

Nr. 98

9. des. 1977

ATHUGUN Á ORKUNÝTINGU Í
ÍSLENSKUM FISKMJÖLSVERKSMIÐJUM

Trausti Eiríksson

ÚRDRÁTTUR

Áhugi á bættri orkunýtingu hefur verið vaxandi í fiskmjölsiðnaði sem og öðrum iðnaði undanfarin ár.

Í fiskmjölsiðnaði þýðir betri nýting ágóða og töluverðu má ná með bættri nýtingu varmans. Varmadælur og annar búnaður, sem gefa áður óþekkta möguleika þróast nú ört.

Skýrsla þessi fjallar um varmanýtingu fiskmjölsverksmiðja almennt og var flutt að mestu sem erindi á fundi alþjóðasamtaka fiskmjölsframleiðenda, sem haldinn var í Osló 26. sept. 1977. Lýsir skýrslan mælingum, sem gerðar voru á einni ákveðinni verksmiðju og útreikningum, sem framkvæmdir voru í framhaldi af því. Athugun er gerð á hagkvæmni fjárfestinga, sem spara orku, svo sem notkun soðeimingartækja, einangrunar, óbeinnar gufu og bættri stýringu þurrkara. Útreikningar eru gerðir á orkumagni, sem til ráðstöfunar er ef nýttur er varmi úr reykháf og varmi úr síðasta þrepi soðeimingartækja. Lítillega er rætt um fyrirhugaða nýtingu þessa varma á Íslandi.

EFNISYFIRLIT

| | | |
|---|------|----|
| ÚRDRÁTTUR | bls. | 1 |
| 1. INNGANGUR | " | 3 |
| 2. VARMANÝTING Í FISKMJÖLSVERKSMIÐJUM | " | 4 |
| 3. NIÐURSTÖÐUR TILRAUNA VETURINN 1977 | " | 5 |
| 4. HAGKVÆMNI Í FJÁRFESTINGUM SEM MIÐA AÐ BÆTTRI VARMANÝTINGU | " | 7 |
| 5. HUGSANLEG ENDURNÝTING VARMA | " | 9 |
| 6. NIÐURSTÖÐUR | " | 11 |
| 7. HEIMILDIR | " | 11 |
| | | |
| Tafla 1. Rekstrarforsendur íslenskra fiskmjöls- verksmiðja | " | 12 |
| Tafla 2. Rekstrarforsendur fyrir tvær upphugsaðar verksmiðjur | " | 13 |
| Tafla 3. Varmaorkuþörf í kcal/tonn hráefnis | " | 13 |
| Tafla 4. Samsetning hráefnis og mjöls | " | 14 |
| Tafla 5. Hitaleiðni frá tækjum | " | 14 |
| Tafla 6. Orkuþörf án tapa | " | 15 |
| Tafla 7. Orkunotkun við framkvæmd mælinga | " | 15 |
| | | |
| Mynd 1. Samanburðar á orkunotkun í tveim mis- munandi reknum verksmiðjum | " | 16 |
| Mynd 2. Vinnslurás í loðnuverksmiðju þeirri þar sem mælingar fóru fram | " | 17 |
| Mynd 3. Skipting olíunotkunar 28.-31. mars | " | 18 |
| Mynd 4. Massastreymi í fiskmjölsverksmiðju með notkun soðkjarnatakja | " | 19 |
| Mynd 5. Oliukostnaður við þurrkun með og án soðkjarnatakja | " | 20 |
| Mynd 6. Arðsemi einangrunar, óbeinnar hitunar og betri stýringu þurrkara | " | 21 |
| Mynd 7. Skipting olíunotkunar með tilkomu soðkjarnatakja | " | 22 |
| Mynd 8. Nýting þurrkara sem fall af endakassa- hitastigi | " | 23 |
| Mynd 9. Samanburður á olíunotkun | " | 24 |

1. INNGANGUR

Nýjar fiskmjölsverksmiðjur hafa ekki verið reistar á Íslandi undanfarin 10-12 ár, eða síðan á síldarárunum. Endurnýjun tækjabúnaðar hefur heldur ekki verið sem skyldi, m.a. vegna lítils árlegs vinnslutíma og þar af leiðandi erfiðari fjárhagsafkomu.

Árið 1977 eru alls 24 verksmiðjur í notkun, sem vinna feitfisk og heildarafkastageta þeirra um 12000 tonn hráefnis á 24 klst. við fullt álag. Fiskmjölsframleiðsla á Íslandi var í lágmarki nokkur ár eftir hrun síldarstofnsins í Norður-Atlantshafi. Þess sjást nú merki að ástandið í fiskmjölsiðnaði sé að batna. Loðna veiðist nú bæði sumar og vetur og auk þess hefur veiði á kolmunna og spærlingi hafist í smærri stíl.

Á undanförunum árum hafa litlar rannsóknir á fiskmjölsverksmiðjum farið fram á Íslandi og segja má að á þessu sviði standi Íslendingar að baki öðrum þjóðum. S.l. tvö ár hafa þó verið unnin, í samvinnu við Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, tvö prófverkefni við Háskóla Íslands, vélaverkfræðideild, sem fjalla um orkunotkun við fiskmjölsframleiðslu (2, 3).

Orkukostnaður við fiskmjölsframleiðslu stígur ört, aðallega vegna ört hækkandi olíuverðs. Tafla 1 sýnir rekstrar-yfirlit íslenskra fiskmjölsverksmiðja (1). Tekjur 1977 eru samtals 10414 m.kr. og er olíukostnaður um 12,1% og rafmagnskostnaður 2,2% af tekjum. Í þessari skýrslu verður aðallega fjallað um varmaorkunotkun, þar sem þar er mun meira að vinna en í raforkunotkun. Þess skal getið hér að verksmiðja sú, sem athuguð var í vetur notaði raforku samsvarandi 18 kWst á hvert tonn hráefnis.

2. VARMANÝTING Í FISKMJÖLSVERKSMIÐJUM

Varmanýting í fiskmjölsverksmiðjum er oft ekki góð. Því valda margir þættir. Hér verður tekið upphugsað og útreiknað dæmi til skýringar. Bornar verða saman tvær verksmiðjur með mismunandi búnaði og orkunotkun þeirra reiknuð og borin saman. Verksmiðjurnar eru báðar búnar tveim eldpurrkurum og soðeimingartækjum og vinnslugeta 500 tonn/24 klst. Hráefni og blóðvatn er soðið sitt í hvoru lagi og síðan er blóðvatni blandað saman við pressuvökva. Hitastig hráefnis inn í verksmiðju er 0°C og það síðan hitað upp í 100°C við suðu. Vinnsluþrýstingur ketils er 6 kp/cm². Upphitun pressuvökva vegna tapa í hráefnislögnum og tönkum er 30°C. Soðeimingartæki eru þriggja þrepa, sem nota 0.44 kg gufu til eimingar og forhitunar. Út úr tækjunum kemur soðkjarni 60°C heitur, en hann þarf að vera 80°C heitur, áður en honum er blandað saman við pressuköku. Vegna tapa í lögnum og upphitunartanki, samsvarar upphitunin 30°C. Nýting þurrkara er 65% og uppgufunarvarmi í honum er 564 kcal/kg.

Skipting hráefnis inn í verksmiðju er þannig, að 15,4% er blóðvatn, sem er með 4,5% þurrefni og 0,8% fitu. Í gegnum sjóðara fara 84,6% með samsetninguna 70,2% vatn, 18,1% þurrefni og 11,7% fitu. Mjölsamsetning er 80% þurrefni, 12% fita og 8% vatn. Mjölnýting er 18% og reiknað verður með að þau 2%, sem tapast fari þurr út um skorstein. Lýsisnýting er 7,6% eða 76 kg úr hverju nýju tonni að meðaltali. Soð er með 6% þurrefni og 1% fitu. Pressukaka er að meðaltali 55% rök.

