



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

NÝTING JARÐHITA Í MJÓLKURIÐNAÐI

Hjörleifur Jakobsson

OS-85050/JHD-16 B

Júní 1985



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknúmer 370

NÝTING JARÐHITA Í MJÓLKURIDNADI

Hjörleifur Jakobsson

OS-85050/JHD-16 B

Júní 1985

EFNISYFIRLIT

	bls.
1 INNGANGUR	3
2 VARMANOTKUN Í MJÓLKURIÐNAÐI	4
3 ORKUNOTKUN Í MJÓLKURIÐNAÐI	5
4 JARÐHITI Í MJÓLKURIÐNAÐI	7
 Tafla 1: Heildarorkunotkun mjólkurbúa eftir orkugjöfum	 6
 Mynd 1: Orkuverð sem fall af hitastigsfalli jarðhitavatns	 9
 Mynd 2: Orkuverð sem fall af frárennslshitastigi jarðhitavatns	 9

1 INNGANGUR

Mjólk og mjólkurvörur eru ríkur þáttur í fæðuvali Íslendinga og er talið að neysla þeirra á íbúa sé einna hæst í heiminum á Íslandi (Oddur Helgason, 1982). Heildarmagn innveginna mjólkur hérlendis var árið 1983 um 106 milljónir l sem jafngildir um 440 l á hvert mannsbarn í landinu. Mestur hluti þessarar mjólkur fer í vinnslu þar sem mikillar varmaorku er krafist. Nægir þar að nefna forhitun á nýmjólk, gerilsneyðingu á neyslumjólk, rjóma og fleiru, og þurrmjólkurgerð. Einnig er krafist mikils hreinlætis við mjólkurvinnslu og eru öll tæki og lagnir þvegin daglega eftir sérstöku þvottakerfi og fer mikil varmaorka í þessa þvotta.

Í dag eru starfandi 17 mjólkurbú á landinu. Af þessum 17 búum eru 9 í nánd við jarðhitasvæði og hafa þau öll aðgang að jarðhitavatni. Í hópi þessara 9 búna eru stærstu mjólkurbúin og samtals taka þessi 9 bú á móti u.þ.b. 92% af allri innveginni mjólk á landinu.

Í Klamath Falls í Oregonríki á Bandaríkjunum hefur 87°C jarðhitavatn verið notað í 30-40 ár til gerilsneyðingar á mjólk. Mjólkin er gerilsneydd þar með því að hita hana upp í 77°C og halda henni við það hitastig í 15 sekúndur. Jarðhitavatnið er einnig notað til húshitunar, sem fæðivatn á katla og til allra þvotta. Heildarmagn innveginna mjólkur í þessu búna er um 2,7 milljónir lítrar á ári sem er svipað og í mörgum íslenskum mjólkurbúum (Lund, 1976). Ekki er vitað um önnur mjólkurbú erlendis sem nýta jarðhita.

Vegna notkunar varmaorku í mjólkurbúum hérlendis og nálægðar þeirra við jarðhitasvæði hefur verið mikill áhugi á Orkustofnun að vita hversu mikið jarðhitinn sé notaður í íslenskum mjólkuriðnaði, hvernig hugsanlega væri hægt að nota hann frekar, og hvort það væri fjárhagslega hagkvæmt. Af þessum sökum var farið út í það að kanna þessi mál frekar. Gerð var athugun á orkunotkun mjólkurbúanna og hvernig hún skiptist milli hinna ýmsu orkugjafa. Einnig var talað við forráðamenn búanna og leitað álits þeirra á þessum málum. Niðurstöður athugunarinnar er að finna í þessari skýrslu.

2 VARMANOTKUN Í MJÓLKURIÐNAÐI

Varmanotkun í mjólkurbúum er aðallega tvíþætt, þ.e. vegna húshitunar og vegna vinnslu. Varmanotkun við vinnslu skiptist síðan einkum milli þvotta og gerilsneyðingar, og á einstaka stað er varmi notaður til þurrmjólkurgerðar.

