

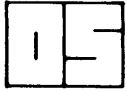


ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

María J. Gunnarsdóttir

**NOTKUN JARÐHITA
VIÐ SÚGÞURRKUN**

OS-85116/JHD-15
Reykjavík, desember 1985



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknúmer : 370-322

María J. Gunnarsdóttir

NOTKUN JARÐHITA VIÐ SÚGÞURRKUN

OS-85116/JHD-15
Reykjavík, desember 1985

ÁGRIP

Þegar skoðuð er hagkvæmni þess að leggja hitaveitu hefur til þessa einungis verið litið á sparnað við upphitun. Til sveita eru ýmsir aðrir möguleikar á að nota jarðhita eins og t.d. til að hita upp súgþurrkunarloft og hefur það nú verið gert á um sextíu bæjum. Á Íslandi öllu eru um 500 bæir sem hafa afnot af jarðhita. Heildartala lögbýla á landinu öllu er 5000.

Í þessari samantekt er einkum skoðað hvað sparast í orkunotkun og til þess eru notaðar skýrslur Rafmagnsveitna ríkisins um orkunotkun á sveitabýlum. Sú niðurstaða fæst að raunverulegur sparnaður í raforkunotkun við að hita upp súgþurrkunarloftið er minni en búast mætti við samkvæmt tilraunum sem gerðar hafa verið bæði á Hvanneyri og víðar. Ein skýring á þessari niðurstöðu gæti verið sú að súgþurrkun sé höfð lengur í gangi en þarf til þurrkunar. Hvað sem um þetta atriði má segja er sparnaður við að hafa heita súgþurrkun ótvíræður við ákveðnar aðstæður og reynslan sýnir að hún getur skipt sköpum í slæmri heyskapartíð. Sparnað af því tagi sem hér um ræðir er eðlilega erfitt að mæla.

EFNISYFIRLIT

	bls.
ÁGRIP	2
1 INNGANGUR	4
2 ELDRI ATHUGANIR	5
3 FRÆÐILEGT YFIRLIT	6
4 VEÐURFRÆÐIGÖGN	8
5 MÆLING Á SÚGÞURRKUNARKERFI	9
6 ORKUNOTKUN Á SVEITABÝLUM	10
7 ORKUSPARNADUR VIÐ HITUN SÚGÞURRKUNARLOFTS	13
8 NIÐURSTÖÐUR	14
HEIMILDASKRÁ	20
MYNDASKRÁ	
1 Einfaldað Mollierslínurit	7
2 Dreifing á loftrakastigi í Reykjavík á þurru dögum í júlímánuði 1970-1979	8
3 Raforkunotkun og orkuverð	11
4 Orkunotkun og bústærð	11
5 Mollierslínurit	19
TÖFLUSKRÁ	
1 Rakamagn (g kg) í lofti við mismunandi hita- og rakastig	6
2 Rúmþyngd lofts við eðlilegan loftþrýsting	15
3 Bæir með yljaða og kalda súgþurrkun	16
4 Raforkunotkun og kostnaður árið 1983 á nokkrum sveitabæjum með yljað súgþurrkunarloft	17
5 Raforkunotkun og kostnaður árið 1983 á nokkrum sveitabæjum með kalt súgþurrkunarloft	18

1 INNGANGUR

Í þessari athugun er leitast við að gera grein fyrir hugsanlegum sparnaði af því að nota jarðhita við súgþurrkun. Við athugun á hagkvæmni þess að setja upp hitaveitu til sveita hefur til þessa einungis verið litið á hitun íbúðarhúsa en ekki hver hagnaður væri af annarri notkun, t.d. því að ylja loft til súgþurrkunar. Við yljun loftsins eykst þurrkunargeta þess og sá tími sem þarf til að þurrka heyið styttest og þar af leiðandi minnkar raforkunotkunin. En ýmislegt vegur upp á móti þeim sparnaði sem vænta mætti. Súgþurrkun er e.t.v. látin ganga lengur en þörf krefur, raforkuverð er hlutfallslega herra ef notkun er lítil, o.fl. Annar hagnaður við yljun súgþurrkunarlofts er bætt heygæði og fóðurgildi og þar af leiðandi minnkandi kjarnfóðurgjöf. Þetta á sérstaklega við þegar illa viðrar til heyskapar, en þá má hirða fyrr en ella og hey hrekur síður. En þessa þætti og önnur tengd atriði, s.s. að losna við myglu úr heyi, er erfitt að meta til fjár.

Á Íslandi öllu eru um 5000 lögbýli og af þeim eru um 500 hituð með jarðhita. Á veitusvæði Rafmagnsveitna ríkisins eru 1550 bæir með súgþurrkun og þar af eru um 130 bæir bæði með jarðhita og súgþurrkun. Af þessum 130 bæjum er jarðhiti notaður til að ylja súgþurrkunarloftið á um 50 bæjum samkvæmt skýrslum Rarik fyrir árið 1983, en síðan þá hefur þeim bæjum eitthvað fjölgað.

Hér er sjónum einkum bent að því hvað sparast í orkunotkun og til þess eru notuð gögn frá Rafmagnsveitum ríkisins um raforkunotkun árið 1983. Skoðuð er raforkunotkun á 74 bæjum sem hafa súgþurrkun og jarðhita til hitunar. Á 38 bæjum er jarðhitinn notaður til að ylja súgþurrkunarloftið en á 36 er köld súgþurrkun. Auk þessa voru fengnar upplýsingar á nokkrum bæjum um fjölda búpenings til að athuga hvort samband væri milli hans og orkunotkunar.

