylling og eru þær á sífelldri hreyfingu meðan turninn er í notkun, en það kemur í veg fyrir, að mjöl-skán setjist á þær.

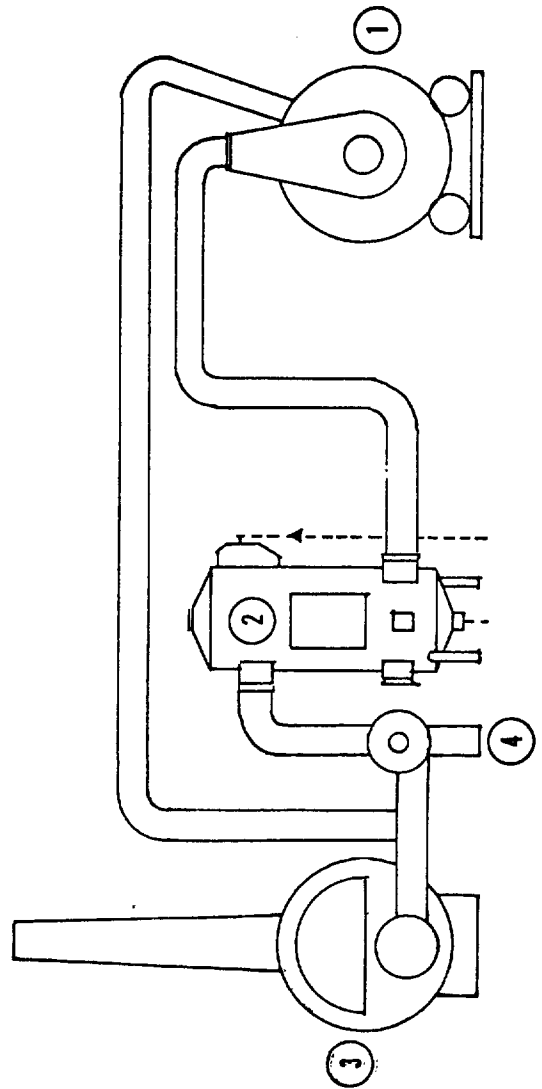
## Brennsla í stækkuðum ofni eldþurrkara



## MYND 8

1. Þurrkaraofn
2. Þurrkari
3. Mjóliskilja
4. Þvottaturn
5. Dropagildra
8. Hitaskiptir

## Brennsla undir katli



## MYND 9

1. Gufuburrkari
2. Þvottaturn
3. Gufuketill
4. Blásari

Fiskmjölsverksmiðjan, sem notaði þessa aðferð, var búin gufuþurrkurum og vann úr 240 tonnum af síld á sólarhring. Hún var þannig staðsett, að hún gat ekki notað sjó og hafði ekki nægilegt vatn á kæla. Nú er verið að flytja verksmiðjuna að höfn og verða þá notaðir þvotta- og kæliturnar eins og þeir, sem lýst hefir verið, og loftið notað aftur til brennslu í eldhólfi katla. Verður þá þvottaturninn, sem sýndur er á mynd 10 notaður til þess að hreinsa loftið úr þurrkurum og úr verksmiðjunni, þegar katlar eru ekki í notkun, en frá þurrkurum leggur lykt í nokkurn tíma eftir að þurrkun er hætt.

MÓTLÝKTAREFNI hafa verið reynd til þess að dylja ólyktina frá fiskmjölsverksmiðjunum. Eitt slíkt efni, Airwick, var prófað hér á landi árið 1964, en árangurinn var vonum minni. Flestum heimildum ber saman um, að vandinn verði ekki leystur á þennan hátt.