Út frá þessum upplýsingum er hægt að reikna orkunotkun hinna einstöku þátta verksmiðjanna. Einnig er hægt að reikna og meta fleiri þætti.

Í þessum samanburði tveggja verksmiðja verður einnig gert ráð fyrir að vatn bætist í hráefni í verr reknu verksmiðjunni og soðkjarni sé þar 20% þurr í stað 35%. Auk þess er einangrun á lögnum og tækjum í betur reknu verksmiðjunni. Í töflu 2 og töflu 3 eru raktar nánari upplýsingar sem útreikningarnir eru byggðir á.

Verksmiðja 1 notar því 44,5% meiri olíu til að vinna hvert hráefnistonn. Á mynd 1 er sýnt hvernig notuð varmaorka dreifist á mismunandi vinnsluþætti. Einnig sést hvernig hver sparnaðarliður minnkar varmaþörfina. Varmaþörf verr reknu verksmiðjunnar er tekin sem grundvöllur fyrir útreikningunum.

3. LÝSING VERKSMÍÐJU OG FRAMKVÆMD MÆLINGA

Á loðnuvertíð 1977 var athuguð ákveðin verksmiðja á Íslandi. Verksmiðjan var frekar ófullkomin, t.d. voru engin soðeimingartæki, léleg nýting þurrkara og lítil einangrun á þurrkurum, lögnum og tönkum. Mynd 2 sýnir fyrirkomulag tækja í verksmiðjunni. Myndin sýnir leið hráefnis um verksmiðjuna og alla millitanka. Hráefnið, í þessu tilfalli loðna, er geymt í steypum yfirbyggðum þróm. Blóðvatni er safnað saman úr öllum þrónum og dælt í geymsluþró og reynt að sjóða það sér og vinna það síðan með öðru hráefni, en alltaf er einhverju hent.

Markmið þessara athugana var að athuga á hvern hátt mætti lækka rekstrarkostnað og þá sérstaklega kostnað vegna olíunotkunar. Einnig átti að kanna hvernig nota mætti ónýttan hita frá þurrkurum. Safnað var saman upplýsingum um samsetningu og hitastig hráefnis á mismunandi stöðum, yfirborðsflatarmál og yfirborðshitastig lagna og tækja, magn unnins hráefnis og framleidds mjöls og lýsis, fæðivatnsnotkun og olíunotkun þurrkara og ketils. Athuganir þessar fóru fram 28.-31. mars.

Tafla 4 sýnir niðurstöður efnagreininga á hráefni og mjöli þessa daga. Eðlisvarmi lýsis, þurrefnis og vatns er ætlað 0,5, 0,4 og 1,0 kcal/kg°C. Hitastig pressuköku við inntak þurrkara var 85°C.

Afköst verksmiðju reyndust um 380 tonn/24 klst. þann 28.-31. mars.

Út frá yfirborðshitastigi og flatarmáli lagna og tækja var reiknað hitatap. Hitastig í verksmiðju reyndist um 30°C í þeirri hæð, sem tækin voru. Yfirborð óreglulega lagaðra hluta var áætlað þannig, að reiknað var með því að þeir væru kassalaga eða sívalir. Varmaleiðnin var fundin fyrir hvert tæki með formúlunni:

$$Q = A \cdot h \cdot \Delta t$$

þar sem A er yfirborðsflatarmál tækisins, h er varmaleiðni-stuðullinn, lesinn úr línuritum 51.1 til 51.9 í (2). Δt er mismunur á meðal hitastigi inni í verksmiðjunni og meðal hitastigi yfirborðsflatar. Varmaleiðni í gegnum þurrkbelg er reiknuð eins og lýst er á bls. 27-31 í (2). Niðurstöður útreikninga eru fremst í töflu 5.

Orkuþörf án tapa er sýnd í töflu 6, og raunveruleg mæld orkunotkun í töflu 7. Nýting η er skilgreind:

$$\eta = \frac{\text{Fræðileg orkuþörf}}{\text{Raunveruleg orkuþörf}}$$

Þessi nýting er sýnd aftast í töflu 7.

Við mælingar á fæðivatni kom í ljós, að eyðslan fór frá 200-4000 l/klst. Meðal eyðsla var 1496 l/klst. Gufa er notuð víða í framleiðslunni, svo sem til hitunar á olíu

og hreinsunar og er því þéttivatni, sem þar myndast hent. Mestur hluti þeirrar gufu, sem notuð er, fer saman við hráefnið og eimast upp í þurrkara. Ef reiknað er með að 1000 l af vatni blandist hráefni á klst. þá verður orkuþörf til eimingar á því um 3,5 kg olía/tonn hráefnis. Ef tekið er tillit til þessa, þegar nýting þurrkara er reiknuð, verður hún 0,84 í stað 0,78. Samantekt á skiptingu orku-notkunar sést á mynd 3.

4. HAGKVÆMNI Í FJÁRFESTINGUM SEM MIÐA AÐ BÆTTRI VARMANÝTINGU

Hér á eftir verður athugað lauslega, hvernig borgi sig að fjárfesta í a) soðeimingartækjum, b) einangrun, c) óbeinni hitun, d) betri stýringu á þurrkara.

a) Soðeimingartæki. Athugunin byggir á samsetningu og massastreymi, samkvæmt mynd 4. Reiknað er með þriggja þrepa soðeimingartækjum, sem nota 0,44 kg ferska gufu til að eima 1 kg vatn og 630 kcal fari í að framleiða hvert kg ferskrar gufu og er þá tekið tillit til nýtingar ketils. Nýting þurrkara er áætluð 0,84. Orkuþörf Q er því:

$$Q = 559 \text{ kg}_v \cdot 0,44 \text{ kg}_g/\text{kg}_v \cdot 630 \text{ kcal}/\text{kg}_g +$$

$$\frac{242 \text{ kg}_v \cdot 548 \text{ kcal}/\text{kg}_v}{0,48} = 312,831 \text{ kcal/tonn.}$$

Þetta samsvarar 31,9 kg olía/tonn, en var 57,6 kg olía/tonn 28.-31. mars. Mismunur 25,7 kg olía/tonn hráefnis.

Áætlaður kostnaður við kaup og uppsetningu á soðeimingartækjum fyrir 15 tonna uppgufun á klukkustund er 44 milljónir og gufuketill fyrir þau 15 milljónir. (Byggt á upplýsingum innflytjenda veturinn 1977).

Á mynd 5 er borimsaman núverandi olíukostnaður (24.75 kr./kg) og olíukostnaður með stofnkostnaði vegna soðeimingartækja og gufuketils. Notuð er annuitetsaðferð og reiknað með 13% vöxtum og afskriftartíma tækja 15 ár, annuitetsstuðull 0,15474. Af myndinni sést að það borgar sig að kaupa soðeimingartæki, þegar vinnslan er meiri en 11000 tonn hráefnis á ári og ef kaupa þarf ketil líka, er fjárfestingin arðbær við 14500 tonn/ári.

b) Einangrun. Varmaleiðnina eftir að búið er að einangra, má reikna með $Q = K \cdot A \cdot \Delta t$ ef um sléttan flöt er að ræða og $Q = U_0 \cdot A \cdot \Delta t$ ef um sívalan hlut er að ræða. Nánari lýsing á útreikningum er á bls. 28-30 í (3). Niðurstöður eru í töflu 5, síðasta lið, en þar er einnig tiltekið um hvers kyns einangrun sé að ræða.