2 ELDRI ATHUGANIR

Áður hafa verið gerðar athuganir á ýmsum hliðum þessa máls, sbr. heimildarlista á bls. 19. Í riti Rannsóknastofnunar landbúnaðarins "Íslenskar landbúnaðarrannsóknir" 1971 nr.3 er grein eftir Bjarna Guðmundsson um súgþurrkun með yljúðu lofti. Þar er sagt frá samanburðartilraunum sem gerðar voru á Hvanneyri 1960-1962 og 1964 á súgþurrkun með upphituðu lofti og köldu. Þessar tilraunir voru m.a. gerðar til að kanna áhrif upphitunar á verkun heys. Í grein Bjarna segir að við 6-10°C upphitun loftsins hafi afköst súgþurrkunarinnar tvöfaldast. Einnig að lítill munur væri á verkun og efnatapi eftir þurrkunaraðferðum hafi heyið verið hæfilega þurrt við hirðingu (rakastig minna en 50%) og tíð hagstæð, en við óhagstætt tíðarfar og illa þurrt hey hafi verkun á kaldþurrkuðu heyi reynst lélegri.

Í fjölrit RALA (Rannsóknastofnunar landbúnaðarins) nr.30 fjallar Gísli Sverrisson á Bændaskólanum á Hvanneyri um súgþurrkun með jarðvarma. Þar segir frá reynslu nokkurra bænda af notkun jarðvarma til að ylja súgþurrkunarloft. Einnig er greint frá niðurstöðum nokkurra tilrauna bæði innlendra og erlendra. Þar segir m.a. að með því að hita upp loftið megi fá vel verkað og lystugt hey þótt það hafi verið illa þurrt við hirðingu og að ekkert bendi til óæskilegra áhrifa langvarandi volgs gusts um hey. Einnig að mest muni um yljun súgsins þegar illa viðrar til heyskapar.

Í skýrslu frá Rannsóknarráði ríkisins eftir Baldur Línal frá 1974 segir frá tilraunum með hraðþurrkun á heyi sem gerðar voru á nokkrum stöðum m.a. tilraun með bandþurrkara á Reykhólum.

Og í skýrslu frá Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen hf um súgþurrkun á veitusvæði Hitaveitu Akraness og Borgarfjarðar frá 1980 eru áhrif hitunar á þurrkunarhæfni loftsins metin og einnig kostnaður og heppilegt fyrirkomulag. Niðurstaða þeirrar athugunar er m.a. sú að þurrkunartíminn ætti að styttest um 40% í meðalárferði.

3. FRÆÐILEGT YFIRLIT

Raki í andrúmsloftinu er mismikill eftir tíðarfari en meðalrakastig eða hlutfallsraki á Íslandi er um 80%. Rakastigið er gefið upp í prósentum og segir til um þann raka sem er í lofti við tiltekinn hita á móti raka í rakamettuðu lofti við sama hitastig. Við 100% raka er loft rakamettað og inniheldur hámarksraka án þess að vatnsgufan þéttist og þoka myndist (daggarmark). Því hlýrra sem loft er því meiri raka getur það innihaldið. Í töflu 1 hér fyrir neðan er sýnt vatnsgufumagn í grömmum per kg lofts við mismunandi hita og rakastig. Vegna þess að rúmpyngd lofts breytist með hita er ekki heppilegt í þessu tilfelli að nota rúmmál til að mæla loftmagn en í töflu 2 á bls.15 er rúmpyngd andrúmslofts við mismunandi hita. Í töflu 1 kemur m.a. fram að við 80% rakastig og 5°C hita, sem er nálægt ársmeðalhita veðurathugunarstöðva á Íslandi, er rakamagn í andrúmsloftinu 4,32 g/kg eða 5,49 g/m³ (4,32 x 1,270 = 5,49 skv.töflu 2).

TAFLA 1 Rakamagn (g/kg) í lofti við mismunandi hita- og rakastig

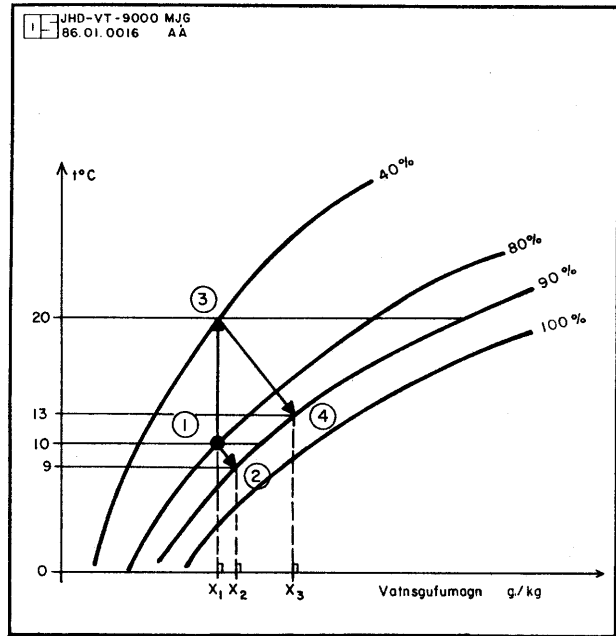
Hiti	-10	-5	0	+5	+10	+20	+25
Rakastig							
100%	1,60	2,47	3,78	5,40	7,63	14,70	20,00
80%	1,28	1,98	3,02	4,32	6,10	11,70	16,00
60%	0,96	1,48	2,27	3,24	4,58	8,84	12,00

Við súgþurrkun er útilofti blásið inn í hlöðu með súgþurrkunarblásara og loftið látið leika um heystæðuna þar sem það tekur í sig raka. Ef rakastig útiloftsins er hátt er þurrkunargeta þess lítil. Ef loftið er hitað áður en því er blásið inn í hlöðuna eykst þurrkunargeta þess. Þetta er best skýrt með því að líta á Molliers línurit eða öðru nafni I-X línurit. Molliers línurit sýnir samhengið á milli loft-hita, hlutfallsraka, vatnsmagns og gufuprýstings. Á mynd 1 á bls. 7 er einfaldað Mollierslínurit.

