

# LAGNAFRÉTTIR

## 13

RÁÐSTEFNA UM JARÐVEGSHITUN



**RITSTJÓRN:**  
GUÐMUNDUR HALLDÓRSSON  
KRISTJÁN OTTÓSSON  
ÁBYRGÐARMAÐUR:  
GUÐMUNDUR JÓNSSON

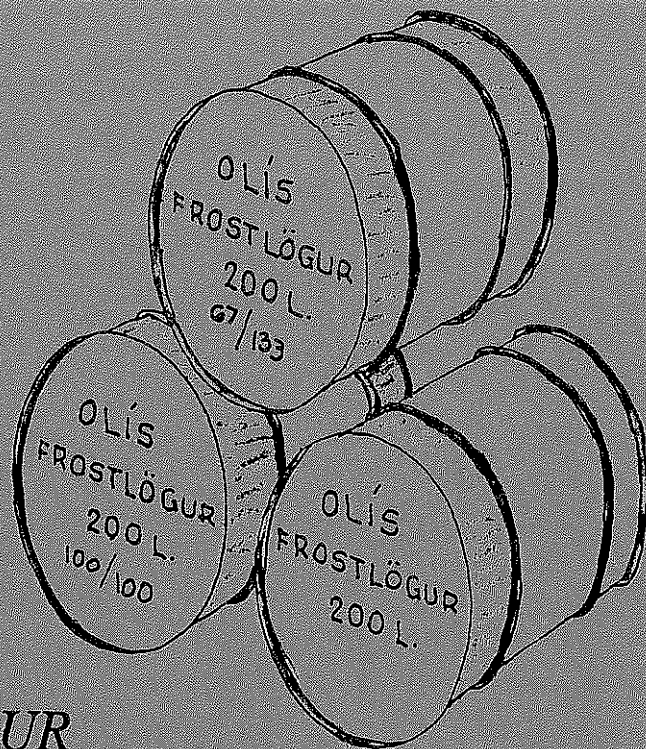
**ÚTGEFANDI:**  
LAGNAFÉLAG ÍSLANDS

The Icelandic Heating, Ventilating  
and Sanitary Association  
PO BOX 8026  
126 REYKJAVÍK  
SÍMI: 91-680660  
MYNÐSENDIR: 91-814162

2. TBL., 7. ÁRGANGUR DES. 1992

# OLÍS

## Þjónar þér



## FROSTLÖGUR fyrir snjóbræðslukerfi

Olíuverzlun Íslands hf. hefur undanfarin ár eingöngu flutt inn frostlög af hæsta gæðaflokki, sem uppfyllir ströngustu kröfur.

Frostlögurinn er að uppistöðu Mono Ethylen Glycol og inniheldur auk þess bætiefni til varnar öllum mögulegum tæringum og öðrum skaða.

Helstu kostir OLÍS frostlögs eru:

- Tærir enga málma og hindrar ryðmyndun.
- Hefur engin áhrif á PVC eða önnur plastefni.
- Hefur hátt suðumark 200 °C og gufar því ekki upp.
- Freyðir ekki.
- Veldur engri eldhættu.
- Allar efnabreytingar í honum eru mjög hægfara, og heldur því lengur sínum upphaflegu gæðum.

Til að forðast mengun í námunnda við viðkvæm svæði s.s. matvælavinnslu, við vatnsból eða þar sem dýralíf er, þá ætti að nota sérstakan frostlög, sem samanstendur af Mono Propylene Glycol og bætiefnum. Hann er algjörlega skaðlaus mönnum, dýrum og lífríki. Þennan frostlög sérpantar OLÍS ef óskað er.

### NOTKUNARLEIÐBEININGAR

- Blanda skal frostlöginn áður í þann styrkleika, sem óskað er eftir, t.d. 33% frostlögur og 67% varn. Sú blanda þolir 18 °C frost og nægir í flestum tilfellum. OLÍS býður þessa þjónustu, þ.e. að laga þá frostlögs-blöndu sem óskað er eftir.
- Aldrei skal nota frostlöginn óblandaðan.
- Gæta verður þess að edlilegt rennsli sé í hinu lokada kerfi.
- Fylgjast skal með sýrustigi árlega.

Vinsamlegast hafið samband við Olíuverzlun Íslands hf., ef óskað er nánari upplýsinga eða þjónustu.

# LAGNAFÉLAG ÍSLANDS

## RÁDSTEFNA UM JARÐVEGSHITUN

### Fundarstaður:

*Fundur og sýning á vegum Lagnafélags Íslands  
fimmtudaginn 12. mars 1992  
á Hótel Loftleiðum*

### Ritstjórn:

*Ábm. Guðmundur Jónsson form.  
Ritstj. Guðmundur Halldórsson  
Kristján Ottósson*

### Setning og umbrot:

*Örn Sigurðsson  
Kristján Ottósson*

### Forsíðumynd:

*Jarðvegshitun er framkvæmd sem gefa mætti meiri gaum. Með því að veita afrennslisvatni húsa úr snjóbræðslum út í garðana að vori og til baka á haustin, væri hægt að lengja sumarið hjá jurtunum og þá hjá okkur líka. Fyrir sex árum var ekkert tré í þessum garði og hér má sjá hvað hægt er að gera ef vilji er fyrir hendi.*

