

HRÆÐPURRKUN Á HEYI MEÐ HVERAVATNI

1. Baldur Lindal: Áætlun um hraðpurrrkun á heyi (heymjölsvinnslu) með hveravatni. Endurskoðun á áætlun dags. í jan. 1957.
2. Ísleifur Jónsson: Endurskoðuð áætlun um stofn-  
kostnað heypurrrkunarstöðvar með hvera-  
vatnshitun.
3. Ísleifur Jónsson: Tilraunatæki til heymjöl-  
framleiðslu með hveravatnshitun.

16.5.60

Síðan 1957 hefir verðlag breyttst verulega svo nauðsynlegt hefir reynzt að hækka ymsa liði þess vegna. Endurskoðuðu tölurnar eru fengnar frá sömu aðilum og áttu hlut að fyrri áætluninni, nema að Dr. Björn Jóhannesson hefir nú lagt til álit um áburðarþörfina. Heyvinnsluvélaáætlunin er enn fremur miðuð við notkun saxsláttuvélar og hækkuð í samræmi við áhrif gengisfellingarinnar, sem ekki hafði verið gert áður.

Þurrkstöðin sjálf hefir hér 25% aukaafköst miðað við stöðuga vinnslu í 3 1/2 mánuð og er þó reiknað með 84% meðalrakastigi á blauta heyinu. Aukaafköstin eru talin nauðsynleg sökum þess, að sprettan er óhjákvæmilega mest vissan hluta sumarsins. Þinnig er gert ráð fyrir, að heyvinnuvélarinnar hafi minnst 50% yfirafkastagetu.

Áætlun þessi miðast við ræktun á mýrum sem hin fyrri, en talið er að ræktunarkostnaður í sendnu þurrlendi sé helmingi lægri, en að áburðarþörf sé þar hins vegar meiri en á mýrunum.

Áætlun er gerð fyrir þrenn afköst, sem vísað er til með stöfunum A, B og C í töflum hér að aftan, þar sem:

A	á	við	2000	tonn/ár	og	1000	kg	heimjölsv/klst
B	"	"	1000	"	"	500	"	"
C	"	"	500	"	"	250	"	"

Hér er miðað við að notuð sé kvikunaraðferð til að þurrka heyið. Það er engin ástæða til að selta, að sú aðferð gefi ekki þann árangur, sem hér er reiknað með. Stofnkostnaðar-áætlunin um tekin ætti einnig að vera nálægt lagi. En hins vegar höfum við því miður ekki reynslu fyrir því hvernig gerð þurrkhólfanna skuli vera við þau skilyrði, sem miðað er við. Erlendis mun heldur ekki vera hægt að afla ábyggilegra upplýsinga um svona þurrkun við lágt hitastig. Ég tel því sjálfsagt að gerðar séu tilraunir með þurrktæki af þessari gerð hér áður en lagt er í meiri háttar þurrkunarstöð miðaða við not hveravatns.

**TAFLA I****Stofnkostnaður hraðþurrkunarstöðvar  
ásamt ræktun og heyvinnuvélum**

	A Mkr.	B Mkr.	C Mkr.
1. Stofnkostnaður þurrkunarst. miðað við 24% raka í heyinu	4,0	2,45	1,46
2. Ræktun túns miðað við mýrar, 80 hkg/hekt, kostn. kr. 15.000/hekt	3,75	1,88	0,94
3. Heyvinnuvélar á kr. 600.000 pr. rekstraræmst., miðað við minnst 50% yfirafköst	1,80	1,00	0,60
4. Land o.fl.	0,80	0,50	0,30
Samtals Mkr.	10,35	5,83	3,30