Áætlað er að einangrun með uppsetningu kosti 2 milljónir. Með sömu aðferð og forsendum, fæst mynd 6. Einangrun er eftir þessari aðferð arðsöm ef unnið er meira en 6700 tonn á ári.

c) Óbein hitun. Áætlað var að í hráefni blandaðist 1000 l vatn/klst. Þetta samsvarar um 63 l vatn/tonn hráefnis. Með stækkun sjóðara, betri hreinsun og öðrum aðgerðum, sem koma í veg fyrir beina gufunotkun, má spara orku Q í þurrkurum, sem nemur $Q = 63 \cdot 548 = 34524$ kcal/tonn. Einnig sparast þá orka í upphitun nýs fæðivatns og reiknað er með auknum sparnaði samtals í um 10000 kcal/tonn, eða samtals samsvarandi um 4,5 kg olía/tonn hráefni. Á mynd 6 er sýnt hversu mikið olíukostnaður lækkar við að nota enga beina gufuhitun miðað við mismunandi hráefnismagn á ári.

d) Betri stýring þurrkara. Við mælingar kom í ljós að nákvæmni í stýringu þurrkara er mjög ábótavant. Sé enda-

kassahitastig 85°C í stað 160 eins og mældist 28. mars eimast 1,6 kg meira af vatni fyrir hvert kg af olíu. Þetta samsvarar 54508 kcal/tonn eða samsvarandi 5,5 kg olía/tonn hráefni.

Á mynd 6 er sýndur olíusparnaður í milljónum kr. Þess ber að geta að meðan verksmiðjan er keyrð með þeim afköstum, sem voru 28.-31. mars er ekki hægt að auka nýtingu þurrkara á þennan hátt, en með tilkomu soðkjarnatakja minnkar álagið á þurrkurum það mikið að ekki ættu að vera vandkvæði á því að lækka endakassahitastig.

Skipting orkunotkunar eftir ofangreindar aðgerðir er sýnd á mynd 7. Skorsteinstöp, sem stafa af framleiðslu gufu á soðkjarnatakji eru innifalin í orkuþörf þeirra.

5. HUGSANLEG ENDURNÝTING VARMA

Varmaendurnýting kemur til greina á varma, sem fer upp um reykhálf og á gufu frá síðasta þrepi soðeimingartækja.

a) Varmi frá þurrkara. Varmaskiptir í reykhálf gæti nýtt varma frá 85°C í 40°C . Magn varma Q fyrir bruna á hverju kg olíu verður:

$$Q = \sum m_L C_{pL} (85 - 40) + (H_1 - H_2)$$

þar sem m_L er massi hvernar lofttegundar í afgasi, sem myndast við bruna á einu kg olíu, C_{pL} er eðlisvarmi hvernar lofttegundar í afgasi, H_1 er enthalpi gufu, sem 1 kg gufu eimar við 85°C , H_2 er enthalpi gufu og vatns, sem eitt kg olíu eimar við 40°C . Mynd 8 byggð á (2) og (3) sýnir nýtingu þurrkara, sem fall af endakassahitastigi og umframloftmagni.

Ef sett er inn í þessa jöfnu miðað við $n = 2$ og endakassahitastig 85°C fæst að nýtanlegur varmi er 9182 kcal/kg olíu. Þetta samsvarar 13,68 kg olíu/tonn hráefnis.

b) Varmi frá þriðja þrepi eimara. Ef gert er ráð fyrir að út frá síðasta þrepi á soðeimingartækjum komi gufa 70°C heit og henni sé þrýst saman þar til hún verður 85°C og síðan þétt og kæld niður í 40°C má nýta 586 kcal/kg. Miðað við massastreymi á mynd 5 samsvarar þetta 11 kg olíu/tonn hráefnis.

c) Varmi frá katli. Þessi varmi er tiltölulega lítill og erfitt að nýta hann og verður ekki fjallað um hann hér.

Mynd 9 sýnir súlurit yfir hvernig olíunotkun minnkar við hverja aðgerð í átt til sparnaðar og endar í 17,6 kg olíu/tonn hráefnis með fyllstu endurnýtingu. Heildarvarmi sem mögulega mætti endurnota með nýtingu varma frá þurrkara og soðeimingartækjum er því samsvarandi 24,68 kg olíu/tonn hráefnis. Ef gert er ráð fyrir vinnslugetu verksmiðju 15,8 tonn/klst. jafngildir þetta 390 kg olíu/klst. sem er nægjanlegt fyrir upphitun um 400 húsa, gróft áætlað.

Nýlega hefur komið upp áhugi á Vestfjörðum um samvinnu bæjarfélags og fiskmjölsverksmiðju við upphitun húsa bæjarins með hitaveitu. Nota má afgangsvarma verksmiðjunnar, þegar verksmiðjan er í gangi og fá þá mjög ódýra orku en þegar verksmiðjan er stopp þá má nota katla verksmiðjunnar, sem kyndistöð. Líkur eru til að á þennan hátt megi fá mun ódýrari orku til upphitunar en beina olíukyndingu. Áætlað er að hita vatn frá húsunum frá 40°C til 60°C í varmaskiptum tengdum síðasta þrepi eimara og síðan frá 60°C til 80°C í varmaskiptum í skorsteini. Þessi samvinna virðist koma vel til álita á svæðum, þar sem jarðvarmi er ekki fáanlegur.

6. NIDURSTÖÐUR

Það er augljóst að varmanýtingu í íslenskum fiskmjölsverksmiðjum er hægt að auka til muna og bæta á þann hátt rekstrarafkomu þeirra. Hagkvæmt er að fjárfesta í soðeimingartækjum ef árlegt hráefni nemur meira en 14500 tonnum og það virðist mjög óviturlegt að hafa þurrkara og önnur tæki, tanka og lagnir óeinangrað. Bein gufunotkun í hráefni er mjög kostnaðarsöm og töluverð fjárfesting er réttlætanleg til að koma á óbeinni gufunotkun við suðu og hitun í vinnslunni. Með því að lækka hitastig eimsins frá þurrkurum má spara orku, en til að forðast minni framleiðslugetu um leið, þarf að taka tillit til þessa við hönnun soðeimingartækja.

Raunveruleg orkunotkun í tveim íslenskum fiskmjölsverksmiðjum til viðbótar var mæld s.l. vetur. Báðar notuðu soðeimingartæki en önnur þeirra notaði 54,1 kg olíu/tonn hráefnis hin aðeins 42,5 kg olíu/tonn hráefnis.

Umtalsvert varmamagn tapast frá eim þurrkara og af síðasta þrepi soðeimingartækja og mætti endurnota hann í verksmiðjunni sjálfri og einnig er möguleiki að nýta varmann til upphitunar húsa.

7. HEIMILDIR

- (1) Sjávarútvegur 1972-1977, Þjóðhagsstofnun, Reykjavík, apríl 1977.
- (2) Nýting varma í fiskmjölsverksmiðjum, Ólafur Arnason. Lokaverkefni í vélaverkfræði við Háskóla Íslands 1976.
- (3) Varmanýting og rekstrarkostnaður við fiskmjölsframleiðslu, Haukur Baldursson. Lokaverkefni í vélaverkfræði við Háskóla Íslands 1977.

Tafla 1. Rekstraryfirlit mjölvinnslu 1975 og áætlun 1977 m.v. vetrarvertiðarverðlags.

| <u>Fjárhæðir í m.kr.</u> | <u>Rekstraryfirlit 1975</u> | <u>Áætlun 1977 vetrarvertiðarverðlag</u> |
|--|---------------------------------|--|
| A. Tekjur alls | 4.296 | 10.412 |
| B. Gjöld alls | 4.010 | 10.414 |
| 1. Laun og tengd gjöld | 686 | 1.277 |
| 2. Hráefni | 1.300 | 5.276 |
| 3. Rafmagn | 133 | 231 |
| 4. Olíur | 569 | 1.255 |
| 5. Umbúðir | 156 | 222 |
| 6. Ýmsar rekstrarvörur | 22 | 44 |
| 7. Flutningskostnaður | 140 | 222 |
| 8. Skrifstofukostnaður | 54 | 97 |
| 9. Laun v/skrifstofu | 59 | 97 |
| 10. Tryggingar | 46 | 81 |
| 11. Opinber gjöld | 65 | 105 |
| 12. Annar breytilegur kostnaður | 23 | 38 |
| <u>Breytilegur kostnaður alls</u> | <u>3.252</u> | <u>8.945</u> |
| Framlag til fasts kostnaðar | 1.044 | 1.467 |
| 13. Viðhald og viðgerðir | 388 | 623 |
| 14. Endurmetnar afskriftir | 351 | 423 |
| 15. Vextir | 191 | 423 |
| H. Hreinn hagnaður fyrir beina skatta | +115 | -2 |
| <u>Brúttóhagnaður fyrir beina skatta</u> | <u>+465</u> | <u>+421</u> |
| H/A · 100 | +2.7% | -0.0% |
| <u>Greitt í verðjöfnunarsjóð</u> | - | 457 |
| <u>Greitt úr verðjöfnunarsjóði</u> | 389 | - |
| <u>Mótttekið hráefnismagn, tonn</u> | | |
| Fiskbein | 153.812 | 154.000 |
| Karfi | 18.858 | 18.000 |
| Loðna á vetrarvertið | 384.715 | 450.000 |
| Loðna á sumarvertið | - | 120.000 |
| Samtals | 557.385 | 742.000 |