### Útgefandi:

**IÐNÚ, bókaútgáfa**

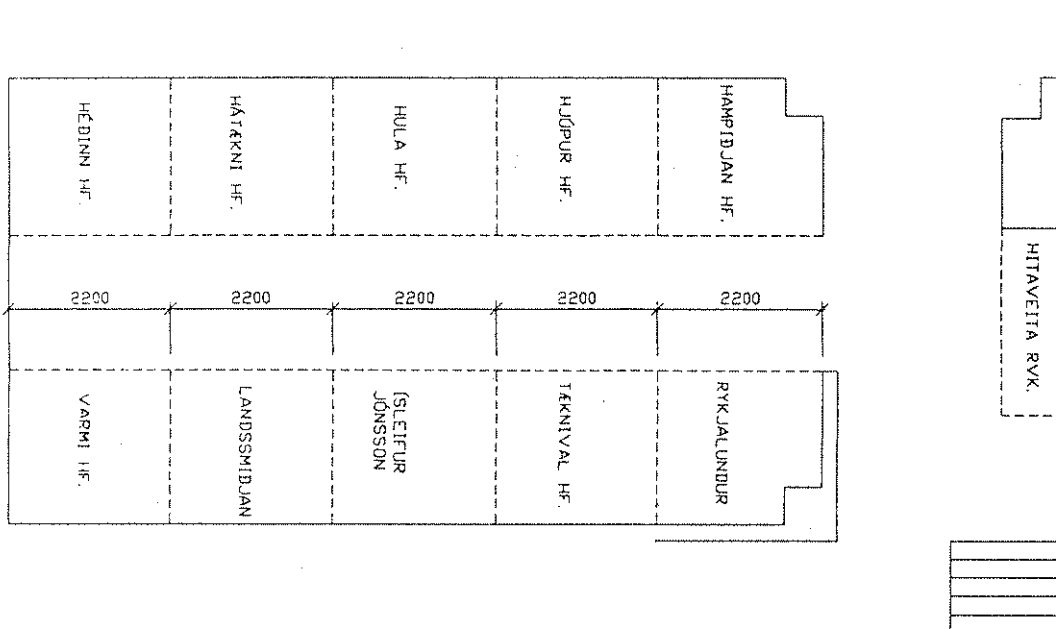
# LAFÍ 12. MARS 1992

## VÖRU-, TÆKNI- OG ÞJÓNUSTUSÝNING

Sýning var haldin á Hótel Loftleiðum fimmtudaginn 12.mars 1992 og var hún opin frá kl. 12<sup>00</sup> til kl. 19<sup>00</sup>.

Þátttakendur í sýningunni voru:

Hampiðjan hf.	Skipholti 4	105 Reykjavík	sími: 676850
Hátækni hf.	Ármúla 26	108 Reykjavík	sími: 31500
Héðinn hf.	Seljavegi 2	101 Reykjavík	sími: 624260
Hjúpur hf.	Knarrarvogur 4	104 Reykjavík	sími: 680425
Hula hf.	Ármúla 11	108 Reykjavík	sími: 680877
Hitaveita R.vík	Grensásvegi 1	108 Reykjavík	sími: 600100
Ísleifur Jónsson hf.	Bolholti 4	105 Reykjavík	sími: 36920
Landssmiðjan hf.	Sölvhólsgötu 13	101 Reykjavík	sími: 20680
Reykjalundur	Vinnuheimilið	270 Mosfellsbær	sími: 666200
Tæknival hf.	Skeifunni 17	108 Reykjavík	sími: 681665
Varmi hf.	Laugavegi 168	105 Reykjavík	sími: 17560





**Fundarstjóri:**  
*María Jóna Gunnarsdóttir*  
framkv.stj. Sambands  
Íslenskra sveitarfélaga

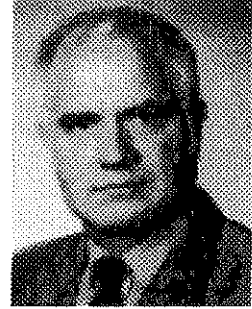
## EFNISYFIRLIT:

<b>Setning ráðstefnunnar</b> .....	<b>7</b>
<i>Kristján Ottósson, vélfr.</i>	
<b>Ávarp</b> .....	<b>9</b>
<i>Eiður Guðnason, umhverfismálaráðherra</i>	
<b>Framleiðsla á snjóbræðslurörum hér á landi</b> .....	<b>11</b>
<i>Páll Árnason, verkfr.</i>	
<b>Gamli miðbærinn, snjóbræðsla</b> .....	<b>15</b>
<i>Ragnar Ragnarsson, verkfr.</i>	
<b>Að leggja snjóbræðslukerfi</b> .....	<b>25</b>
<i>Sigurður Grétar Guðmundsson, pípulagningameistari</i>	
<b>Frágangur í kringum snjóbræðslurör, sandur og þjöppun</b> .....	<b>33</b>
<i>Þorgeir S. Helgason, mannvirkjajarðfr.</i>	
<b>Snjóbræðslukerfi með millihitara</b> .....	<b>43</b>
Tenging snjóbræðslukerfa við millihitara - frostagarkerfi og stjórnkerfi þeirra <i>Sveinn Áki Sverrisson, tæknifr.</i>	
<b>Áhrif jarðvegshitunar á vöxt og þroska plantna</b> .....	<b>57</b>
<i>Garðar R. Árnason, garðyrkjuráðunautur</i>	
<b>Gólfhitakerfi</b> .....	<b>71</b>
<i>Grétar Leifsson, verkfr.</i>	
<b>Súrefnisupptaka, útfellingar og mengun vatns í snjóbræðslulögnum</b> .....	<b>77</b>
<i>Hrefna Kristmannsdóttir, jarðefnafr.</i>	
<b>Helstu niðurstöður umræðuhóps um:</b>	
<b>Lagning snjóbræðslukerfa</b> .....	<b>85</b>
<i>Ragnar Gunnarsson, iðnfr.</i>	
<b>Helstu niðurstöður umræðuhóps um:</b>	
<b>Stjórnkerfi, gólfhitun og orkunotkun</b> .....	<b>89</b>
<i>Árni Ragnarsson, verkfr.</i>	
<b>Helstu niðurstöður umræðuhóps um:</b>	
<b>Jarðvegshitun</b> .....	<b>90</b>
<i>Gunnar Þórðarson, verkfr.</i>	
<b>Ráðstefnuslit</b> .....	<b>91</b>
<i>Guðmundur Guðlaugsson, véltæknifr.</i>	