TAFLA II

a) Rekstursáætlun fyrir þurrkun á heyi með hveravatni og heymjölsvinnslu

Grundvöllur: 1000 kg heymjöl

	A	B	C
1. Stjórn og umsjón	50	86	143
2. Vinna á kr. 30/klst	105	180	300
3. Raforka, 400 kWh, 40 aurar	160	160	160
4. Hveravatn	25	30	40
5. Umbúðir, pappírspokar	110	110	110
6. Afskr. á 10 árum og 8% vextir, meðalgr. 15%	300	368	438
7. Efni til viðh. og vinna, sem ekki er tilgr. í lið 2.	60	74	88
8. Flutningsk. á heymjöli	150	150	150
9. Vextir af rekstrarláni, tryggingar og ýmis kostn.	80	92	111
Samtals kr.	1040	1250	1540

b) Áætlun um rektun og öflun heys fyrir  
hraðþurrkun

Grundv.: 1000 kg heymjölis

	A	B	C
1. Stjórn og umsjón	50	60	80
2. Vinna, 6 klst. á kr. 25	150	150	150
3. Vélavinna	264	270	280
4. Áburður	290	290	290
6. Afskr. og vextir af rektunarkostn. og landi, 15%	340	340	340
7. Viðhald á rektunarl. 3%	56	56	56
8. Ýmis kostn.	100	104	104
Samtals kr.	1250	1270	1300
	A	B	C
Kr. samtals; þurrkun, rektunark., hirðing	2290	2520	2840

Reykjavík, 15. maí 1960,

Baldur Línðal

17.5.60

Eftirfarandi athuganir og ástlanir hafa verið gerðar til að athuga möguleika á að nota hveravatn til að hraðþurrka hey. Hraðþurrkun á heyi er víða framkvæmd erlendis og gerðar hafa verið tilraunir hér með framleiðslu heymjölis í smáum stíl. Allar þessar þurrkstöðvar munu nota olíu, gas eða kol til að hita loftið upp, en hér stítt hveravatnið að koma í stað eldsneytisins. Aðalmunurinn á að nota hveravatn í stað eldsins til upphitunar er sá, að hér þarf miklu meira loftmagn til að þurrka heyið, vegna þess að ekki er hægt að nota eina hátt hitastig, þar eð hitastig vatnsins, sem fánlegt er, er aldrei yfir 100°C.

Hið lága hitastig loftsins hefur ýmsa kosti t.d. er ekki hætta á að heyið hitni til skaða og íkveikjuþættan er engin. Meðfylgjandi línurit sýnir hvernig loftmagn, varmamagn og nauðsynlegur hitaflötur lofthitarans breytist með hitastigi loftsins eftir hitara. Allt miðað við 1 kg vatns uppgufað. Miðað er við að hitastig úti sé + 10°C og loftið rakametnað (rigningreða þoka). Einnig er reiknað með að loftið sé rakametnað eftir þurrkara við tilsvarendi hitastig,  $t_3$ . Loftmagnið og varmamagnið er fundið með aðstoð Mollier-línurits fyrir rakt loft. Af Mollier-línuritinu má einnig lesa  $t_3$ . Hitaflöturinn er fundinn með líkingunni.

$$Q = k.F. \Delta t_m$$

$$Q = \text{Varmamagnið kcal/h}$$

$$K = \text{Varmastuðull hitarans kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C (breytist eftir gerð hitarans)}$$

$$F = \text{Hitaflöturinn m}^2$$

$$\Delta t_m = \text{Meðalhitastigsmunurinn } ^\circ\text{C}; \Delta t_m = \frac{(t_1 - t_2) - (t_u - t_1)}{\ln \frac{t_1 - t_2}{t_u - t_1}}$$

$$t_1 = \text{Hitastig loftsins úti } 10^\circ\text{C}$$

$$t_2 = \text{ " " " eftir hitara}$$

$$t_1 = \text{Hitastig vatnsins fyrir hitara}$$

$$t_u = \text{ " " " eftir hitara}$$

Á línuritinu sést, að loftmagnið, og þar með orkuþörf blásaranna, minnkar ört með hækkandi hitastigi loftsins eftir hitara, og er því æskilegt að hafa hátt hitastig þar. Aftur á móti vex hitaflöturinn ört með hækkandi hitastigi  $t_2$  og þar eð verð hitarans er í beinu hlutfalli við stærð hans, er ekki hagkvæmt að velja hitastigið  $t_2$  mjög hátt. Í meðfylgjandi kostnaðaráætlun er gert ráð fyrir hitastiginu  $t_2 = 75^\circ\text{C}$  og er loftmagn, vatnsmagn og hitaflötur miðað við það. Hitaflötur miðast við  $k = 30 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$  Á línuritinu sést að hitastig loftsins eftir að það hefur farið í gegnum þurrkarana er aðeins  $30^\circ\text{C}$ . Gera má ráð fyrir að hitastig heysins verði þá einnig ca.  $30^\circ$  eftir þurrkunina.