Gerilsneyðing fer þannig fram að hráefnið er hitað upp í ákveðið hitastig, haldið þar í ákveðinn tíma og síðan snöggkælt til að viðhalda ferskleika þess. Gerilsneyðingarhitastig er yfirleitt mjög svipað hjá flestum mjólkurbúum fyrir sömu vörur en þó geta verið smávægileg frávik. Nýmjólk er gerilsneydd við 72-77°C og einnig léttmjólk. Undanrenna er gerilsneydd við 76-87°C. Vinnslumjólk til ostagerðar og annars er gerilsneydd við 87°C. Rjómi og súrmjólk eru gerilsneydd við 90-95°C og G- vörur eru gerilsneyddar við 138°C. Gerilsneyðingartækin sjálf eru plötuvarmaskiptar sem bjóða upp á mjög mikla varmaendurvinnslu allt að 90-95%. Þetta þýðir að af því hitastigsbili sem hita þarf vöruna upp um, næst 90-95% með varmaendurvinnslu. Hitaveituvatn þarf að vera 3-5°C heitara en framangreind hitastig.

Mikils hreinlætis er krafist í mjólkurbúum og fer mikill tími á hverjum degi í þvotta. Yfirborðshreinsun á tækjum, gólfum o.fl. fer fram með 40-50°C vatni og einnig er notuð sérstök hreinsifroða blönduð vatni. Tankar, gerilsneyðingartæki og pípur, m.ö.o. allt sem mjólk streymir um er síðan hreinsað eftir sérstöku þvottakerfi. Dæmi um slíkt þvottakerfi er:

Skolun	40°C
Lútur (1%)	70°C
Skolun	40°C
Sýra (1%)	70°C
Skolun	40°C
Dauðhreinsun	90-95°C

Ef nota á tækið strax aftur er það kælt niður með fersku vatni. Ef eingöngu streymir köld mjólk um tækið er sýrulausnin aðeins notuð einu sinni til tvisvar í viku. Eins og að líkum lætur fer mikil orka í þessa þvotta og er talið að um 2/3 af þeirri varmaorku sem notuð er í vinnslunni fari í þvotta.

Þurrmjólkurgerð er til staðar í tveimur mjólkurbúum héraendis en ekki verður farið út í það hér að lýsa uppbyggingu þeirra kerfa.

3 ORKUNOTKUN Í MJÓLKURIÐNAÐI

Til þess að komast að því hversu mikil orkunotkun er í íslenskum mjólkuriðnaði og þannig fá hugmynd um hversu nýtingarmöguleikar eru miklir fyrir jarðhitann í þessari grein, var gerð orkunotkunarkönnun með þátttöku mjólkurbúanna. Fór könnunin þannig fram að sendur var spurningalisti til allra búanna þar sem forsvarsmenn þeirra voru beðnir að svara nokkrum spurningum varðandi heildarorkunotkun þeirra á síðustu þremur árum. Spurt var um olíunotkun, raforkunotkun, kalda- vatnsnotkun og jarðhitanotkun. Einnig var spurt um til hverra hluta jarðhitinn væri nýttur í dag, þar sem hann er til staðar, og hvernig viðkomandi teldi hugsanlegt að nýta hann í framtíðinni. Svör bárust í tíma frá 12 mjólkurbúum þar af öllum mjólkurbúunum sem aðgang hafa að jarðhita. Tvö svör bárust á lokastigi úrvinnslu þessarar skýrslu og voru þau ekki tekin með í úrvinnslunni. Í þessi 12 mjólkurbú kemur u.þ.b. 95% af allri innveginni mjólk þannig að niðurstöður könnunarinnar eru því vel marktækar.

Við úrvinnslu á orkunotkun var miðað við orkueininguna kWst. Orkunotkun vegna olíu var metin út frá keyptu magni af olíu og brennslugildi olíunnar. Ekki var reiknað með nýtni katlanna og er því um hráorku að ræða. Þessi leið var valin m.a. vegna þess að nýtni hinna ýmsu katla er mjög misjöfn og því villandi að setja fasta nýtni á þá alla. Raforkunotkun var fengin beint út frá fjölda keyptra kílóvattstunda. Við mat á jarðhitaorku var miðað við að það vatn sem keypt væri nýttist niður í 35°C nema annað væri vitað.

Í töflu 1 má sjá heildarorkunotkun þessara 12 mjólkurbúa síðustu 3 árin og skiptingu hennar milli orkugjafa. Athygli skal vakin á því að fyrir árið 1981 vantar tölur fyrir tvö búanna. Ekki verður hér farið út í orkunotkun einstakra búna, heldur aðeins litið almennt á málin.