*Þétt setinn fundarsalurinn á ráðstefnunni 12. mars 1992. 140 manns hlustuðu með athygli á framsöguverindi um jarðvegshitun og snjóbræðslu og tóku virkan þátt í umræðuhópunum.*

Kristján Ottósson vélfr.  
Framkv.stj. Lagnafélags Íslands



## SETNING RÁÐSTEFNUNNAR

Fyrir hönd Lagnafélags Íslands býð ég ykkur velkomin til þessarar ráðstefnu, þar sem ætlunin er að fjalla um notkun hitaveituvatns til snjóbræðslu og jarðvegshitunar. *Kristján Ottósson*

Á þessu sviði hefur orðið mikil þróun frá árinu 1987 er þessi málaflokkur var brotinn til mergjar innan Lagnafélags Íslands og þá birtar niðurstöður í Lagnafréttum 2.

Hugmyndin að bræða snjó og ís af gangstéttum, tröppum, bílastæðum og jafnvel heilum götum með því að nota hitaveituvatn mun vera orðin a.m.k. 50 ára gömul hér á landi.

Fyrsta snjóbræðslukerfið sem vitað er um var hannað af Einari H. Árnasyni og Birgi G. Frímanssyni árið 1952 og lagt úr járnörum í tröppur Menntaskólans í Reykjavík og hitað upp með hitaveituvatni.

Tryggvi Gíslason pípulagningameistari hannaði og lagði snjóbræðslukerfi úr járnörum í tröppur Austurbæjarbarnaskólans í Reykjavík árið 1955.

Lögð voru upphituð göng undir Miklubrautina í Reykjavík árið 1959, hannað af Sveini Torfa Sveinssyni en lagt úr járnörum af Sigurði Þorkelssyni pípulagningameistara.

Fyrsta snjóbræðslukerfið sem lagt er úr plaströrum sem vitað er um, er hannað og lagt árið 1960 af Kristni Auðunssyni pípulagningameistara í bílaplan framan við bílskúra að Safamýri 87, Reykjavík.

Ef við skoðum hvenær byrjað var að nota heitt vatn til ræktunar er það árið 1850 að fyrst voru ræktaðar kartöflur í náttúrulega volgu landi við Laugarnar í Reykjadal í Suður-Þingeyjarsýslu.

Í Reykjahverfi er byrjað að leiða heitt vatn í opnum ræsum árið 1886.

Á Draflastöðum í Fnjóskadal hóf Sigurður Sigurðsson fyrrum búnaðamálastjóri fyrstur manna að flytja heitt vatn í lokræsum árið 1888.

Ef við tölum um nútímagarða er það eftir því sem ég best veit bræðurnir á Hvammi II, Flúðum, þeir Jóhannes og Kjartan Helgasynir sem voru fyrstir til að hita upp garð með því að leggja í hann plaströr og veita í þau heitu vatni árið 1973.

Fleiri hafa fylgt eftir og sennilega eru nú yfir hundrað þúsund fermetrar matjurtagarða hitaðir á þennan hátt.

Notkun hitaveituvatns til snjóbræðslu og ýmiss konar jarðvegshitun vex nú mjög hratt. Sem dæmi um stór snjóbræðslukerfi má nefna:

Við Flugstöð Keflavík: Flughlöð ca. 15.000 m<sup>2</sup> - og - Bílastæði ca. 22.000 m<sup>2</sup>, alls 37.000 m<sup>2</sup>.

Í gervigrasvellingum í Laugardal í Reykjavík ca. 8.000 m<sup>2</sup> og þar til viðbótar eru nokkrir vellir hér á stór Reykjavíkur svæðinu.

Í bílastæðum við Kringluna í Reykjavík ca. 26.000 m<sup>2</sup>

Þar að auki eru fjöldi snjóbræðsukerfa við opinberar byggingar og verslanir, ca. 10.000 - 20.000 m<sup>2</sup> að stærð.

Snjóbræðslukerfi í einkainnkeyrslum er lítið vitað um, en gæti verið á bilinu frá 100.000 m<sup>2</sup> til 200.000 m<sup>2</sup>.

Flest þessara kerfa hafa verið lögð eftir árið 1980.

Frumáætlun um snjóbræðslu í gamla miðbæ Reykjavíkur, það er í Kvosinni, Grjótaþorpi og Tjarnargötu var gerð í febrúar 1991. Samanlagt flatarmál snjóbræðslusvæðanna er um 50.000 m<sup>2</sup>. Síðast liðin tvö sumur hefur verið unnið við I. áfanga og lagðar snjóbræðslulagnir í að nær 14.000 m<sup>2</sup>.