Skýringar: Reiknað er með kaupgengi dollars 1\$ - 190.80 ísl.kr. Á vetrarvertiðinni 1977 var mótttekið loðnumagn til bræðslu um 545 þús. tonn eða 95 þús. tonnum meira en hér er sýnt. Gera má ráð fyrir því að framlag til fasts kostnaðar hækki af þeim sökum um nálægt 300 m.kr.

Tafla 2. Rekstrarforsendur fyrir tvær upphugsaðar verksmiðjur.

| <u>Atriði</u> | <u>Verksmiðja 1</u> | <u>Verksmiðja 2</u> |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|
| Nýting ketils, lagna og tækja: | 80% | 84% |
| Nýting þurrkara: | 65% | 75% |
| Regnvatn: | 30 kg/tonn | 0 |
| Þéttivatn: | 80 kg/tonn | 0 |
| Upphitun pressu- vökva: | 30°C | 10°C |
| Upphitun soð- kjarna: | 30°C | 22°C |
| Soðkjarni: | 20% þurr | 35% þurr |
| Nýtt fæðivatn: | 120 kg/tonn | 40 kg/tonn |
| Suða: | 100°C | 100°C |
| Eiming í soð- kjarnatækjum: | 486.3 kg vatn/tonn hr. | 506.3 kg vatn/tonn hr. |
| Eiming í þurrkara: | 347.7 kg vatn/tonn hr. | 217.7 kg vatn/tonn hr. |

Tafla 3. Varmaorkuþörf upphugsaðra verksmiðja í kcal/tonn.

| <u>Atriði</u> | <u>Verksmiðja 1</u> | <u>Verksmiðja 2</u> |
|--|---------------------|---------------------|
| Suða: | 110.185 | 101.376 |
| Upphitun pressuvökva: | 27.534.8 | 7.431.7 |
| Upphitun soðkjarna: | 7.830.5 | 2.064.1 |
| Eiming í soðkjarna- tækjum: | 133.732.5 | 132.602.4 |
| Upphitun fæðivatns: | 14.000 | 4.700 |
| Samtals frá katli: | 293.292.8 | 248.174.3 |
| Eiming í þurrkara | 301.696.6 | 163.710.4 |
| Samtals orkunotkun: | 594.989 | 411.885 |
| Samsvarandi kg olía/ tonn hráefnis: | 60.7 | 42.0 |

Tafla 4. Samsetning hráefnis og mjöls

| <u>Dagsetning</u> | <u>Fita</u> | <u>Þurrefni</u> | <u>Vatn</u> | <u>Mjölnýting</u> kg mjöl/kg hr. |
|-------------------------------------|-------------|-----------------|-------------|-------------------------------------|
| <u>19. febrúar</u> | | | | 0.181 |
| Hráefni, %: | 10.1 | 15.9 | 44.0 | |
| Mjöl, %: | 13.7 | 78.0 | 8.3 | |
| Í mjöli, úr 100 kg hráefnis, kg: | 2.5 | 14.1 | 1.5 | |
| <u>28.-31. mars</u> | | | | 0.159 |
| Hráefni, %: | 2.7 | 15.1 | 82.2 | |
| Mjöl, %: | 6.2 | 84.6 | 9.2 | |
| Í mjöli, úr 100 kg hráefnis, kg: | 1.0 | 13.4 | 1.5 | |

Tafla 5. Hitaleiðni frá tækjum.

| <u>Tæki</u> | <u>Hitaleiðni</u> <u>frá tækjum</u> <u>óeinangruðum</u> <u>að mestu</u> <u>kcal/klst.</u> | <u>Steinull</u> <u>þykkt og</u> <u>rúmmál</u> ³ | | <u>Perlusteinn</u> <u>þykkt og</u> <u>rúmmál</u> ³ | | <u>Hitaleiðni</u> <u>frá tækjum</u> <u>einangruðum</u> <u>kcal/klst.</u> |
|----------------------------|---|--|----------|---|----------|---|
| | | <u>cm</u> | <u>m</u> | <u>cm</u> | <u>m</u> | |
| Þurrkbelgir | 129.337 | 4 | 10.1 | 10 | 24.2 | 5.930 |
| Eldhólf | 167.438 | 4 | 4.1 | 10 | 10.1 | 23.759 |
| Tankar | 40.692 | 5 | 6.7 | | | 4.336 |
| Rör | 38.033 | 4 | 5.5 | | | 5.093 |
| Forsíur | 10.810 | 5 | 1.2 | | | 1.010 |
| Sjóðanar | 22.856 | 5 | 4.4 | | | 2.296 |
| Hrognaskiljur | 772 | 4 | 0.1 | | | 126 |
| Sniglar og kökutætari | 19.149 | 4 | 2.2 | | | 2.870 |
| Pressur | 9.624 | | | | | 9.624 |
| Mjölskiljur | 15.696 | | | | | 15.696 |
| Skilvindur | <u>3.974</u> | | | | | <u>3.974</u> |
| Samtals | 458.381 | | | | | 74.714 |
| Samsvarar kg olíu/klst. | 46.77 | | | | | 7.62 |

Tafla 6. Orkuþörf án tapa.

| | <u>Suða</u> | <u>Þurrkari</u> | <u>Samtals</u> |
|---------------|-------------|-----------------|----------------|
| 19. febrúar: | 8.3 kg/tonn | 40.5 kg/tonn | 48.8 kg/tonn |
| 28.-31. mars: | 8.7 kg/tonn | 45.1 kg/tonn | 53.8 kg/tonn |

Tafla 7. Orkunotkun við framkvæmd mælinga.

| | <u>kg olía/ tonn hráefni</u> | <u>kg olía/ tonn mjöl</u> | <u>kg olía/klst.</u> | |
|-----------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------|-------|
| <u>19. febrúar</u> | | | | |
| Þurrkari I | 38.1 | 210.6 | 592.6 | |
| Þurrkari II | 13.8 | 76.3 | 214.6 | |
| Samtals þurrkun | 51.9 | 286.9 | 807.2 | 0.78 |
| <u>28.-31. mars</u> | | | | |
| Þurrkari I | 41.2 | 259.2 | 651.6 | |
| Þurrkari II | 16.4 | 103.4 | 259.9 | |
| Samtals þurrkun | 57.6 | 362.6 | 911.5 | 0.783 |
| Ketill | 14.3 | 89.8 | 225.7 | 0.61 |
| Samtals olíunotkun | 71.9 | 452.4 | 1137.2 | 0.75 |

Verksmiðja 1

60.7 kg olía/tonn hráefni

8.3% Hitun hráefnis

18.5% Suða

22.5% Soðkjarnataki

50.7% Þurrkarar

Verksmiðja 2

42.0 kg olía/tonn hráefnis

3.5% Hitun

24.6% Suða

32.2% Soðkjarnataki

39.7% Þurrkarar

Sparnaðarliðir samtals
18.7 kg olíu/tonn hrá-
efnis eða 30.81% af
olíunotkun í verri
verksmiðjunni.