Varðandi orkunotkun á unnin mjólkurlíttra hefur fyrir hvert mjólkurbú verið miðað við það mjólkurmagn sem viðkomandi bú vinnur, sem í nokkrum tilvikum er ekki það sama og innvegið mjólkurmagn. Á þessum tölum sést að heildarorkunotkun á unninn mjólkurlíttra er um 0,52 kWst og er lítið frávik milli ára. Olía er stærsti orkugjafinn en búast má við að það breytist mjög á næstu árum þar eð stærstu mjólkurbúin eru að skipta yfir í raforku. Tölur frá 1983 sýna að þá er strax farið að gæta þessar þróunnar. Það má rekja til þess að Mjólkurbú Flóamanna skipti yfir í rafskautaketil á miðju því ári. Þegar nýja mjólkurstöðin í Reykjavík verður tekin í notkun má búast við að hlutur raforkunnar verði orðinn 45% en hlutur olíunnar kominn niður í 31%. Athyglisvert er að sjá hversu stór hlutur jarðhita er í orkunotkuninni eða 23%. Í könnun sem Páll Lúðvíksson verkfræðingur framkvæmdi árið

1979 (Páll Lúðvíksson, 1980) kom í ljós að olíunotkun var um 0,033 kg á mjólkurlíttra (0,38 kWst/l), en jarðhitanotkun var ekki tekin með. Samanborið við könnun Páls gefur þessi könnun til kynna bæði meiri olíunotkun og raforkunotkun, sérstaklega raforkunotkun.

TAFLA 1 HEILDARORKUNOTKUN MJÓLKURBÚA EFTIR ORKUGJÖFUM (12 MJÓLKURBÚ)

	1981	1982	1983
Unnin mjólk (l)	8,715E+07	9,979E+07	1,024E+08
Olíuorka alls (kWst)	2,790E+07	3,037E+07	2,714E+07
Raforka alls (kWst)	7,696E+06	8,910E+06	1,392E+07
Jarðhiti alls (kWst)	9,473E+06	1,196E+07	1,272E+07
Orka alls (kWst)	4,507E+07	5,123E+07	5,378E+07
% Olíuorka	61,9	59,3	50,5
% Raforka	17,1	17,4	25,9
% Jarðhiti	21,0	23,3	23,7
Olíuorka (kWst/l)	0,320	0,304	0,265
Raforka (kWst/l)	0,088	0,089	0,136
Jarðhiti (kWst/l)	0,109	0,120	0,124
Orka alls (kWst/l)	0,517	0,513	0,525

Í könnuninni sem framkvæmd var nú síðastliðinn vetur kom í ljós tölurverður mismunur milli einstakra búna. Það mjólkurbú sem notaði minnstu heildarorku, notaði 0,29 kWst/l en það sem notaði mestu orku var með 1,2 kWst/l. Í þessu sambandi sýndi það sig að stærri mjólkurbúin nota töluvert minni orku á hverja mjólkureiningu en þau minni. Í þeim níu mjólkurbúum sem aðgang hafa að jarðhitavatni var jarðhitaorka að meðaltali um 25% af heildarorkunotkuninni. Þar sem jarðhitanotkun var minnst nam hún 1,5% af allri orkunotkun og þar sem hún var mest var hún um 50% af heildarorkunotkun.

4 JARÐHITI Í MJÓLKURIÐNAÐI

Jarðhiti hefur verið nýttur í íslenskum mjólkuriðnaði um langt árabíl. Árið 1928 var stofnað mjólkurbú í Hveragerði þar sem jarðhitinn var mikið nýttur. Í dag má segja að nýting jarðhita í íslenskum mjólkurbúum sé aðallega tvíþætt. Í fyrsta lagi er jarðhitinn notaður til upphitunar á húsnæði viðkomandi mjólkurbúa og í öðru lagi til allra almennra þvotta svo sem þvotta á gólfum, tækjum, bílum og fleiru. Yfirleitt er jarðhitavatn þó ekki notað til að þvo lagnir og tæki að innan, sbr. kafla 2. Í einu mjólkurbúi er jarðhitavatn notað í ostamjólk. Sumsstaðar er jarðhitavatn notað sem fæðivatn á katla og einnig er það notað lítillega á gerilsneyðingartæki.