Hjá Akureyrarbæ er áætlun um að búið verði að leggja 6.500 m<sup>2</sup> snjóbræðslu á sumri komanda, og það er rúmlega einn tíundi miðað við Reykjavík og gengur einnig upp í hausatölu-viðmiðunina.

Af þessari upptalningu má ljóst vera að ráðstefna um snjóbræðslulagnir og jarðvegshitun er ekki einungis tímabær, heldur mjög gagnleg og nauðsynleg nú þegar framtíðarstefnumótun á þessu sviði er í undirbúningi.

Auðvitað eru möguleikar fólks til að takast á við þessi verkefni afar misjafn, og er samvinna tækni- og iðnaðarmanna til framkvæmda algjör forsenda þess, að fólk fái þá bestu nýtingu á heitu vatni sem stefnt er að.

Ráðstefnan er mikilvægur vettvangur fyrir sveitarstjórnarmenn, tæknimenn, iðnaðarmenn, garðyrkjubændur og fólk sem stendur í lóðarframkvæmdum.

Hér er tækifæri til að leggja enn frekari grunn að árangursríkri stefnumörkun í þessum annars svo lengi einmana og yfirgefna málaflökki.

Undirbúningur að þessari ráðstefnu er samstarfsverkefni Lagnafélags Íslands, Lagnadeildar Rannsóknarstofnunar byggingariðnaðarins, Hitaveitu Reykjavíkur, Orkustofnunar, Sambands íslenskra hitaveitna og Félagi ráðgjafaverkfræðinga. Og er fulltrúum þessara aðila þökkuð góð störf við undirbúningsvinnuna.

Kostir til nýtingar varma til umhverfishitunar eru margir, því er það von fundarboðenda, að árangur af ráðstefnuhaldinu verði sem bestur og skili sér sem fyrst í markvissri hönnun og framkvæmd.

Að svo mæltu segi ég þessa ráðstefnu setta.



Eiður Guðnason  
Umhverfismálaráðherra



*Eiður Guðnason*

## ÁVARP

Góðir ráðstefnugestir,

Mér er það sönn ánægja að segja hér fáein orð við upphaf þessarar ráðstefnu þar sem fjallað verður um snjóbræðslukerfi, jarðvegs- og gólfhitun. Þetta mun vera fyrsta ráðstefnan sem haldin er hér á landi um þetta efni, þó innan Lagnafélags Íslands hafi málið vissulega áður fengið ítarlega umfjöllun.

Lagnafélag Íslands ! Ég skal viðurkenna að fyrst þegar ég heyrði um þennan ágæta félagsskap þá vaknaði spurning í huga mínum, - hvað er nú það? En heitið er tiltölulega gegnsætt og skýrir sig raunar sjálf. Mikilvægi þessara málaflokka sem þið eruð að fjalla um hefur farið ört vaxandi eftir því sem tækninni fleygir fram.

Það hef ég heyrt haft eftir gömlum Reykvíkingum að víst hafi tilkoma vatnsveitunnar, og rafmagnsveitunnar breytt miklu hér í borg, en ekkert hafi þó breytt eins miklu eins og þegar holræsakerfið kom til sögunnar, til að taka við skólpi og leysa útikamrana af hólmi. Það hefur verið bylting sem börnin okkar, sem nú erum miðaldra, eiga erfitt með að ímynda sér hvílíka þýðingu hafði.

Þetta leiðir hugann að því að í þeim efnum eigum við gífurleg verkefni framundan, því óvíða eru þau mál skólpeitu- og holræsamálin í viðunandi lagi. Það er, og verður, eitt meginverkefni okkar í umhverfismálum að koma þeim málum í betra horf. Að því er verið að vinna.

Nýlega hefur verið skipaður sérstakur starfshópur til að gera úttekt á stöðu þessara mála um land allt og koma með tillögur til úrbóta. Sú vinna er hafin. Jafnframt vinnur Umhverfissráðuneytið að því í góðri samvinnu við Samband íslenskra sveitarfélaga að finna leiðir til að fjármagna þetta mikla verk.

Það er ekki álitamál að þetta er verkefni sveitarfélaganna, en hitt er líka öllum ljóst að hér er um svo kostnaðarsamt verkefni að ræða að sveitarfélögin ráða ekki við það nema með einhverri utanaðkomandi aðstoð í formi lána eða framlaga. Til fjármögnunar eru ýmsar leiðir. Nú er talað um að auka þurfi atvinnu víðsvegar um landið, og gæti þetta, að koma þessum málum í betra horf ekki verið tilvalin og skynsamleg leið til þess ?

Mér finnst vera stutt, raunar ótrúlega stutt, síðan í einhverjum teljandi mæli var farið að setja upp, eða öllu heldur niður snjóbræðslukerfi með góðum árangri. Þessari tækni hefur fleygt fram og hún hefur víða valdið byltingu og áreiðanlegt er, þótt kannski sé ekki fljótgert að sanna það með hörðum rökum að snjóbræðslukerfin hafa örugglega komið í veg fyrir fjölmörg hálkuslys og ekki sýnist minnsti vafi á því að slík kerfi eiga eftir að verða enn algengari en nú er og þá ekki aðeins í tröppum, gangstéttum og bifreiðastæðum, heldur ekki síður í götum, íþróttasvæðum og víðar.