# LÍNURIT FYRIR ÞURRKUN I.

Miðað við 1 kg af vatni uppgufað

12-11-56 *zf*

Hitastig úti  $10^{\circ}\text{C}$  Rakastig 100%

Hitastig vatns fyrir hitara  $95^{\circ}\text{C}$

— — — — — eftir hitara  $40^{\circ}\text{C}$

Lofnmagn G kg  
Varmagn Q kcal

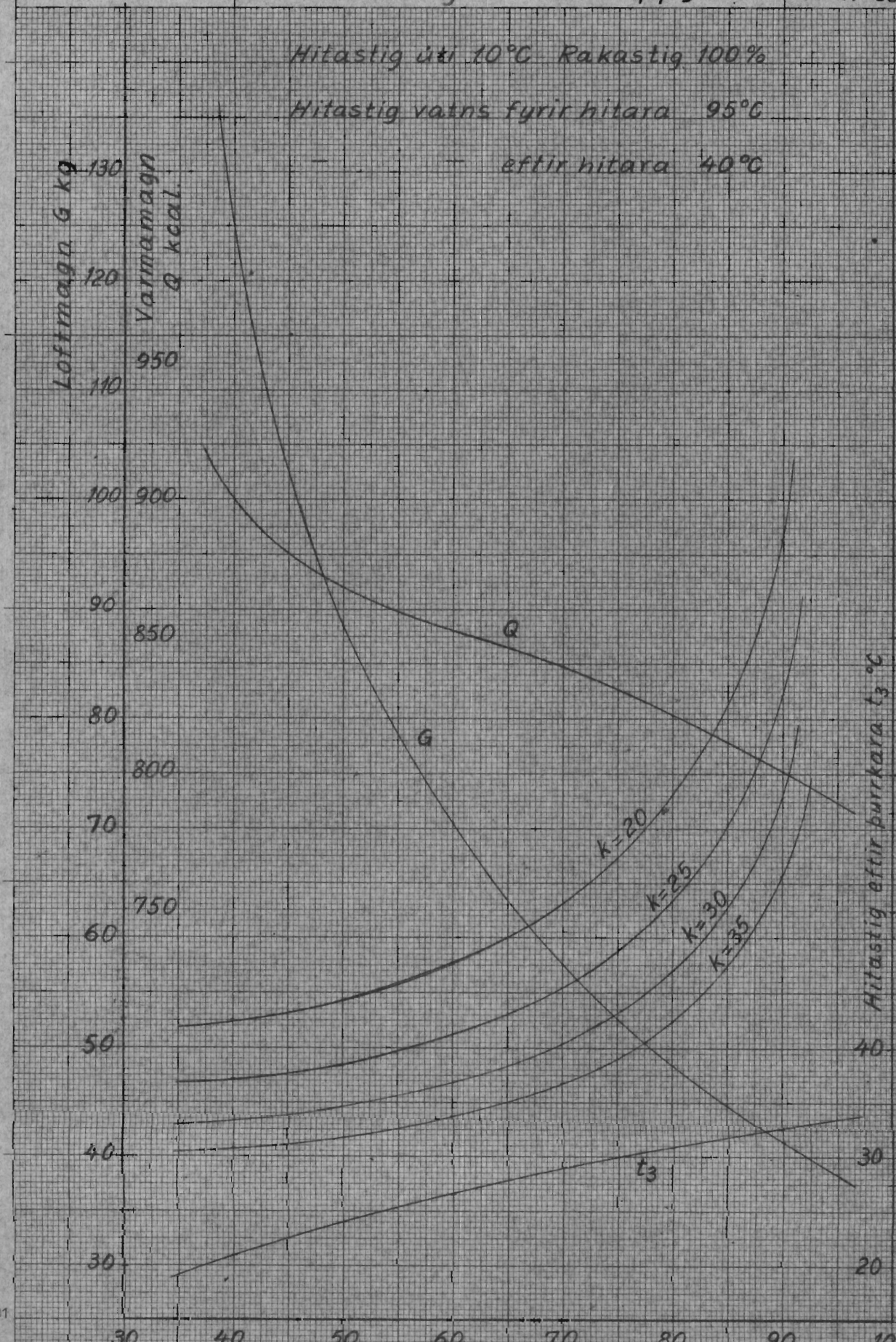
130  
120  
950  
110  
100  
900  
90  
850  
80  
800  
70  
750  
60  
50  
40  
30