En því er jarðhitinn ekki notaður meira? Af hverju fer ekki öll gerilsneyðing fram með jarðhitavatni? Fyrir þessu liggja aðallega tvær ástæður. Í fyrsta lagi er það hitastig jarðhitavatnsins. Hitastig jarðhitavatnsins í þeim níu mjólkurbúum sem aðgang hafa að jarðhita er á bilinu 60-80°C. Lægsta gerilsneyðingarhitastigið er við gerilsneyðingu á nýmjólk og léttmjólk, 76°C, og hafa aðeins 5 mjólkurbú aðgang að svo heitu vatni. Gerilsneyðing á öðrum vörum er ekki möguleg vegna lágs hitastigs jarðhitavatnsins. En þá er ekki öll sagan sögð. Eins og fram hefur komið er mikil varmaendurvinnsla í gerilsneyðingartækjunum, oft 90-95%. Ef gert er ráð fyrir að mjólkinn komi inn við 5°C, gerilsneyðist við 76°C og það sé 90% varmaendurvinnsla í gerilsneyðingartækinu, þá er mjólkinn hitað upp í 69°C með endurvinnslu. Jarðhitinn myndi síðan hita mjólkina frá 69°C upp í 76°C sem þýðir að jarðhitavatnið yrði aldrei nýtt við lægra hitastig en 69°C. Jarðhitavatninu yrði síðan hent 69°C heitu ef engin not væru fyrir það. Ólíklegt er að viðkomandi mjólkurbú gæti nýtt sér nema lítinn hluta af þessu vatni og yrði því annars konar samneysla að koma til, hugsanlega tenging við bæjarkerfið. Mögulegt væri fyrir mjólkurbúið að koma sér upp tönkum þar sem vatnið yrði geymt og notað seinna til þvotta en það krefst töluverðs stofnkostnaðar og verður ekki farið út í það hér að meta það dæmi.

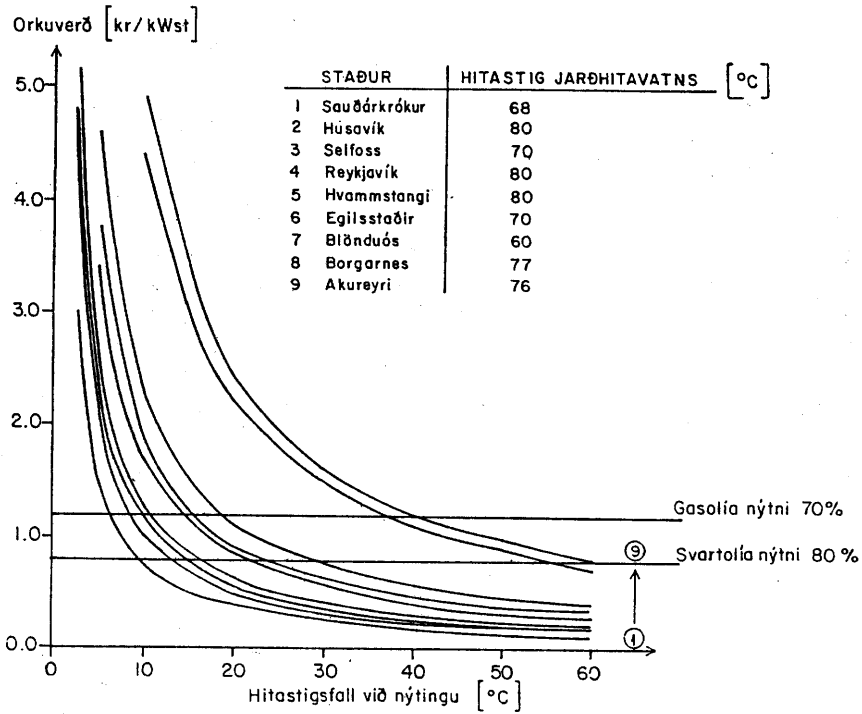
En er það samt hagkvæmt fyrir mjólkurbúin að nýta vatnið aðeins niður í 69°C og henda því svo? Mynd 1 sýnir orkuverðið sem áður nefnd níu mjólkurbú búa við sem fall af hitastigsfalli jarðhitavatns við nýtingu. Miðað er við verðlag 1. maí 1984. Einnig er sýnt á myndinni orkuverð ef gasolía eða svartolía er notuð (reksturskostnaður). Mynd 2 sýnir síðan orkuverð á viðkomandi stöðum sem fall af frárennslis-hitastigi jarðhitavatnsins. Þar sést að ef jarðhitavatnið er aðeins nýtt niður í 69°C og síðan hent, borgar sig ekki fyrir neitt mjólkurbú að nýta jarðhita í stað olíu til gerilsneyðingar. Öðru máli myndi gegna ef síðan væri hægt að nýta jarðhitann áfram t.d. niður í 35°C.