Á þessu sviði og ekki almennt á sviði hitaveitulagna hafa íslenskir tæknimenn og sérfræðingar myndað verðmætan þekkingarforða, sem er næsta einstæður í veröldinni og er þegar verðmæt útflutningsvara og á örugglega eftir að verða enn verðmætari.

Mér þykir frumkvæði þeirra aðila sem hafa undirbúið og standa að þessari ráðstefnu mjög mikilvægt. Hér verður fjallað um ýmis tæknileg atriði, bæði að því er hönnun og framkvæmd varðar. Það munu sérfræðingar gera, hver á sínu sviði auk þess sem sýnd og kynnt verða þau efni sem notuð eru.

Allt ætti þetta að stuðla að aukinni þekkingu og hagnýtingu þeirrar þekkingar. Aukin þekking á þessu sviði stuðlar ekki einvörðungu að því að nýta betur orkuna, hún getur einnig stuðlað að því að bæta okkar nánasta umhverfi og auka hagsæld. Nýting afgangsortku af ýmsu tagi, svo sem í frárennslisvatni frá hitaveitum er leið sem nýta má til að efla gróður og þar með bæta ásýnd umhverfisins. Nú gætir mjög vaxandi áhuga hjá einstaklingum á garðrækt og trjárækt. Þar á nýting jarðhitans áreiðanlega eftir að koma við sögu í vaxandi mæli og sú tækni sem undanfarin ár hefur verið að þróast og hér verður meðal annars kynnt og rædd. Á þessum sviðum eigum við örugglega margvíslega ónýtta möguleika og þar held ég að í rauninni sé í orðanna eiginlega skilningi um óþægðan akur að ræða þar sem framtakssamra einstaklinga bíða ótal tækifæri.

Þess vegna er það mikilvægt, að niðurstöður þessarar ráðstefnu verði kynntar öllum almenningi, ekki síst þeir möguleikar sem einstaklingum standa opnir til þess að nýta afgangsortku sjálfum sér og umhverfinu til heilla og hagsbóta.

Ég læt að lokum þá von í ljós að hér megi vel til takast og árangur þessa starfs sem hér verður unnið í dag verði bæði mikill og góður.

**LP þakrennur**



**Þola allar veðurbreytingar**

LP þakrennukerfið frá okkur er samansett úr galvanhúðuðu stáli, varið plasti. Styrkurinn í stálinu, endingin í plastinu.

Leitið upplýsinga

**BLIKKSMÍÐJAN**



SMÍÐSHÖFÐA 9  
112 REYKJAVÍK  
SÍMI: 91-685699

Páll Arnason verkfr.,  
Iðntæknistofnun Íslands



Páll Arnason

## FRAMLEIÐSLA Á SNJÓBRÆÐSLU- RÖRUM HÉR Á LANDI

Með hugtakinu snjóbræðslurör er í þessari umfjöllun átt við plaströr sem geta verið heppileg til snjóbræðslu, jarðvegshitunar og gólfhitunar.

Algengasta rörastærðin er 25 mm en einnig eru framleidd 20 mm rör að einhverju marki t.d. fyrir tröppur og sverari rör í dreifistamma. Framleiðendur eru sýndir í töflu hér að neðan í stafrófsröð, svo og framleiðsluvörur þeirra. Meðaleðlisþungt pólýetýlen er táknað með PEM, pólýprópýlen kópólýmer með PP og pólýbútýlen með PB.

Framleiðendur	Plastefni	Rörastærðir og stammar
Hampiðjan h.f. Hula h.f.	PEM frá Dow PEM frá Neste PB frá Shell	20-110 mm 25-90 mm 20-110 mm
(Kóbra-Plast) <sup>1)</sup> (Plastmótun) <sup>2)</sup> Set h.f. Reykjalundur	PEM frá Neste PP frá Hüls <sup>3)</sup> PP frá Hüls <sup>3)</sup> PP frá Hüls <sup>3)</sup>	20-40 mm 20-400 mm

<sup>1)</sup> Fyrirtækið er ekki í rekstri um þessar mundir og framtíð þess óljós.

<sup>2)</sup> Hefur ekki framleitt snjóbræðsurör í þrjú ár en kemur hugsanlega aftur inn á markaðinn fyrir sumarið.

<sup>3)</sup> Ekki alveg sama efnið hjá röraframleiðendum því íblöndunarefni eru mismunandi.

Allnokkrar breytingar hafa verið á markaðnum á umliðnum árum og eru enn. Þannig færði Hampiðjan hf. sig úr PP efni fyrir nokkrum árum í PEM og ætlar nú í sumar að bjóða í fyrsta skipti 20 mm rör og 50-110 mm stamma. Hula hf. tók við framleiðslu Barkar hf. í PB rörum fyrir nokkrum árum og hóf á síðasta ári að bjóða einnig PEM efni.

Þegar velja á plaströr í snjóbræðslu, jarðvegshitun eða gólfhitun er rétt að taka mið af eftirfarandi þremur þáttum.

### Hita- og þrýstipól

Þegar búið er að hanna kerfið og ljóst er hver þrýstingurinn verður, algengasta hitastig og hve algengt er að heitara vatn sé sett á kerfið er hægt að meta hvaða rör gætu staðist þær kröfur og hver ekki. Rör þurfa ekki að vera betri þótt þau séu hitapólnari, því öll þau rör sem standast kröfur fyrir hita og þrýstipól í viðkomandi

kerfi eru nógu góð. Aukinn skilningur á þessu hefur leitt til aukinnar notkunar PEM og þá í kerfi með mjög hóflegan hita og þrýsting eins og t.d. affallsvatnskerfi.