Í pkt 1 er ástand loftsins þegar því er blásið inn í hlöðuna. Lofthiti er 10°C og rakastigið er 80%. Við að fara í gegnum heystæðuna og taka í sig raka að 90% loftraka (pkt 2) - því ekki er gert ráð fyrir að 100% rakastig náist við raunverulegar aðstæður - fellur hitinn í um 9°C og rakamagn í loftinu eykst úr X1 í X2.

Þetta gerist ef reiknað er með að varmamagn í loftinu, eftir að það hefur farið í gegnum varmaskiptin, breytist ekki við þurrkunina. En þegar hey er komið í hlöðu á sér alltaf stað í því einhver varmamyndun þannig að lína 3 til 4 verður í raunveruleikanum nær láréttu.

Ef loftið væri hitað úr 10°C í 20°C áður en því er blásið inn í hlöðuna (pkt 3) og því síðan blásið gegnum heyið (pkt 4) þá eykst þurrkunargeta þess í X3 og lofthitinn fellur í 13°C við að taka í sig raka.



MYND 1 Einfaldað Mollierslínurit

Ef við nú lítum á línuritið á bls. 18 og setjum inn sömu tölur og áður fáum við að það rakamagn sem súgþurrkunarloftið getur tekið í sig við kalda súgþurrkun, þ.e. enga upphitun, verður:

$$X_2 - X_1 = 6,6 - 6,1 = 0,5 \text{ g/kg}$$

Sé loftið hitað um 10°C áður en því er blásið inn í hlöðuna verður rakamagn í því:

$$X_3 - X_1 = 8,7 - 6,1 = 2,6 \text{ g/kg}$$

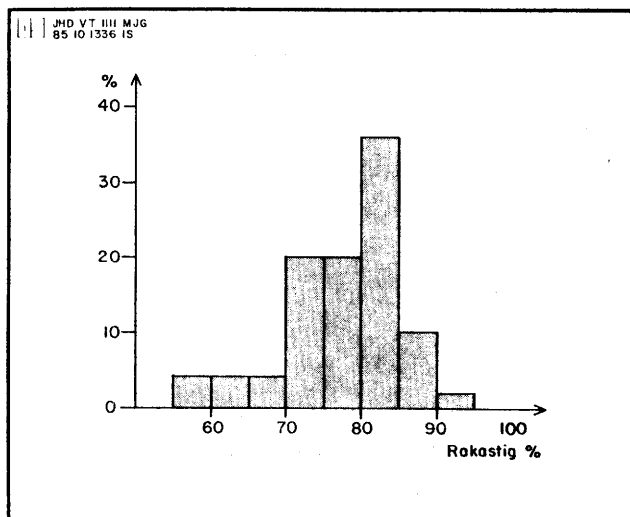
Þurrkunargeta loftsins þegar rakastig úti er 80% eykst því fimmfalt við 10°C upphitun. Þurrkunargetan eykst hlutfallslega mest þegar loft er rakt. Væri loftraki t.d. 60% þá þrefaldaðist þurrkunargetan við 10°C upphitun í stað þess að fimmfaldaðist.

4 VEÐURFRÆÐIGÖGN

Samkvæmt skýrslum Veðurstofu Íslands var meðalrakastig í Reykjavík 82% í júlímánuði árabilið 1970 til 1979. Meðalrakastig fyrir sama tímabil, þá daga sem engin úrkoma var, reyndist 78% og dreifingin í rakastigi sömu daga var frá 58% í 96%. Á mynd 2 er sýnd dreifingin. Þar kemur fram að oftast er rakastigið á bilinu 70-85%.

Meðalhitastig í júlímánuði 1970 til 1980 var 10,6°C í Reykjavík, 10,7°C á Hæli í Hreppum og á Akureyri, og 9°C á Mánabakka. Í þessari athugun er reiknað með meðal-útihitastigi 10°C.

Sumarið 1983 var tíðarfar fremur óhagstætt um allt land, þó sérstaklega sunnanlands og vestan. Hiti var 1,4°C undir meðallagi og úrkoma meiri en í meðalári og á Suðurlandsundirlendi var allt að tvöföld meðalúrkoma (Veðráttan 1983).



MYND 2 Dreifing á loftrakastigi í Reykjavík á þurrum dögum í júlímánuði 1970-1979

5 MÆLING Á SÚGÞURRKUNARKERFI

Súgþurrukunarkerfi fyrir yljað loft samanstendur af varmaskipti og, eins og við venjulega súgþurrukun, blásara og mótör, oftast um 10 kW. Varmaskiptar eru af öllum tegundum og gerðum allt frá því að vera venjulegir pottofnar í sérhannaða koparspírala. Fyrirkomulag súgþurrukunar er oftast þannig að útiloftið er dregið í gegnum varmaskiptarör inn í súgþurrukunarklefa með blásara sem blæs loftinu inn í hlöðuna.