Hitatölur  $\text{m}^2$   
miðað við 1 kg/klst

3,0  
2,5  
2,0  
1,5  
1,0  
0,5

Hitastig eftir þurrkara  $t_3^{\circ}\text{C}$

Hitastig eftir hitara  $t_2^{\circ}\text{C}$

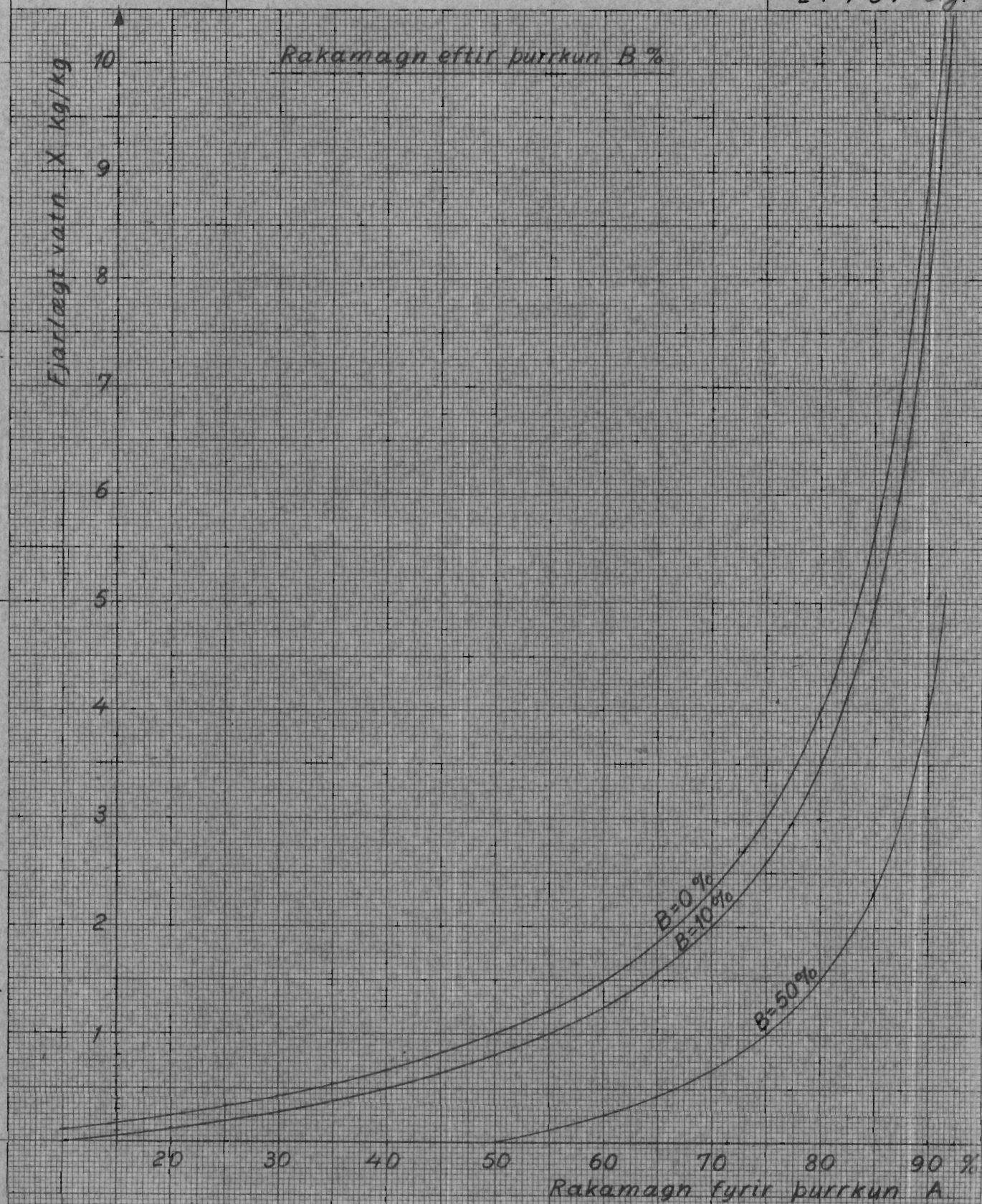


S23 A4  
SIS 73 25 01  
1x1 mm  
ESSELTZ  
M46

# LÍNURIT FYRIR ÞURRKUN II.

Fjarlæggt vatn kg/kg þurrkað efni

24-1-57 J.J.