Við mat á hitaþoli má notast við upplýsingar frá framleiðendum um þol hráefnanna. Þær eru fengnar úr gögnum hráefnaframleiðenda sem eru nokkuð rétt en settar fram af röraframleiðendum með mismunandi hætti og mismunandi öryggisstuðlum. Það fer eftir eðli mannvirkisins og plastefnisins hvaða öryggisstuðul hönnuðurinn ætti að nota þegar hann ber saman gögn frá framleiðendum og hannar kerfið.

### **Gæðatrygging**

Það er ekki nóg að hráefnin í rör séu góð, framleiðslan þarf líka að vera það. Það er því mikilvægt fyrir notandann að gæðastjórnun sé öflug í því fyrirtæki sem skipt er við. Allir framleiðendurnir hafa í gegnum tíðina að einhverju marki fylgst með málum og útliti á framleiðslunni, en gæðastjórnun að öðru leyti lítil. Þetta gæðaeftirlit hefur verið sambærilegt við það sem tíðkast hefur við framleiðslu á sambærilegri vöru erlendis. Nú eru kröfur markaðarins hins vegar að breytast bæði hér og erlendis og fyrirtækin að stefna í öflugri gæðastjórnun. Allir fjórir núverandi framleiðendur snjóbræðsluröra hér á landi eru byrjaðir að skoða gæði framleiðsluvara sinna skv. fullkomnari gæðaviðmiðunum en áður og huga að öflugum gæðastýringum. Þeir eru því í dag meðvitaðir um hvert þeir verði að stefna í gæðamálum en eiga langt í land með að gæðastjórnun í snjóbræðsluröraframleiðslunni sé góð. Hér er um alþjóðlega þróun að ræða og engin ástæða til að ætla annað en að íslensk iðnfyrirtæki fylgi henni. Forsenda þess er þó að íslenski markaðurinn sýni að hann kunni að meta gæði.

### **Verð**

Rétt er að velja ódýrasta efnið af þeim sem uppfylla kröfur okkar. Dýrasta rorategundin er um 35% dýrari en sú ódýrasta. Mönnum finnst jafnframt misþægilegt að leggja einstakar rorategundir. Það er fyllilega réttlætjanlegt að velja einnig rörin með tilliti til þess, enda komi það fram í lægri kostnaði við lagninguna.

Í umræðunni um snjóbræðslurör hafa mun fleiri eiginleikar verið nefndir en að framan eru taldir. Þeir eiga þó ekki að hafa áhrif á val á rorum til þessara nota. Þar má nefna eftirfarandi fjóra þætti:

### **Súrefnisupptaka**

Það er meginregla að ekki þurfi að hafa áhyggjur af súrefnisupptöku í þessum kerfum sem hér um ræðir. Hvort tæringarhætta sé fyrir hendi vegna súrefnisupptöku fer eftir uppbyggingu kerfanna og efnasamsetningar vatnsins. Sé það raunin að súrefnisupptaka sé fyrir hendi, súrefnið eyðist ekki í vatninu og tæri síðar stál kemur ekkert framantalinna plastefna til greina heldur einungis innflutt rör með súrefnishindrun.

### **Frostþol**

Frostþol snjóbræðslukerfa fer eftir því í hverju rörin liggja en ekki hvaða plastefni er í þeim.

### **Rakastreymi**

Rakastreymi út í gegnum plastið er mjög lítið og með öllu skaðlaust nema hugsanlega þar sem rörið liggur í öðru plaströri (hitaveiturör). Í því tilfalli er þó enginn grundvallarmunur á plastefnum.

### Mengunarhætta

Mengunarhætta á að vera áhyggjuefni hitaveitnanna. Á meðan þær setja ekki reglur um hvaða rör megi nota við hverjar aðstæður eiga menn ekki að láta hugsanlega mengun hafa áhrif á val röraefnis, því öll rör eru nógu góð.

Mengun gæti annars vegar stafað af efnunum sem leystust úr plastinu og hins vegar menguðum jarðvegi sem lægi að rörunum. Hér hafa mest verið notuð snjóbræðslurör úr hráefnum sem viðurkennd eru erlendis sem nothæf til neysluvatnslagna en líka rör sem standast ekki þær kröfur. Það er ekki síður ástæða til að hafa áhyggjur af menguðum jarðvegi. Það vill til að yfirleitt eru notuð lokuð kerfi í götum og stórum plönnum. Þar sem mengunarhættan er mest er sjálfsagt fyrir hitaveitur að setja reglur um þessa notkun m.t.t. mengunarhættu og fylgjast með vatnsgæðum. Mismunandi tegundir plaströra, sem í boði eru, hafa mjög svipaða mótstöðu fyrir gegnumdræpi lífrænna efna og því ekki ástæða til að láta þann eiginleika ráða vali efna.