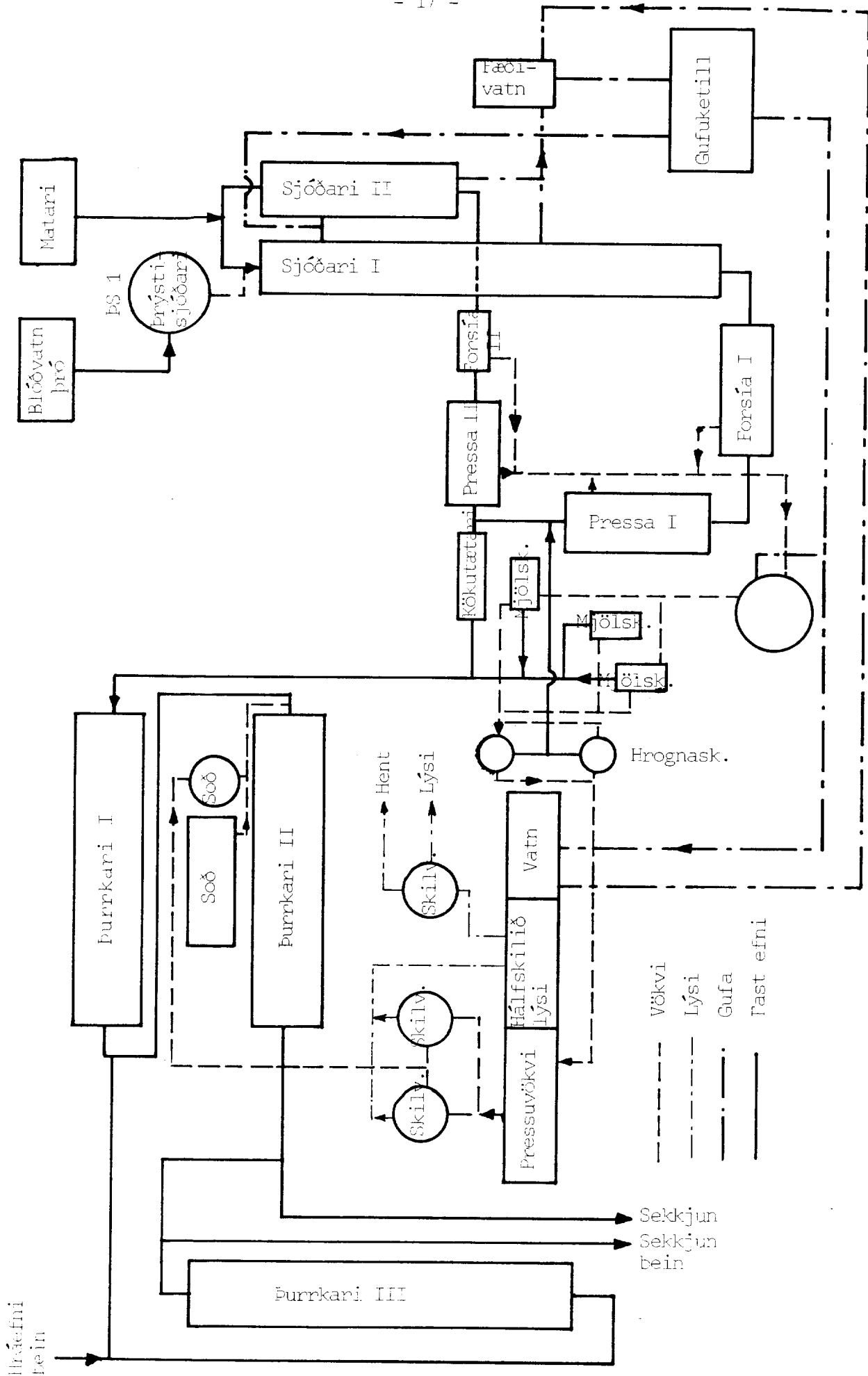
13.6% Betri nýtni
þurrkara

15.6% Einangrun

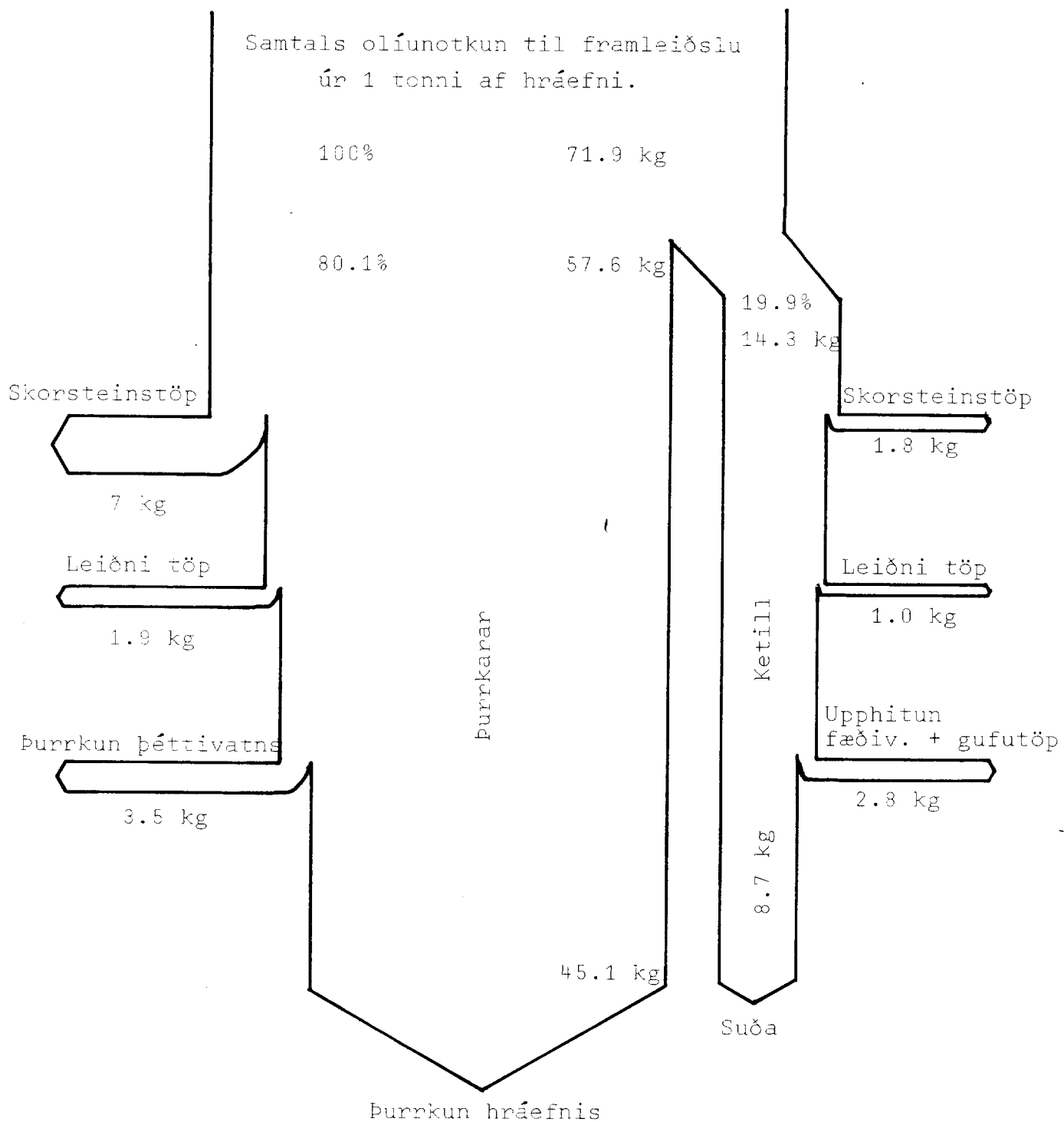
26.0% Engin óbein
hitun

44.8% Meiri notkun
soðeimingar-
takja

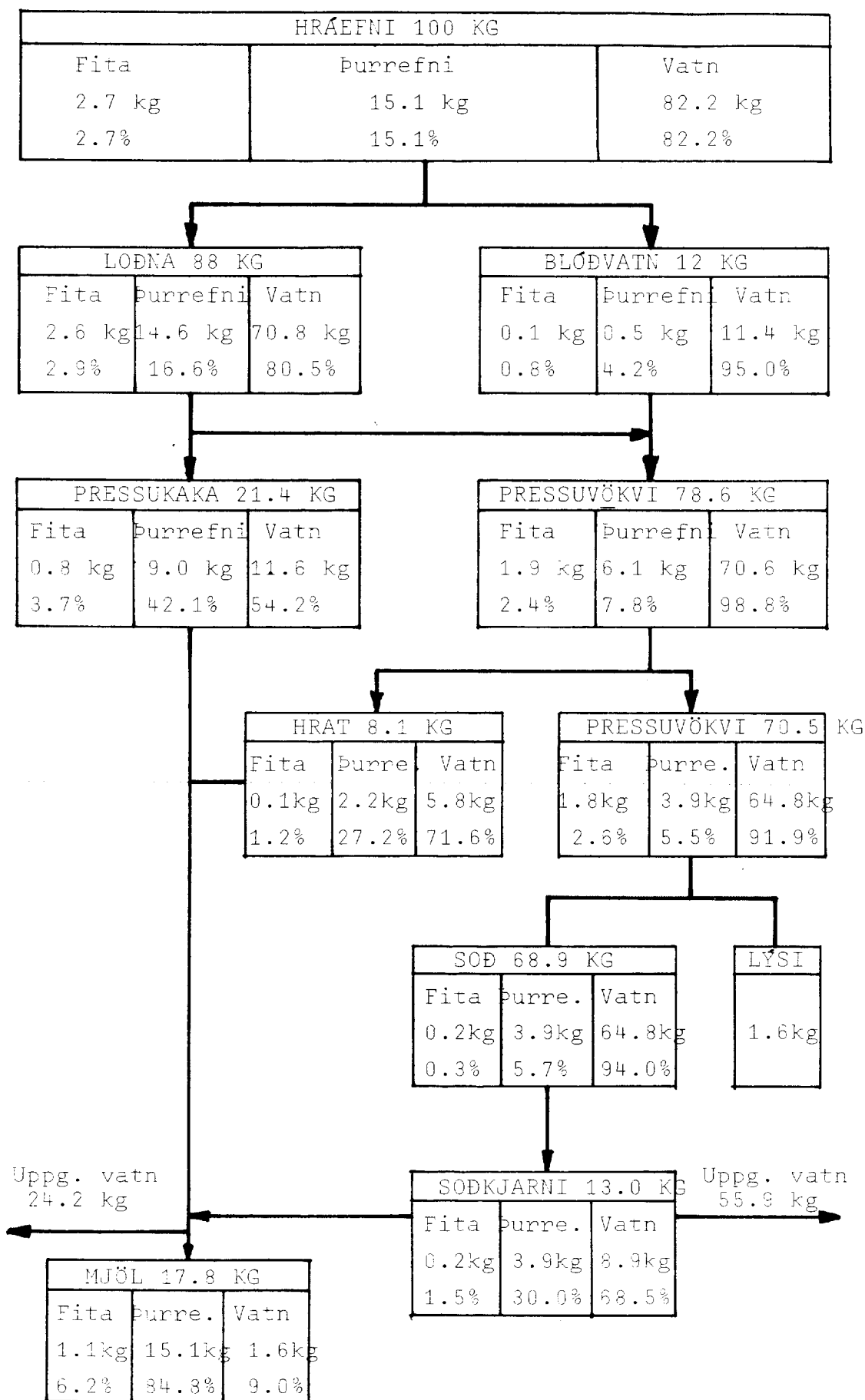