#### HÁIR REYKHÁFAR

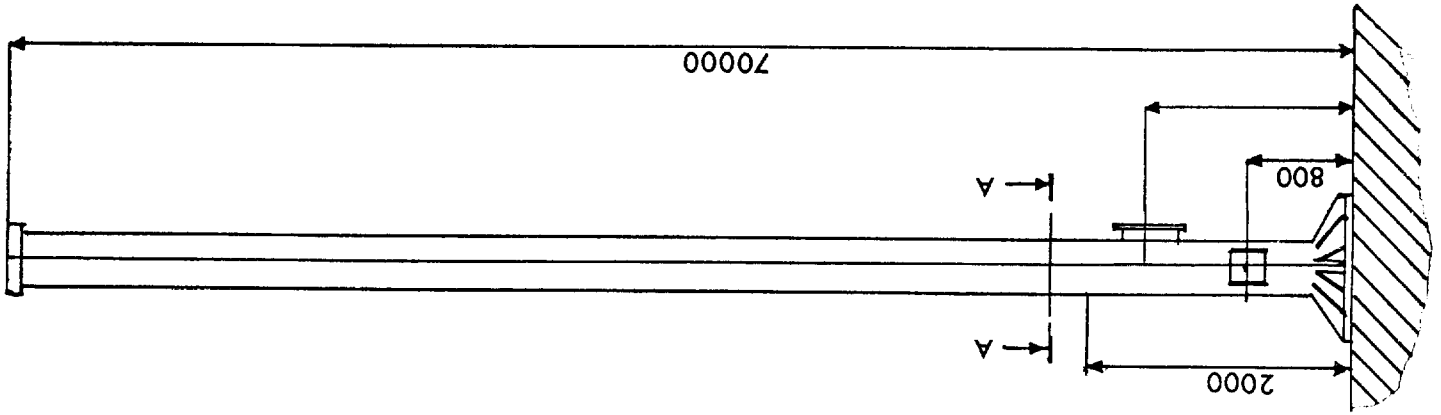
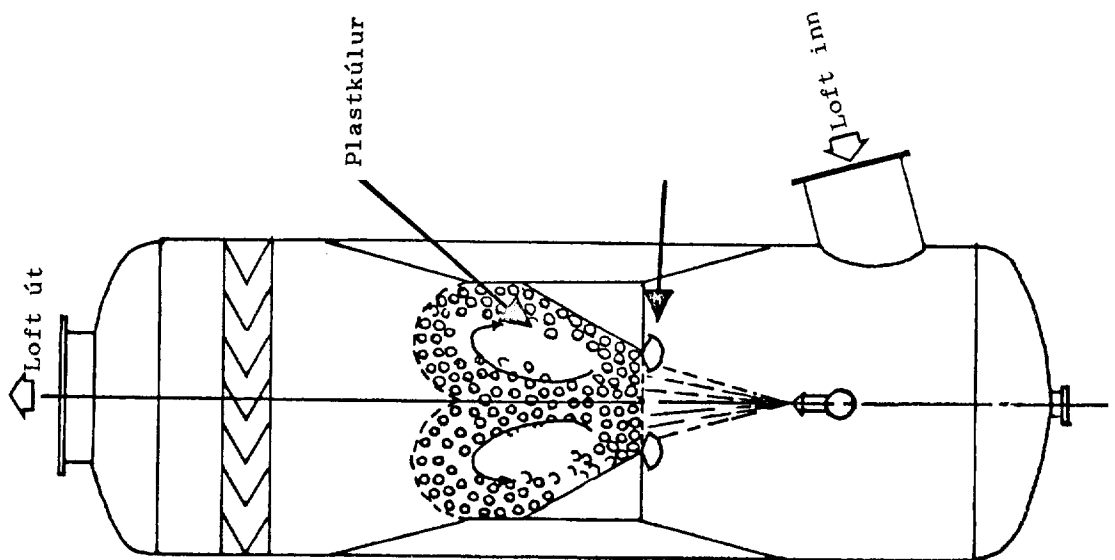
Það leiðir af framansögðu (bls. 6), að hægt er að eyða lykt frá fiskmjölsverksmiðjum með því að þynna eiminn með fersku lofti, þar til ólyktin er ekki lengur merkjanleg. Háir reykháfar hafa þann kost, að þeir stuðla mjög að þynningu eimsins, áður en honum slær niður. Þeir auka líka mjög líkurnar á því, einkum þar sem lítil byggðalög eiga í hlut, að eimurinn berist út fyrir byggðina, áður en hann berzt aftur niður á jörð.

Það er mat höfunda þessarar skýrslu, að það gagn, sem hafa má af háum reykháfum til þess að leysa ólyktarvanda verksmiðjanna, hafi verið vanmetið og víða hagi þannig til hér á landi, að hafa megi af þeim talsvert gagn.