Síðastliðið sumar, nánar tiltekið 24 júlí, þegar súgþurrukun var í fullum gangi var komið við á tveimur bæjum í Hrunamannahreppi, Reykjadal og Skipholti. Á báðum þessum bæjum er súgþurrukunarloftið hitað með jarðhitavatni. Þennan dag var veður með eindæmum gott, sól og hiti. Hlutfallsraki á nálægum veðurathugunarstöðum var 62% þann dag.

Í Skipholti er varmaskiptirinn 84 m af svonefndu ribburöri. Heita vatnið var 59°C við inntak og 23°C við frárennsli og hafði því kólnað um 36°C. Rennsli mældist 6,36 lítrar/mín. Lofthiti úti var 17,2°C og við inntak í hlöðu eftir varmaskiptin 21,3°C og hafði því loftið verið hitað um 4,2°C. Afköst varmaskiptis voru því $4,19 \times 6,36/60 \times 36 = 16$ kW. Samkvæmt Mollierslínuriti hefur raki í andrúmsloftinu verið 7,5 g/kg miðað við að rakinn í andrúmsloftinu hafi verið 62%. Við súgþurrukun án upphitunar má auka það rakamagn í 9 g/kg ef miðað er við að rakaprósentan í súgþurrukunarloftinu fari upp í 90%. Og við 4,2°C upphitun, eins og átti sér stað í Skipholti, hefur raki í loftinu aukist í 10 g/kg, sem er 67% aukning á þurrukunargetu miðað við enga upphitun.

Í Reykjadal voru afköst varmaskiptis 50 kW. Lofthiti í gegnum varmaskipti var hækkaður um 9°C og þurrukunargetan aukin um meira en helming eða um 130% miðað við enga upphitun.

6 ORKUNOTKUN Á SVEITABÝLUM

Orkunotkun til sveita er nokkuð mismunandi eftir tegund búskapar og því hvort hitað er með rafmagni. Flest sveitabýli á veitusvæði Rafmagnsveitna ríkisins eru á svonefndri markmælingu. Sá taxti er eftirfarandi samkvæmt gjaldskrá nr. 61 frá 1. júlí 1985:

A5 MARKMÆLING

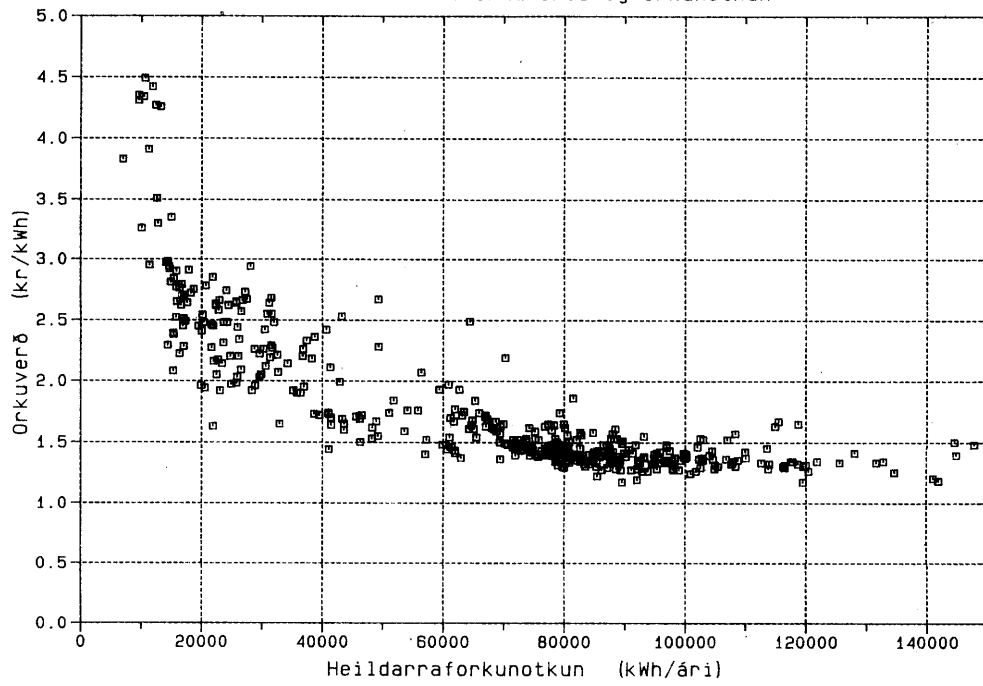
Aflgjald lágmarksstilling 4 kW	22.660 kr/ár
Aflgjald umfram 4 kW að hámarksafllstillingu 20 kW	3.777 kr/kW/ár
(Orkugjald af allri notkun	1,04 kr/kWh)
Orkugjald af allri notkun niðurgreitt	0,59 kr/kWh
Orkugjald af notkun umfram aflstillingu	4,61 kr/kWh

Meðalnotkun á markmælingartaxta A5 er um 35000 kWh á býli. Meðalraforkunotkun hjá þeim býlum sem hafa hitun, mjólkurkæli, súgþurrkun auk annarrar heimilisnotkunar er um 68000 kWh á ári og hjá þeim sem hafa áður nefnda notkun án hitunar um 30000 kWh (gögn Rafmagnsveitna ríkisins 1983).