Mynd 1. Samanburður á orkunotkun í tveim mismunandi reknum verksmiðjum.



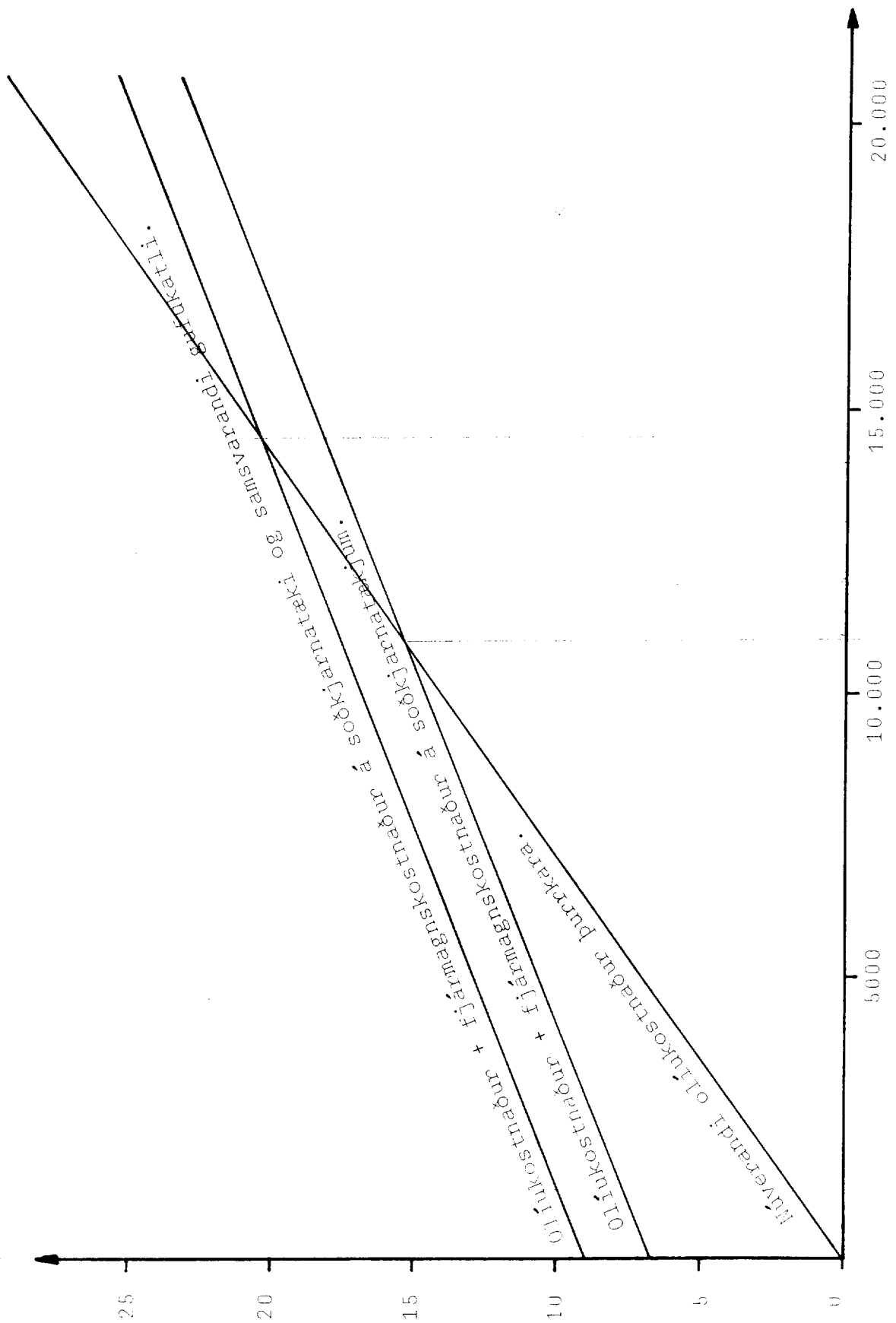
Mynd 2. Vinnslurás í laðnurekksniðju þeirri, þar sem mælingar fóru fram.