Almennt gildir:  $X = \frac{A-B}{100-A}$

523 A4  
SIS 7325 01  
1 x 1 mm

ESSELE  
4446



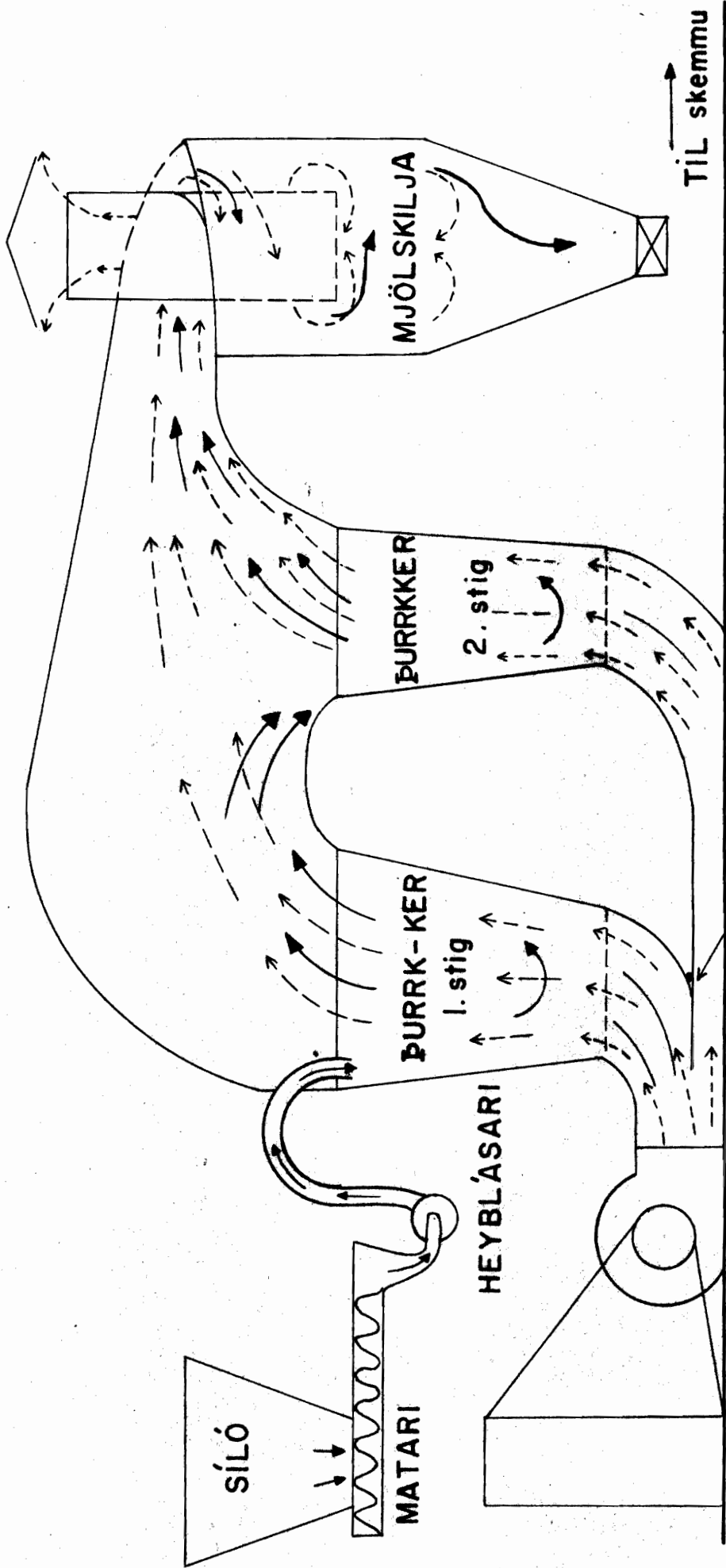
Þurkstöðin

Gert er ráð fyrir að grasið sé slegið með saxsláttuvél og tekið á vagna um leið eða skömmu eftir að það er slegið og ekið að þurkstöðinni en ekki látið þorna neitt á túninu. Miðað er við rökainnihald í grasinu nýslegnu 84%, en rökainnihald heymjülsins ca. 10%. Hér þarf því að fjarlægja 4,60 kg vatns/kg heymjüli.