Taxtinn er sambland af afl- og orkutaxta, þar sem keypt lágmarksafli er 4 kW og hlutfallslega mest er greitt fyrir fyrstu 4 kW eða 5665 kr/kW á móti 3777 kr/kW fyrir næstu 16 kW. Nýtingartími á aflinu skiptir miklu máli varðandi orkuverð og orkunotkun. Þetta allt gerir það að verkum að kostnaður á orkueininu er mestur þar sem notkun er lítil. Á mynd 3 bls. 11 er orkueiningarverð teiknað sem fall af heildarraforkunotkun á 400 sveitabæjum. Þar kemur fram að orkuverð á þeim býlum sem eru með 68000 kWh notkun er um 1,5 kr/kWh að meðaltali og þar sem notkunin er um 30000 kWh á ári er orkuverðið nær 50% herra eða 2,20 kr/kWh að meðaltali. Þetta gerir það að verkum að þeir sem fara yfir í að hita hús sín með heitu vatni greiða meira fyrir raforku til annarrónum nota en áður eða nánar tiltekið við áður nefndar aðstæður um 20 þús.kr á ári.

ORKUSTOFNUN
JARÐHITAEILD.

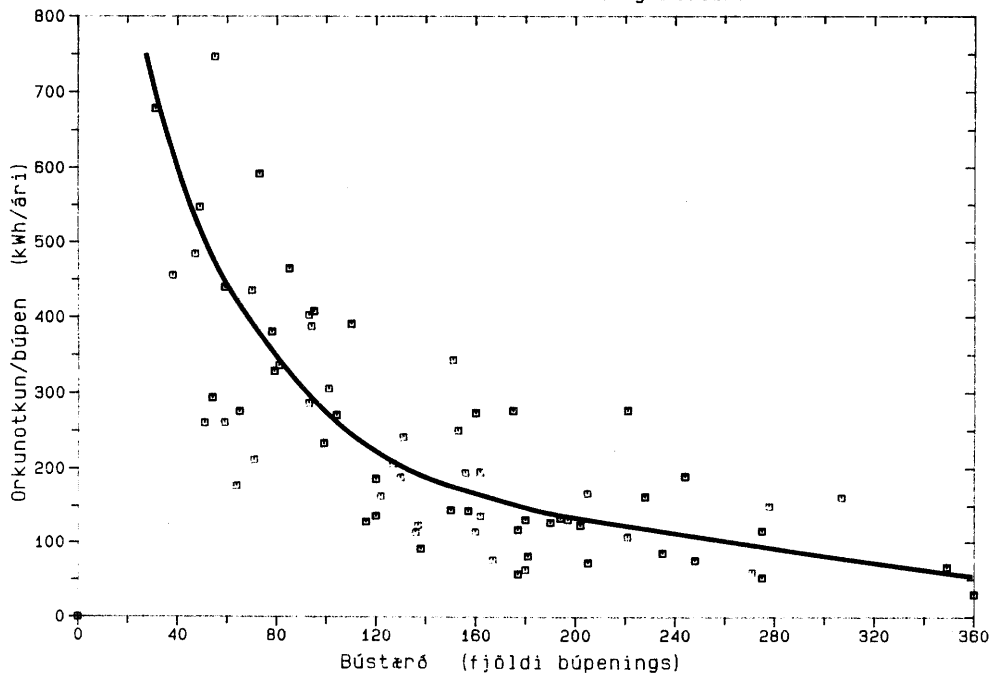
RAFORKUNOTKUN Á SVEITABÆJUM
Samánburður á orkuverði og orkunotkun



MYND 3 Raforkunotkun og orkuverð

ORKUSTOFNUN
JARÐHITAEILD.

ORKUNOTKUN Á SVEITABÝLUM
Samánburður á orkunotkun og bústærð



MYND 4 Orkunotkun og bústærð

Til að kanna hvort ákveðið samband væri milli orkunotkunar og bústærðar voru fengnar upplýsingar úr Forðagæsluskýrslum fyrir árið 1983 um fjölda búpenings á nokkrum bæjum og þær síðan bornar saman við orkunotkun á sömu bæjum. Með fjölda búpenings er hér átt við sauðfé og nautpening. Á þessum bæjum var ekki hitað með rafmagni en sú notkun er að sjálfsögðu óháð bústærð. En innifalið í tölunum er auk notkunar til búskapar almenn heimilisnotkun. Bústærðin er alls ekki einhlítur mælikvarði á orkunotkun en þó má þar fá ákveðna viðmiðun. Á mynd 4 bls. 11 er þetta sett upp og þar kemur fram að orkunotkun á hvern búpening er meiri eftir því sem búin eru minni og að meðalraforkunotkun er um 250 kWh/búpening á ári á búum sem hafa súgurrkun og mjólkurkæli en eru ekki með rafhitun.

7. ORKUSPARNAÐUR VIÐ HITUN SÚGÞURRKUNARLOFTS

Til að meta raforkusparnað við að hita súgþurkkunarloftið er skoðuð orkunotkun á 74 bæjum. Þessum sveitabýlum er það sameiginlegt að hita íbúðarhúsin með jarðhita, að vera kúabú með mjólkurkæli og hafa súgþurkkun. Á 38 býlum er ylsúgþurkkun og á 36 bæjum er venjuleg köld súgþurkkun. Í töflu 3 bls.17 eru þessir 74 bæir taldir og í töflum 4 og 5 bls.18 og 19 eru upplýsingar um raforkukaup. á umræddum bæjum fyrir árið 1983. Ekki er venja hjá Rafmagnsveitum ríkisins að birta opinberlega orkunotkun og orkukostnað einstakra bæja og því eru þessar upplýsingar hafðar aðskildar. Raforkukostnaður er reiknaður út frá gjaldskrá sem sýnd var hér á undan og var í gildi frá 1.júlí 1985 og út það ár. Í töflunni hér á eftir er gefið meðaltal úr báðum töflunum.