Þá myndu 6 mjólkurbúanna hafa verulegan hag af nýtingu jarðhitans. Jarðhitinn er hins vegar tilvalinn til þvotta þar sem krafist er 50-80°C vatns. Þá rennur vatnið beint í frárennslislagnir og má því segja að jarðhitavatnið sé nýtt niður í 5°C því að með olíu væri nauðsynlegt að hita kalt vatn frá 5°C upp í framangreint hitastig. Enginn vafi er því á að jarðhitinn hentar mjög vel til þessara nota, og eins og áður sagði er talið að í þvotta fari um 2/3 af varmaorku við vinnslu.

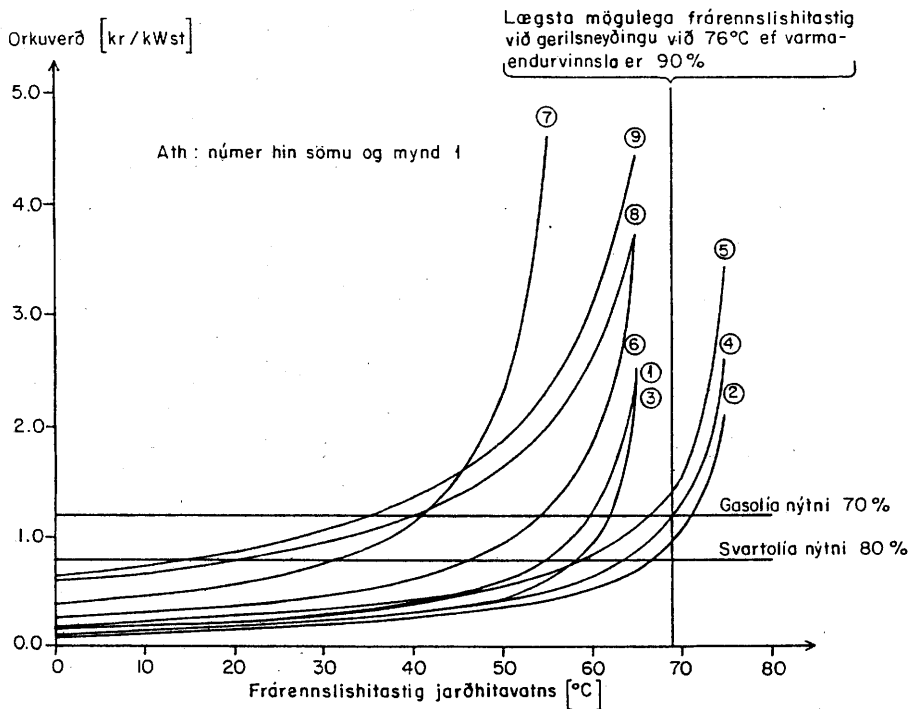
Ef að mjólkurbú hefði aðgang að jarðhita við herra hitastig en hitaveitur bjóða t.d. gufu, myndi gegna öðru máli. Í dag er ekki talið óeðlilegt að verð á jarðgufu sé 1 kr/kWst sem er um 10% af olíuverði. Erfitt er þó að segja til hvernig flutningskostnaður og nýtingartími myndi hafa áhrif á verð til mjólkurbúa. Miðað við þá orkukönnun sem nú var gerð má gera ráð fyrir að varmaorkunotkun í mjólkuriðnaðinum sé um 85-87% af heildarorkunotkun. Þetta jafngildir nú um 40 GWst/ári. Til að framleiða þessa varmaorku með svartolíu þarf um 4400 tonn af henni á ári. Á verðlagi 1. maí 1984 kostar það samtals um 33 milljónir króna. Þessa upphæð er hægt að lækka um 90-95% með því að nota jarðvarma frá háhitasvæði. Hinsvegar er ekki neitt mjólkurbú í þeirri nálægð við virkjað háhitasvæði að það geti nýtt sér þetta lága orkuverð. Einnig má benda á að orkukostnaður er tiltölulega lítill hluti af reksturskostnaði mjólkurbúanna.

Niðurstaða þessarar athugunar er því þær að jarðhitinn muni um ókomna framtíð gegna mikilvægu hlutverki í mjólkuriðnaðinum sem ódýr og þægilegur orkugjafi til þvotta en ólíklegt er að hann verði notaður til gerilsneyðingar í mjólkurbúum nema að hann bjóðist við herra hitastig en nú er og að varmi í frárennslisvatninu 70°C heitu verði nýttur.

JHD-VT-9000-HJ
84.05.0632-IS



Mynd 1: Orkuverð sem fall af hitastigsfalli jarðhitavatns



Mynd 2: Orkuverð sem fall af frárennslshitastigi jarðhitavatns