Þegar grasið kemur á vögnunum utan af túni, er það látið í hráefnisgeymslu sem tekur gras til að minnsta kosti 10 klst. Þurrkunar eða alls um 56 tonn af grasi eða meira. Úr grasgeymslunni er grasið svo tekið með matara, sem skilar því að heyblásara, sem blæs því inn í þurrkærtina. Gert er ráð fyrir að þurrkunin fari fram í tveimur áföngum. Fyrst fer blauta grasið í þurrtrektina þar sem það þornar niður í ca. 50% vatn. Þessi trekt er þannig, að heitu lofti er blásið upp í gegnum hana með svo miklum hraða að grasið helst svifandi í trektinni. Neðst í henni er lofthraðinn svo mikill að grasið fýkur upp, en efst er hraðinn orðinn svo lítil að aðeins hálfþurrt hey helst svifandi og fýkur burtu, en það blautara fellur aftur niður í trektina. Í þurkstöð sem skilar 1000 kg af heymjüli á klst. þarf tvær trektar ca. 4 m í þvermál efst og ca 4-5 m á hæð. Þegar heyið fýkur úr fyrri þurrtrektinni hálf-þurrt er það látið detta niður í aðra þurrtrekt (2.stig) með því að láta loftið hægja á sér svo að það geti ekki haldið hálfþurru heyi svifandi. Í þessari seinni trekt er það svo fullþurkað. Loftblásturinn upp í gegnum þessa trekt er svo hægur efst, að hálfþurrt heyið fellur niður í trektina og helst í henni þar til það er orðið alveg þurrt (raki ca. 10%). Þá fýkur það burt og berst með doftinu inn í mjülskiljuna þar sem það skilst frá loftinu og verður eftir. Úr mjülskiljunni fer það í kvörn sem malar það og er síðan látið í poka og flutt inn í mjülgæmsluna. Fyrir 1000 kg af heymjüli á klst þarf í 2. stig eina trekt ca. 4 m í þvermál eða tvær ca. 2,75 m í þvermál efst. Hæð trektanna þarf að vera um 4 m. Mjülskiljurnar eru tvær ca. 3,5 m í þvermál og alls ca. 10 m á hæð.

Eins og fram kemur hér er gert ráð fyrir þeim möguleika að nota tvær þurkarakasamstæður, sem geta gengið óháð hver annari, og hvor framleitt 500 kg af heymjüli á klst. í þurkstöð fyrir 1000 kg á klst. Þannig fæst meira rakstrarbryggi og möguleiki á að vinna með hálfum afköstum ef eitthvað bilar í annari samstæðunni eða ef ekki berst nóg gras að til fullra skasta á báðum þurkarakasamstæðunum.

Lofthitararnir eru dýrasti hluti þurrtækjanna. Þessvegna verður að athuga vel hvaða hitastig er hagkvæmast á þurkloftinu. Stærð hitaranna vex ört, þegar hitastig loftsins hækkar upp fyrir 70°, en hins vega þarf meira af kaldara lofti og þar með sterkari blásara og stærri þurrtæki, þar eð lofthraðinn upp í gegnum þau verður að vera næstum sá sami þótt loftið sé kaldara. Það verður að gera nákvæmar athuganir á þessari gerð þurrtækja áður en verksmiðjan er byggð.



HITARI

BLÁSARI

STÝRISPJALD

BURR-KER

1. stig

BURRKER

2. stig

MJÖLSKILJA

TIL skemmu

SEKKJUN

→ HEY

--- LOFT

BURRSTÖÐ FYRIR SAXAD HEY

Tengimynd.

Mai, 1960

i. J.