Meðaltal raforkunotkunar 1983 á 74 sveitabæjum

	Orkunotkun kWh/ári	Keypt afl kW	Orkukostnaður kr/ári	Orkuverð kr/kWh
Köld súgþurkkun	28081	9	64045	2,48
Ylsúgþurkkun	26558	8	61822	2,51
Mismunur	1523	1	2223	-0,03

Raforkusparnaður við að hita súgþurkkunarloftið er samkvæmt þessari samantekt að jafnaði 1523 kWh á ári. Meðalorkuverð er um 2,50 sem samsvarar $1523 \times 2,50 = 3800$ kr sparnaði á ári. Raunverulegur sparnaður er þó einungis 2223 kr, m.a. vegna þess að nýtingartími á afli er minni hjá þeim sem hafa ylsúgþurkkun.

8. NIÐURSTÖÐUR

Þessi athugun sýnir að raforkusparnaður við að hita súgþurrkunarloft er minni en búast hefði mátt við, með tilliti til þess að tilraunir að Hvanneyri og annarsstaðar sýna að með 6 til 10°C upphitun á súgþurrkunarlofti má tvövalda þurrkunarhraða heys. Mismunurinn á meðaltölum þessara sjötíu og fjögurra bæja er um 1500 kWh á ári sem er sparnaður upp á 2 til 4 þúskr. Þar sem þetta eru jafnaðartölur þýðir að sumir spari minna og aðrir meira. Sem dæmi má nefna að raforka til súgþurrkunar minnkaði um 25% á nokkrum býlum þegar byrjað var að hita súgþurrkunarloftið. Meðalraforkunotkun til súgþurrkunar á veitusvæði Rafmagnsveitna ríkisins er um 12000 kWh og 1500 kWh sparnaður þýðir því um 13% minnkun í raforkunotkun.

Þessi samanburður segir því ekki alla söguna því að búin eru misstór og ýmsir aðrir þættir hafa áhrif á orkunotkunina. Hann getur þó gefið vissa vísbendingu. Ýmislegt bendir til að oft sé súgþurrkunin lengur í gangi en þarf til þurrkunar. Miklu skiptir því að vel sé að verki staðið bæði hvað varðar uppsetningu og rekstur á súgþurrkunarkerfunum. Aðalsparnaðurinn við að hita súgþurrkunarloftið fæst í auknum heygæðum, ef illa viðrar til heyskapar, og þar af leiðandi minni kjarnfóðurgjöf.

TAFLA 2 Rúmpyngd lofts við eðlilegan loftþrýsting

Hitastig lofts °C	Rúmpyngd lofts kg/m ³	Hitastig lofts °C	Rúmpyngd lofts kg/m ³
-20	1,396	13	1,235
-19	1,394	14	1,230
-18	1,385	15	1,226
-17	1,379	16	1,222
-16	1,374	17	1,217
-15	1,368	18	1,213
-14	1,363	19	1,209
-13	1,358	20	1,205
-12	1,353	21	1,201
-11	1,348	22	1,197
-10	1,342	23	1,193
- 9	1,337	24	1,189
- 8	1,332	25	1,185
- 7	1,327	26	1,181
- 6	1,322	27	1,177
- 5	1,317	28	1,173
- 4	1,312	29	1,169
- 3	1,308	30	1,165
- 2	1,303	31	1,161
- 1	1,298	32	1,157
0	1,293	33	1,154
1	1,288	34	1,150
2	1,284	35	1,146
3	1,279	36	1,142
4	1,275	37	1,139
5	1,270	38	1,135
6	1,265	39	1,132
7	1,261	40	1,128
8	1,256	41	1,124
9	1,252	42	1,121
10	1,248	43	1,117
11	1,243	44	1,114
12	1,239	45	1,110