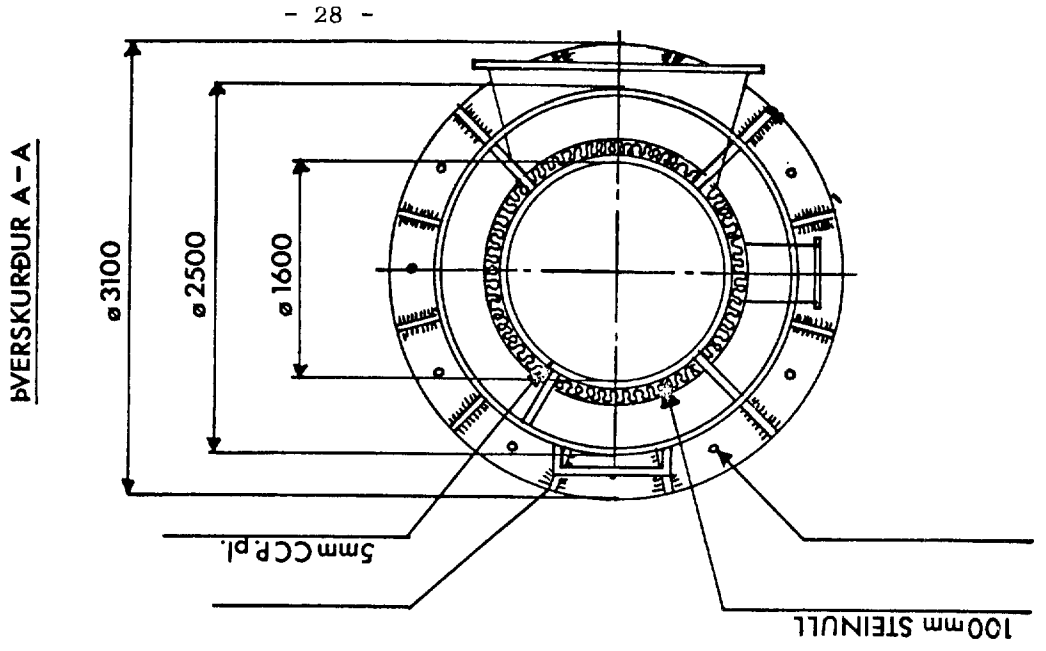
Dó verður að viðurkenna það, að mjög erfitt er að segja fyrir með nákvæmni, hvernig eimur úr reykháfi myndi haga sér í ákveðnum tilfellum.

Varðandi gróft mat á æskilegri reykháfshæð, má nefna tvær nytsamar hjálparreglur, sem talsvert má styðjast við (17).

**MYND 10**  
**Oxun i vökvafasa**



**MYND 11**  
**Stálreykháfur**



### Hæð reykháfs miðað við hæð verksmiðjuhúss

Hlémegin við stór verksmiðjuhús er mikil hætt á, að lítt dreifðum eim geti slegið niður, ef reykháfar eru lágir. Valda þessu iðustráumar, sem myndast hlémegin við byggingarnar. Þegar um daunillan eim frá verksmiðju er að ræða, má af þessari ástæðu einni telja æskilegt, að reyk- háfur verksmiðjunnar sé 2½ sinnum hærri en hæð verksmiðjuhússins.

### Ahrif reykháfhæða á mestu mengun við jörð

Um sámilega háa reykháfa, sem standa á sléttlendi, má gróft reiknað gera ráð fyrir, að mesta mengun við jörð í nágrenninu breytist í öfugu hlutfalli við hæð reykháfsins í öðru veldi. Með öðrum orðum sagt, má gera ráð fyrir, að við tiltekin veðurskilyrði sé mesta mengun við jörð frá 80 m háum reykháfi fjórfalt minni en frá 40 m háum reykháfi og 16 sinnum minni en frá 20 m háum reykháfi. Rétt er að ítreka, að þetta á aðeins við um sléttlendi og mengun almennt.

Háir reykháfar eru gerðir úr ýmsum efnum. T.d. var algengt að hlaða þá úr múrsteinum og til eru reykháfar úr járnbentri steinsteypu, en í seinni tíð hafa stálreykháfar orðið æ algengari. Svo er t.d. í Danmörku. Á mynd 11 er sýnd algeng gerð af þessum reykháfum (20). Innra byrðið, sem ekki er hluti af burðarverki reykháfsins, er úr sérstöku stáli, sem stenzst sámilega tæringu af brennisteinssýrtingi. Það er síðan einangrað með steinull, en yzt er kápan, sem ber uppi reykháfinn. Smíði þessara reykháfa fer fram á verkstæðum, og eru þeir síðan reistir á sama hátt og möstur við verksmiðjurnar. Leitað var eftir tilboði í reykháf af þessu tagi í desember 1971, hæð 70 m, innra þvermál 1,6 m. Hljóðaði tilboðið upp á d.kr. 280.000,- fob Esbjerghöfn.

### DÆMI UM VERÐ TÆKJA OG BÚNAÐAR TIL LYKTEYÐINGAR O.FL.

Til þess að gefa hugmynd um verð tækja og búnaðar til lyktheyðingar frá verksmiðju, sem brætt getur 600 tonn af loðnu á sólarhring, var leitað tilboða í Noregi í slík tæki. Var gert ráð fyrir verksmiðju með tveggja þurrkara kerfi og eimara af hæfilegri stærð.



Norðmennirnir miðuðu við 3 úrlausnir. Sú fyrsta felur í sér kæli- og þvottaturn eins og lýst er hér að framan í kaflanum um þvottaturna (mynd\_1), brennslu 60% af loftinu í eldhólfi þurrkara og að 40% af loftinu sé hleypt út með lítt breyttri lykt og rétt merkjanlegum reyk. Verð var: N.kr. 225.000,- fob.