Tölur 178 B. 1960 S. 1623

Sérstaklega þarf að ákvarða hæfilegan lofthraða til þess að halda heyinu svífandi við mismunandi rakastig. Ennfremur þarf að ákvarða metnun loftins er það kemur frá tækjunum. Ef til vill þarf einnig að breyta lögum trektanna.

Í kostnaðaráætluninni er gert ráð fyrir að hitaflöður loft-  
hitaranna sé  $5200 \text{ m}^2$  (miðað við  $k = 30 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ ).  
Orkuþörf blásaranna er áætluð 350 kW. Varmanagnið sem þarf  
til að hita loftið er um  $830 \text{ kcal/kg}$  af uppgufuðu vatni, eða  
alls um  $830 \cdot 4600 = 3,800.000 \text{ kcal/h}$ . Ef vatnið kólnar  
úr  $95^\circ\text{C}$  niður í  $40^\circ\text{C}$  þarf um 20 l/sek.

### Kostnaðaráætlun

fyrirtækin uppsett í verksmiðju

	Afköst þurrkstöðvar/kg/h		
	1000	500	250
1. Matarar og tilh.	40.000,-	20.000,-	15.000,-
2. Heyblásarar	30.000,-	15.000,-	10.000,-
3. Þurrkkr 1.stig	90.000,-	45.000,-	25.000,-
4. Þurrkkr 2.stig	60.000,-	30.000,-	20.000,-
5. Mjölskiljur	180.000,-	90.000,-	60.000,-
6. Loftblásarar	120.000,-	60.000,-	40.000,-
7. Lofthitarar 5000 $\text{m}^2$	1.500.000,-	750.000,-	400.000,-
8. Rafmótorar	120.000,-	60.000,-	40.000,-
9. Ýmlegt	360.000,-	230.000,-	150.000,-
Tæki samtals	2.500.000,-	1.300.000,-	760.000,-
10. Undirstöður og húsi yfir hitara blásara og kvörn	200.000,-	150.000,-	100.000,-
11. Mjölskemmi 24 x 24 m	1.300.000,-		
12 x 24 m		1.000.000,-	
12 x 16 m			600.000,-
	4.000.000,-	2.459.000,-	1.460.000,-

Í ástluninni um stofnkostnað heypurrkunarstöðvar með hvera-  
vatnshitun er lögð áhersla á nauðsyn þess að gera tilraunir  
með þurrktaki af þeirri gerð, sem lagt er til að notuð verði  
í þurrkstöðinni.

Hér verður gerð tillaga um stærð þessara takja og ástlaður  
kostnaður við nauðsynlegar tilraunir.

Talið er nauðsynlegt að byggja litla samstöðu (pilotplant)  
sem vinnur að öllu leyti á sama hátt og þurrktakin sem ætluð  
eru í stóru þurrkstöðina. Miðað verður við afköst sem nema  
 $1/20$  af fullum afköstum þurrkstöðvarinnar eða 50 kg heymjöl  
á klst. Þá verða afköst tilraunatakjanna  $1/10$  af afköstum  
hvorrar samstöðu í þurrkstöð fyrir 1000 kg á klst. og stærð  
þeirra sem því svarar minni.

Taki sem framleiða 50 kg heymjöl á klst., þurfa að geta  
fjarlæggt 230 kg af vatni á klst, miðað við rakamagn í grasi  
84%. Ef loftið er hitað upp í  $75^{\circ}\text{C}$ , eins og gert er ráð  
fyrir í þurrkstöðinni, þarf  $G = 52,5 \cdot 230 = 12.000 \text{ kg/h}$   
eða um  $12.500 \text{ m}^3/\text{h}$  af lofti að fara í gegnum þurrkarana.  
Þá þarf blásara sem gefur  $210 \text{ m}^3/\text{min}$  við ca. 200 mm vö  
þrýsting. Hitaflötur lofthitarans þarf að vera  $260 \text{ m}^2$  miðað  
væð ribburðrahitara. Stærð þurrkarans verður þá sem hér  
segir:

1. stig.