TAFLA 3

Bæir með yl-
súgþurrkun

Bæir með kalda
súgþurrkun

Auðsholt I Bisk	Arnarhóll Öngulssthr
Ausa Andakílshr	Brekka Öngulssthr
Birtingaholt Hrunamhr	Dalbær I Hrunmh
Birtingaholt Hrunamhr	Dalbær II Hrunmh
Blesastaðir I Skeiðahr	Garður Öngulssthr
Blesastaðir II Skeiðahr	Geirakot Sandvíkurhr
Brautarhóll Bisk	Gröf Öngulssthr
Brekkukot Reykhhr	Háagerði Öngulssthr
Bryðjuholt Hrunamhr	Hrafnkelsstaðir III Hrunmh
Böðmódsstaðir II Laugdhr	Húsatóftir I Skeiðah
Bær I Andakílshr	Jódísarstaðir Öngulssthr
Deildartunga Reykhhr	Kaupangur Öngulssthr
Efri-Reykir Bisk	Klauf Öngulssthr
Fossatún Andakílshr	Laugar Hrunmh
Grafarbakki Hrunamhr	Litla-Sandvík Sandvíkurhr
Hlemmiskeið II Skeiðahr	Litlu-Reykir Hraunghr
Hrafnkelsstaðir Hrunamhr	Lækjamót Sandvíkurhr
Hrosshagi Bisk	Miðfell IV Hrunmh
Innri-Skeljabrekka Andakílshr	Miðfell V Hrunmh
Kópsvatn I Hrunamhr	Munkaþverá I Öngulssthr
Kópsvatn II Hrunamhr	Rifkelsstaðir Öngulssthr
Kotlaugar Hrunamhr	Rifkelsstaðir II Öngulssthr
Langholt Andakílshr	Sigtún Öngulssthr
Nýi Bær Andakílshr	Staðarhóll Öngulssthr
Reykjahlíð Skeiðahr	Stekkar Sandvíkurhr
Reykir Skeiðahr	Stóra-Sandvík Sandvíkurhr
Sandlækjarkot Gnúpvhr	Stóru-Reykir Hraunghr
Sandlækur Gnúpvhr	Stöðulfell Gnúpvh
Skálholt Bisk	Syðri-Hóll Öngulssthr
Skeiðháholt I Skeiðahr	Sölvholt Hraunghr
Skeiðháholt III Skeiðahr	Ytra-Laugaland Öngulssthr
Skipholt III Hrunamhr	Ytri-Hóll II Öngulssthr
Spóastaðir II Bisk	Þverá Öngulssthr
Syðra-Langholt I Hrunamhr	Öngulsstaðir I Öngulssthr
Syðra-Langholt IV Hrunamhr	Öngulsstaðir II Öngulssthr
Syðri-Reykir Bisk	Öngulsstaðir III Öngulssthr
Ytri-Tjarnir Öngsthr	
Þrándarholt Gnúpvhr	

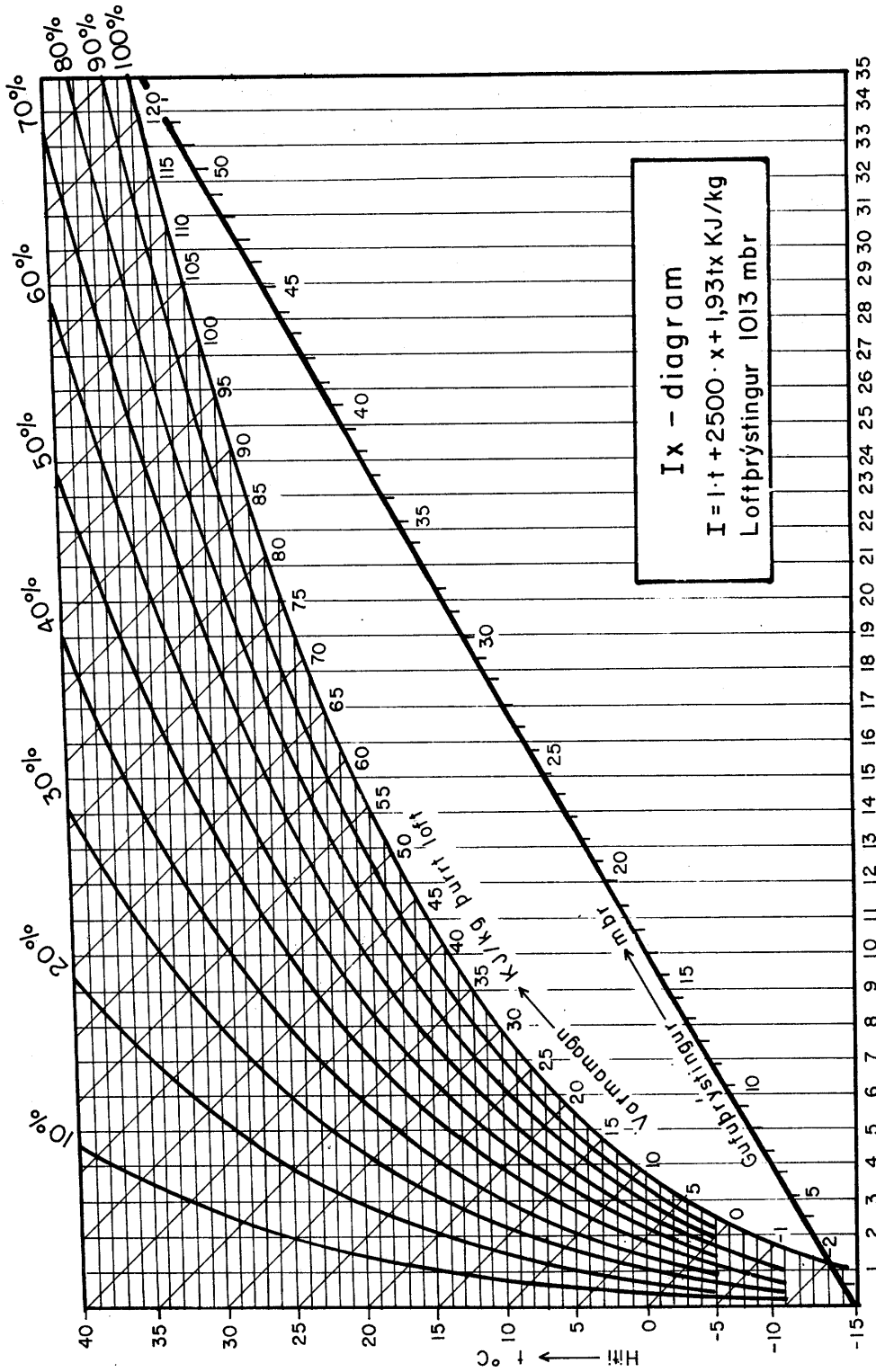
TAFLA 4 Raforkunotkun og kostnaður árið 1983
á nokkrum sveitabæjum með
yljað súgurrkunarloft