**LP þakrennur**



**Allir  
fylgihlutirhlutir**

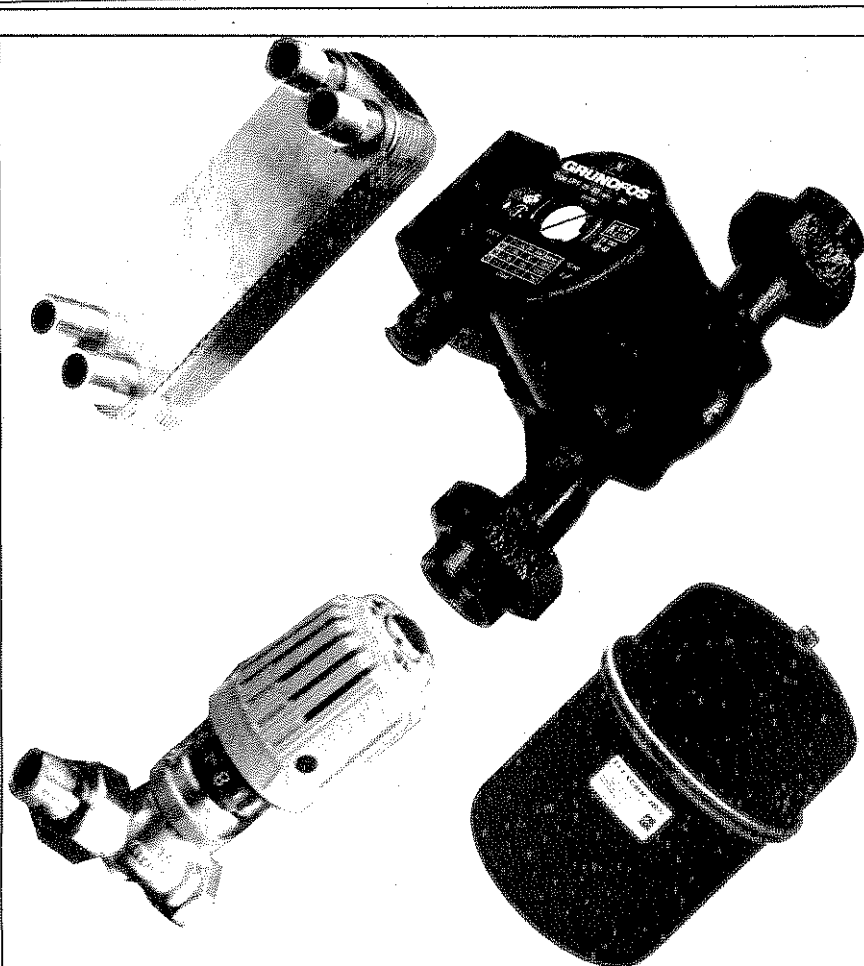
LP þakrennukerfið frá okkur er heildarlausn. Nýðsterkt, fallett, endist og endist. Verðið kemur þér á óvart.

Leitið upplýsinga

**BLIKKSMÍÐJAN**



SMÍÐSHÖFÐA 9  
112 REYKJAVÍK  
SÍMI: 91-685699



Hjá okkur færð þú heildarlausn á forhitarkerfum s.s. dætur frá GRUNDFOS, loka og stjórnúnað frá TA, þensluker frá FLAMCO og forhitara frá EUROHEAT, ásamt öðru lagnaefni.

RÁÐGJÖF — TILBOÐ — ÞJÓNUSTA

**IOI ÍSLEIFUR JÓNSSON HF.**

Byggingavörverslun

Bólholti 4

Símar 36920 / 36921

Ragnar Ragnarsson, verkfr.  
Verkfræðistofan Fjarhitun hf.

## GAMLI MIÐBÆRINN SNJÓBRÆÐSLA



Ragnar Ragnarsson

### 1. Inngangur

Á undanförunum árum hafa í auknum mæli verið lagðar snjóbræðslulagnir í gangbrautir og bílastæði til að bræða snjó. Reykjavíkurborg hefur lagt snjóbræðslulagnir í götur, bílastæði og torg á nokkrum stöðum. Yfirleitt hefur fengist nokkuð góð reynsla af snjóbræðslu.

Árið 1990 ákvað Reykjavíkurborg að bræða snjó af götum, bílastæðum, gangbrautum og torgum í Gamla miðbænum, eða nánar tiltekið í Kvosinni, Grjótaþorpi og Tjarnargötu. Samanlagt flatarmál snjóbræðslusvæðanna er um 50.000 m<sup>2</sup>. Í upphafi var eingöngu talað um að bræða snjó í Kvosinni. Stefnt er að því að búið verði að leggja allar snjóbræðslulagnir innan nokkurra ára. Árið 1990 voru lagðar snjóbræðslulagnir í bílastæði milli Kirkjustrætis og Vonarstrætis og í Bröttugötu og Mjóstræti í Grjótaþorpi. Árið 1991 voru lagðar snjóbræðslulagnir í Fischersund og Grjótagötu og er þá búið að leggja snjóbræðslulagnir í allar götur í Grjótaþorpi. Árið 1991 voru í Kvosinni einnig lagðar snjóbræðslulagnir í Templarasund, Vonarstræti, Iðnólóð og í norður- og vesturbakka Tjarnarinnar. Samtals er búið að leggja snjóbræðslulagnir í um 13.500 m<sup>2</sup> svæði. Mikilvægt er að vel takist til með snjóbræðsluna því reikna má með að vilji verði fyrir því að bræða snjó víðar í borginni á komandi árum.

Snjóbræðslusvæðin og áfangaskipti eru sýnd á teikn. nr. 344-6, bls: 16.