Í 1. stigi á að fjarlægja 190 kg af vatni á klst. Til þess  
þarf  $10.000 \text{ m}^3/\text{h}$  af lofti. Ef miðað er við 2 m/sek efst  
í trektinni verður þversniðið að vera:

$$F = \frac{10.000}{3600 \cdot 2} = 1,40 \text{ m}^2 \text{ eða } D_1 = 1,35 \text{ m}$$

Neðst mætti hafa hraðann t.d. 5 m/sek. Þá verður þvermálið  
 $d_1 = 0,84 \text{ m}$  til þess að þruggt sé að grasið setjist ekki  
í botninn á trektinni. Hæð trektarinnar er rétt að hafa  
um 4,0 m

2. stig.

Þar á að fjarlægja 40 kg af vatni á klst. Loftmagnið verður  
þar um  $2.500 \text{ m}^3/\text{h}$ . Ef hraðinn er 1 m/sek efst í trektinni  
verður þvermálið  $D_2 = 0,95 \text{ m}$ . Neðst í trektinni þarf hrað-  
inn að vera minnst 2 m/sek, og þá verður  $d_2 = 0,60 \text{ m}$

Mjölaskilja:

Þegar þurra heyið fýkur upp úr seinni þurrktrektinni er það  
orðið þæg fullþurrt og því mjög létt og berst auðveldlega  
með loftinu nema það fari mjög hægt. Sennilega mætti hlása  
því beint inn í hlöðu og láta það sjálft falla niður þegar  
lofthraðinn minnkaði verulega. Þessi aðferð er þó ekki  
hentug þegar um heymjölsværksmiðju er að ræða, þar eð hey-  
mjölið dreyfist þá út um alla hlöðu og erfitt yrði að ná  
því saman og setja það í poka. Þægilegra er að hafa mjöl-  
skilju, sem skilur heymjölið úr loftinu með miðflóttakraft-  
inum. Þá safnast mjölið fyrir neðst í trekt mjöliskiljunnar  
og þá er hægt að láta það í poka beint úr mjöliskiljunni eða  
láta það fyrst í kvörn, sem finmalar það og skilar því í  
pokana.

Hæfileg stærð á mjölskilju er eftirfarandi:  
 Þvermál:  $D_2 = 1,2$  m Þvermál útblásturspípu  $D_1 = 0,6$  m  
 Lengd á trekt  $L_1 = 1,2$  m Lengd á belg upp að innblástif  
 $L_2 = 1,2$  m Stærð á innblástursopi  $H \times B = 0,6 \times 0,3$  m  
 Heildarlengd mjölskiljunnar er því að minnsta kosti 4 m  
 með útblásturspípu og sekkjunarútbúnaði

Kostnaðarástlun fyrir tilraunataki til  
heymjölsframleiðslu með hveravatnshitun

Afköst tækjanna áætluð 50 kg heymjöl á klst.

	Ástlað verð kr.
Heyblásari og matari m. tilh.	20.000,-
Loftblásari með mótör 10 kW (Landssm.H-11)	30.000,-
Lofthitari 260 m <sup>2</sup>	80.000,-
Þurrktrekt 1.stig	15.000,-
Þurrktrekt 2.stig	15.000,-
Mjölskilja	30.000,-
Ýmislegt	40.000,-
Þurrktæki samtals	<u>230.000,-</u>

Sé gert ráð fyrir að tilraunir með þessi tæki og nákvæmar  
 mælingar á öllum helztu eiginleikum þeirra í sambandi við  
 þurrkun á heyi stæðu yfir eitt sumar, má reikna með að til  
 þess þyrfti einn verkfræðing í eitt árþog einn aðstoðar-  
 manni með honum í hálfu ár. Gert er ráð fyrir að verkfræð-  
 ingurinn skili fullnaðarástlun fyrir þurrkstöð með fullum  
 afköstum (1000 kg heymjöl á klst.). Þá má reikna með að  
 laun þeirra og ýmiss kostnaður í sambandi við tilraunina  
 yrði um kr. 200.000,-. Heildarkostnaður við tilraunina yrði  
 þá um kr. 430.000,-

Þess skal að lokum getið, að a.m.k. nokkurn hluta tækjanna  
 má nota í annað að tilrauninni lokinni, svo sem blásarana  
 báða og lofthitarana. Það gæti einnig reynst hengugt að  
 eiga tækin til áframhaldandi rannsókna eftir að farið væri  
 að framleiða heymjöl í stórum stíl.

16. - 5. - 60

Ísleifur Jónsson