Raforku- notkun kWh/ári	Yfir- notkun kWh	Afl kW	Nýt. tími h	Orku- kostn. kr/ári	Orku- verð kr/kWh	
23049	118	6	3842	44357	1,92	
20689	0	10	2069	57529	2,78	
19465	477	7	2781	47674	2,45	
10074	106	5	2015	32869	3,26	
25755	0	12	2146	68071	2,64	
36797	4316	9	4089	83152	2,26	
24188	105	10	2419	60077	2,48	
18686	575	8	2336	51443	2,75	
43190	8387	10	4319	109468	2,53	
60890	9223	9	6766	119988	1,97	
42867	7313	5	8573	85441	1,99	
25903	3814	6	4317	63079	2,44	
16319	1128	6	2720	45042	2,76	
15808	1380	6	2635	45903	2,90	
14577	868	6	2430	42816	2,94	
22473	558	6	3746	46045	2,05	
17872	0	9	1986	52089	2,91	
10657	0	9	1184	47833	4,49	
23600	2256	6	3933	54538	2,31	
29609	647	10	4387	65774	2,22	
39481	637	9	4387	67775	1,72	
46178	1215	10	4618	78168	1,69	
25892	1524	6	4315	52516	2,03	
28077	6146	8	3510	82666	2,94	
22903	3748	6	3817	61005	2,66	
43612	168	10	4361	71828	1,65	
12591	613	7	1799	44246	3,51	
14673	43	7	2096	42846	2,92	
48245	2559	8	6031	78030	1,62	
24752	2075	6	4125	54383	2,20	
31512	4472	10	3151	84530	2,68	
38702	4170	11	3518	91157	2,36	
14892	1431	5	2978	41820	2,81	
36903	1092	10	3690	72129	1,95	
19988	516	7	2855	48163	2,41	
14364	88	7	2052	42871	2,98	
22310	33	10	2231	58637	2,63	
21652	596	8	2707	53290	2,46	
MEÐAL TAL	26558	1905	8	3446	61822	2,51

TAFLA 5 Raforkunotkun og kostnaður árið 1983
á nokkrum sveitabæjum með kalt
súgpurrkunarloft

Raforku- notkun kWh/ári	Yfir notkun kWh	Afl kW	Nýt. tími h	Orku- kostn. kr/ári	Orku- verð kr/kWh	
15770	904	6	2628	43686	2,77	
27219	3648	9	3024	74421	2,73	
11251	723	7	1607	43962	3,91	
38252	2553	11	3477	83437	2,18	
34226	14	12	2852	73134	2,14	
11354	87	5	2271	33537	2,95	
19931	182	5	3986	39035	1,96	
13243	704	10	1324	56381	4,26	
36377	530	10	3638	69228	1,90	
22745	425	7	3249	49370	2,17	
26793	4638	7	3828	71180	2,66	
26209	917	9	2912	61236	2,34	
51825	2609	12	4319	95480	1,84	
15008	787	8	1876	50251	3,35	
31509	127	12	26265	72052	2,29	
37357	2654	12	3113	87152	2,33	
15356	230	5	3071	36557	2,38	
41436	421	9	4604	67933	1,64	
102976	2747	20	5149	156512	1,52	
30832	0	14	2202	78621	2,55	
16899	258	6	2817	41374	2,45	
30462	2231	10	3046	73579	2,42	
24425	125	11	2220	64086	2,62	
49297	78	20	2465	112537	2,28	
25749	1650	10	2575	68120	2,65	
30215	1118	10	3022	68303	2,26	
21978	94	7	3140	47391	2,16	
18206	204	8	2276	49450	2,72	
41036	2812	7	5862	71166	1,73	
15300	23	4	3825	31793	2,08	
17280	561	6	2880	42995	2,49	
23625	2328	7	3375	58662	2,48	
31611	6875	6	5269	80558	2,55	
26567	4061	7	3795	68387	2,57	
12753	125	7	1822	42092	3,30	
15857	519	6	2643	41962	2,65	
MEDALTAL	28081	1332	9	3790	64045	2,48

JHD-VT-9000 MJG
86.01.0015 AA



Mollierlínurit fyrir rakt loft SI-kerfi. Línurit tekið úr: "Einangrun húsa"
rit Rannsóknastofnunar byggingarfræðis nr. 30 1984

MYND 5 Mollierlínurit fyrir rakt loft

HEIMILDASKRÁ

Baldur Líndal 1974: Heypurrkun við jarðhita, samantekt um rannsóknir og tækni. Rannsóknaráð ríkisins, ljósrit, 34 s.

Bjarni Guðmundsson 1970: Törking av höy og muligheter for denne metoden under islandske værforhold. Landbruksteknisk Institutt, Vollebakk, Norge. 136 s.

Bjarni Guðmundsson 1971: Súgpurrkun heys með yljúðu lofti. Ísl. Landbún. 1971 3,2: 3-15.

Diamant, R.M.E. Kut, David 1981: District Heating and Cooling for Energy Conservation. The Architectural Press, London.

Gísli Sverrisson 1979: Súgpurrkun með jarðvarma. Bændaskólinn á Hvanneyri. Fjölrit nr. 30, 17 s.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf. 1980: Súgpurrkun á veitusvæði HAB, kostir lofthitunar. Ljósrit.

Skýrslur Rafmagnsveitu ríkisins fyrir árið 1983.

Óbirt gögn Veðurstofu Íslands.

Veðráttan 1983.