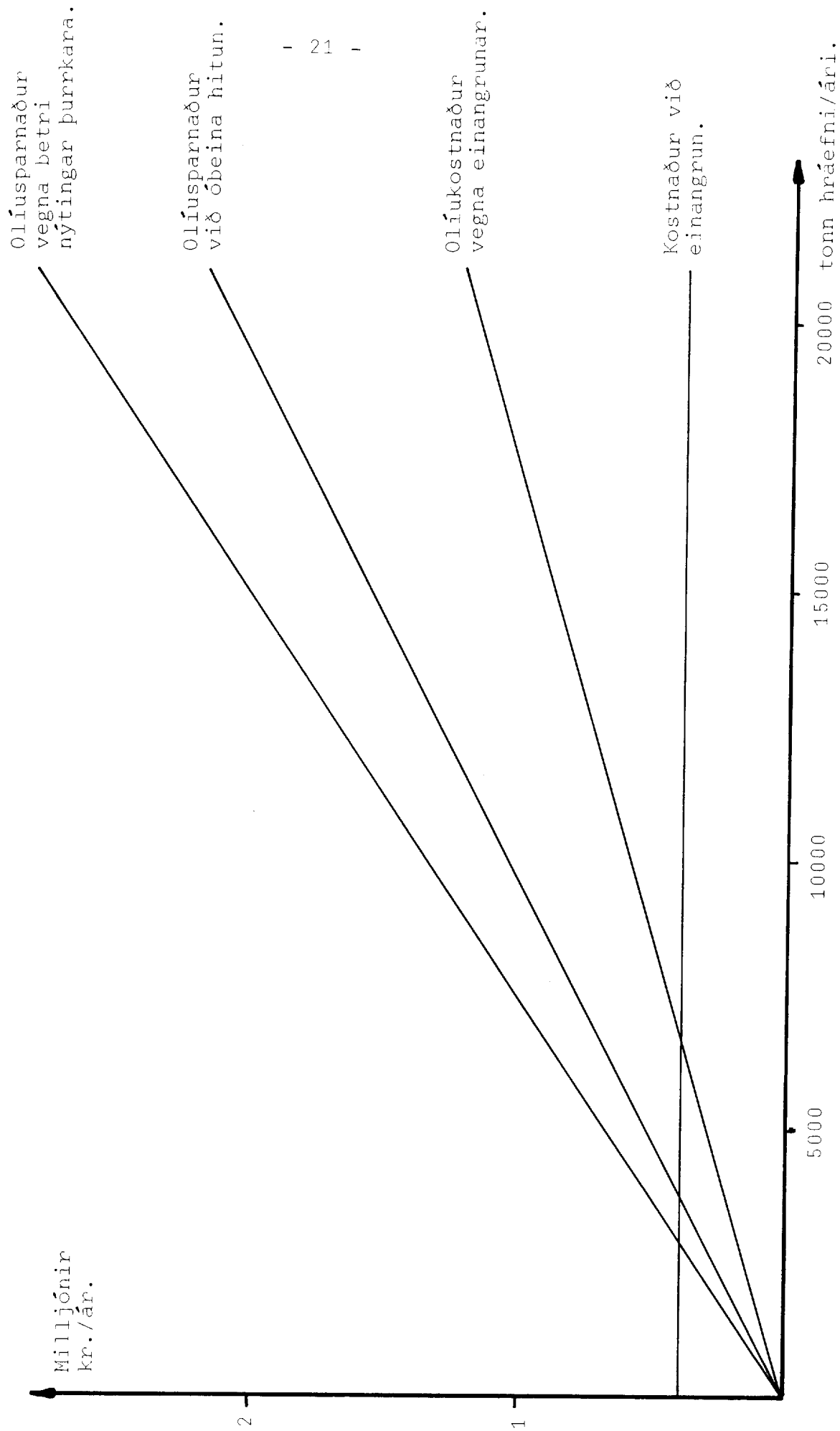
Mynd 3. Skipting olíunotkunar 28.-31. mars 1977.



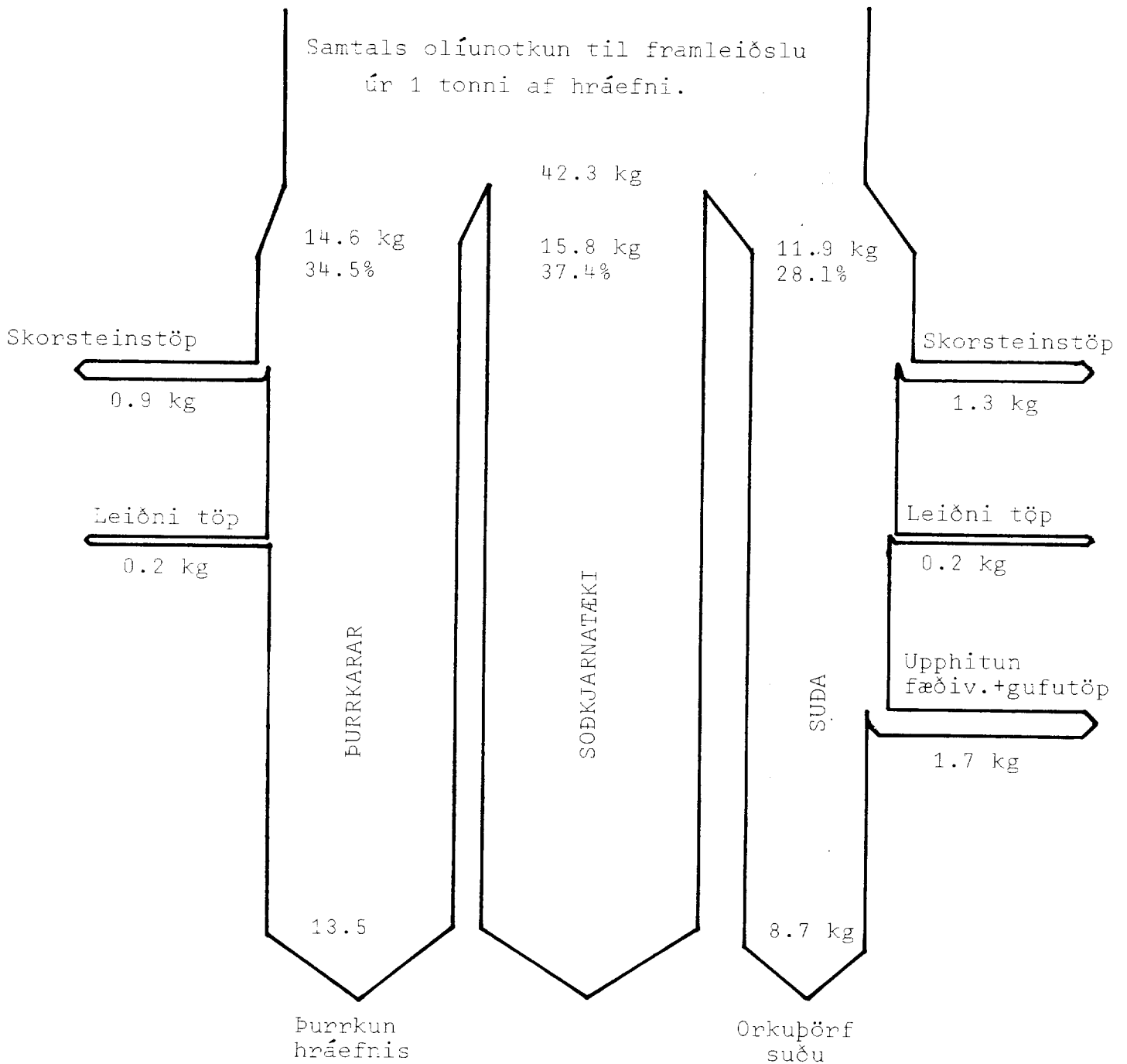
Mynd 4. Massastreymi með notkun soðkjarnatekja.