Í þessu verði er falið verð eftirfarandi tækja: kæli- og þvottaturns úr ryðfríu stáli, stálgrinda fyrir turninn, ventla, flangsa, beygja, loftstokka, vatnsdælu með 50 ha mótör, blásara með 60 ha mótör o.fl., en þó ekki efnis í vatnslagnir.

Í öðru lagi var gert ráð fyrir, að skipt yrði um þurrkara og keyptur einn nýr eldþurrkari með sömu afköstum og þeir, sem fyrir voru með lykt-eyðingarbúnaði og öllum öðrum búnaði, sem talinn er nauðsynlegur fyrir fullkomna lyktheyðingu í Noregi, þ.e. kæli- og þvottaturni, stækkuðu eldhólfi, eins og lýst er á bls. 22 (sjá mynd\_8), blásara og vatnsdælu, hitaskipti, mjölskilju, loftstokkum, stjórnborði með hitamælum, straummælum o.fl. Verðið var: N.kr. 1.400.000,- fob.

Í þriðja lagi gerðu Norðmennirnir einnig tillögu um 3 nýja rotadiscgufuþurrkara og var verð þeirra: N.kr. 2.350.000,- fob.

Í því verði er falið auk þurrkaranna kæli- og þvottaturn, eins og áður er getið, loftstokkar úr ryðfríu stáli, blásari með 60 ha mótör, kælivatnsdæla með mótör, mjölskilja (cyclon) úr ryðfríu stáli, um 16 m af sniglum o.fl., en þó ekki efni í kælivatnslagnir.

Þá var og gert ráð fyrir sjálfvirkum gufukatli með 10 tonna afköst á klst. Verð hans var: N.kr. 350.000,- fob, eða samtals fyrir þetta kerfi: N.kr. 2.700.000,- fob.

Í þessu tilfelli er hreinsaða loftið leitt undir gufukatla og notað sem brennslu loft.

Í heildarkostnað vantar hér flutningsgjöld, aðflutningsgjöld, uppsetningarkostnað, kælivatnsleiðslur o.fl.

### HEIMILDIR

1. Brand, H.D. og Olivier, F.: Fishing News International, Október 1972, bls. 44-45. Odour control through catalytic combustion.
2. Bekæmpelse af lugtplage, Akademiet for de tekniske videnskaber, Beretning No. 41. Udgivet af ATV's fiskelugtudvalg, bls. 52, København 1962.
3. Kurmeier, H.: Gesundheits-Ingenieur, Heft 6, 92. árg., 1971, bls 169-173.
4. Hanson, S.W.F.: A simplified guide to the abatement of odours from fish meal plant. International Association of Fish Meal Manufacturers, London, bls. 1.
5. Standard method for measurement of odour in atmospheres (dilution method). American society for Testing Materials, Philadelphia, Pa., U.S.A. ASTM Designation: D1391-57. American Standard Z116.2-1966
6. Kahrs, L.: Meldinger fra SSF Nr. 2, Maí 1968, bls. 80. Törkeovner og oljebrennere.
7. Einkaupplýsingar frá Noregi.
8. Fundargerð Vísindanefndar Alþjóðafélags fiskmjölsframleiðenda, York 17. - 20. apríl 1972, bls. 6.
9. Windsor sama stað, bls. 4 og Fishing News International, September 1972, bls. 37-41.
10. Utvik, A.Ø.: Meldinger fra SSF nr. 3, September 1967, bls. 74-92. Om luktstoffer og luktfjerning ved våtvasking.
11. Einkaupplýsingar.
12. Gísli Halldórsson: Tímarit Verkfræðingafélags Íslands, árg. 1961, bls. 37-45. Deodorization by incineration as applied to vapours from dryers in fish reduction plants.
13. Hetland, J.: Meldinger fra SSF, júní 1968, nr. 3, bls. 124-133. Törking, kondensering, luktfjerning.
14. Einkaupplýsingar, Norsk Dampkedelforening, 4. marz 1970.
15. Brödr. Hetland: Luktfjerningsutstyr for törker, Bryne 25. maí 1970, bls. 2.
16. Einkaupplýsingar frá Danmörku.

17. Upplýsingar frá Veðurstofu Íslands.
18. Upplýsingar frá Stord-Bartz Industri A/S, Bergen.
19. Einkaupplýsingar frá K. Korsager, forstjóra, Esbjerg.
20. A/S Völund, Esbjerg.
21. Potter, Wignall og Windsor: News Summary No. 33, IAFMM, bls. 15.