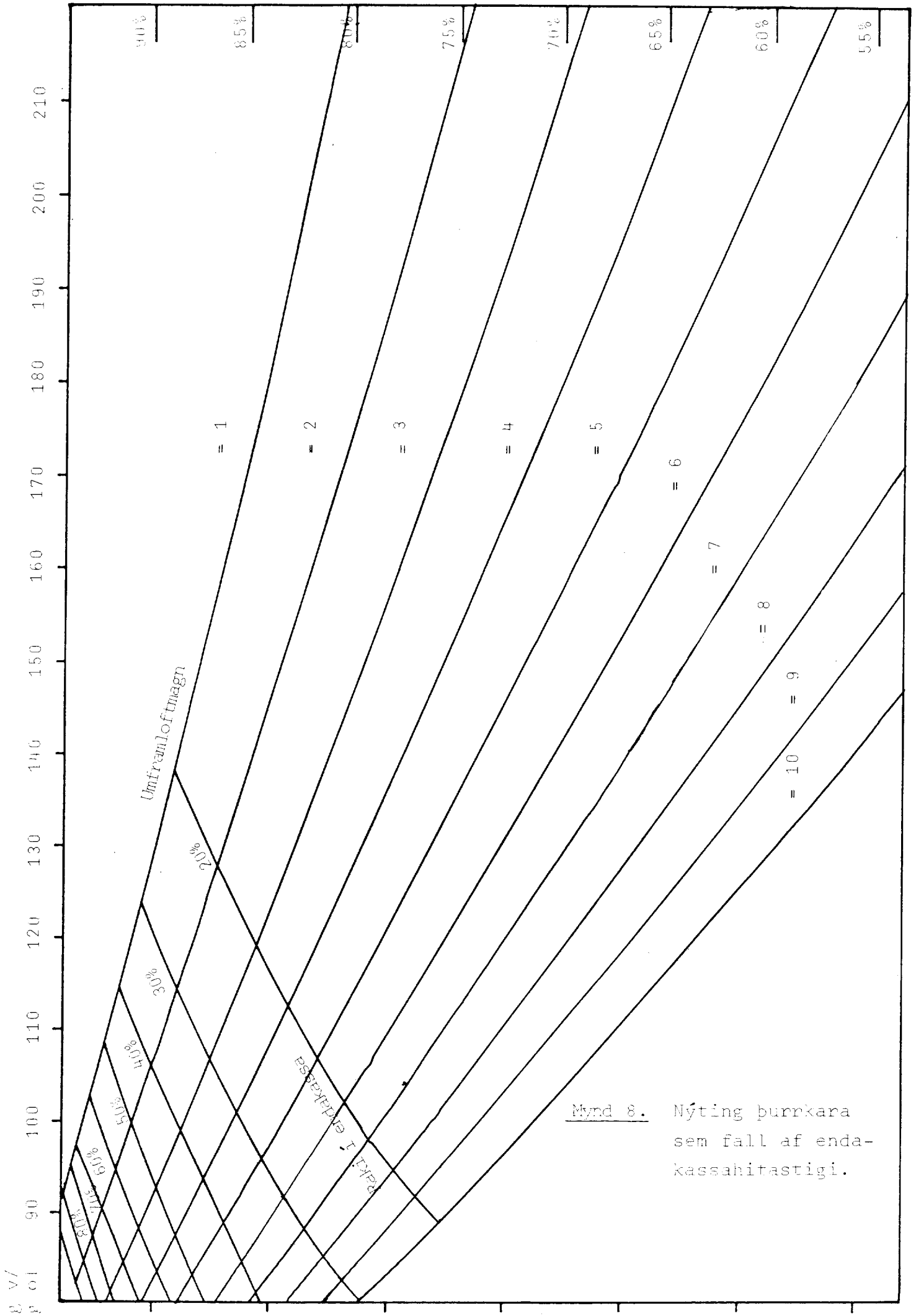
Mynd 5. Olíukostnaður við þurrkun með og án sóðkjarnatekja.



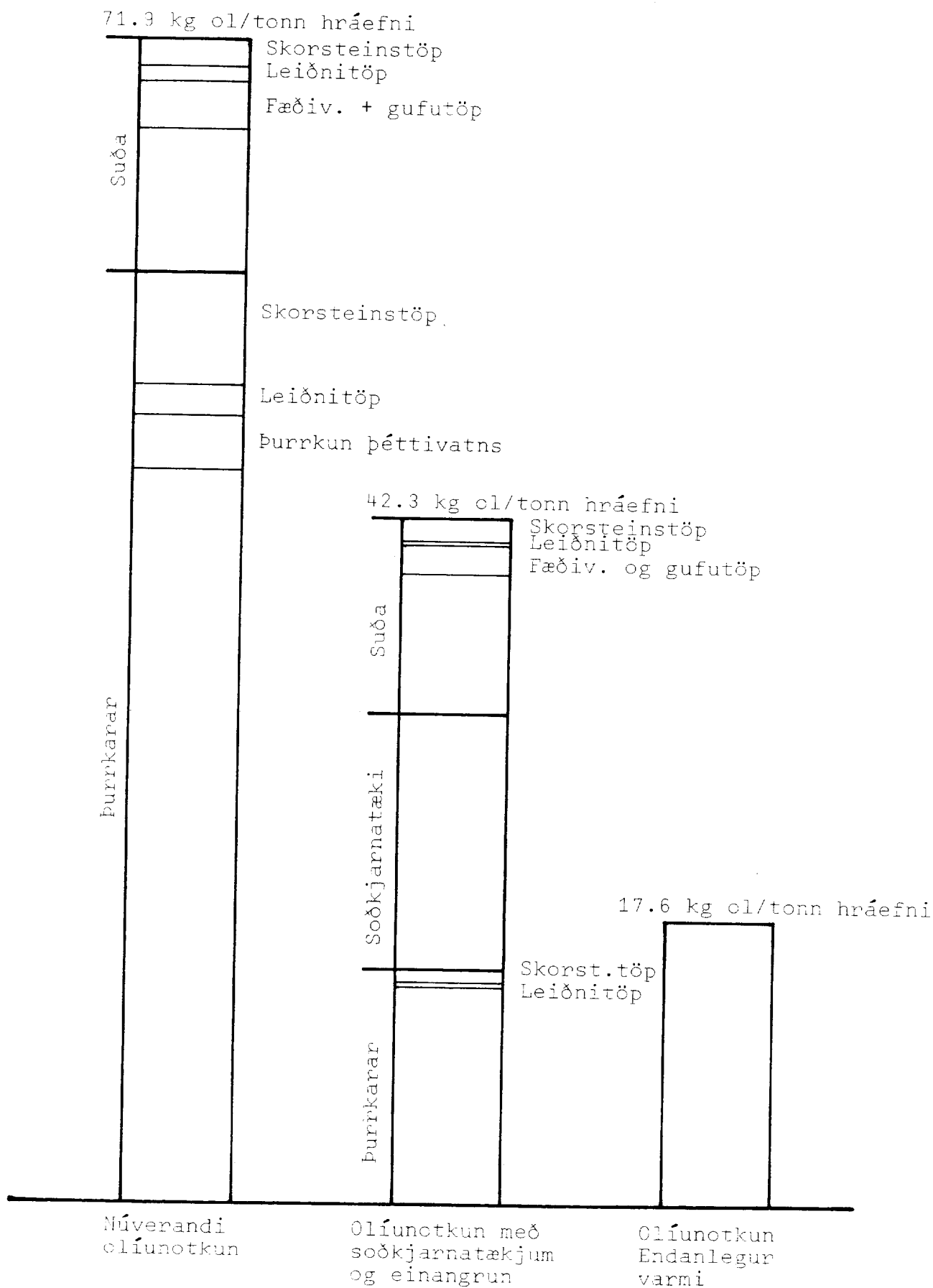
Mynd 6. Arðsemi einangrunar, óbeinnar hitunar og betri stýringu þurrkara.



Mynd 7. Skipting oliunotkunar með tilkomu soðkjarnatakja.



Mynd 8. Nýting þurrkara sem fall af endastigi.



Mynd 9. Samanburður á oliunotkun.