### 2. Almenn um snjóbræðslu

#### Varmapörf og varmagjöf.

Varmapörf snjóbræðslukerfis er háð annars vegar veðurfari, þ.e. lofthita, vindhraða og snjókomu, og hins vegar kröfum um afköst snjóbræðslu. Með afköstum snjóbræðslu er hér átt við hversu hratt hún getur brætt nýfallinn snjó.

Varmagjöf og afköst snjóbræðslukerfis er háð millibili pípna í jörð, dýpt pípna, rennsli og hitafalli vökva í pípum, þvermáli pípna, varmaleiðni jarðvegs, o. fl.

Ítrustu kröfur um snjóbræðslu eru að alltaf sé auð jörð eða því sem næst. Við litla varmagjöf, og þá lítil afköst, getur tekið langan tíma að bræða snjóinn. Snjóbræðslusvæðið er þá þakið snjó hlutfallslega langan tíma. Fer það eftir tímalengd, tíðni og magni snjókomu.

Þegar ekki snjóar og jörð er auð getur álag á snjóbræðslukerfið verið mikið, einkum ef vindur blæs kröftuglega. Í frosti er nauðsynlegt að halda yfirborðshita yfir frostmarki til að koma í veg fyrir ísingu.

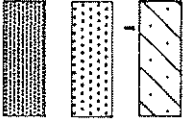
Þegar tekur að snjóa þarf að vera tiltækur varmaforði í jarðveginum og yfirborðslaginu. Þessi varmaforði bræðir snjóinn fyrst eftir að snjókoma hefst og verkar sem mótvægi við annars hæð viðbrögð snjóbræðslukerfisins.

ÁFANGASKIPTI

1990

1991

1992 og síðar

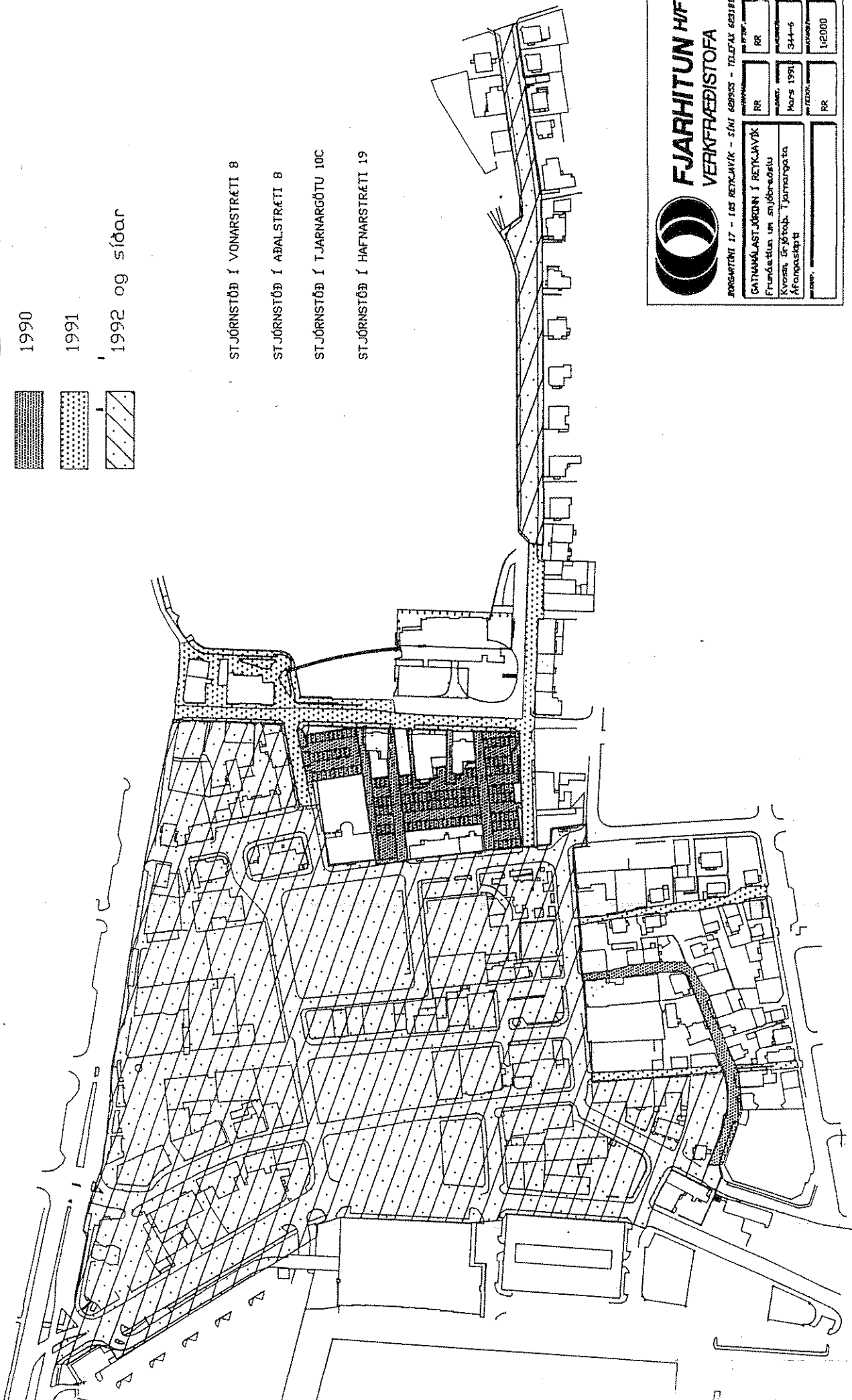


STJÓRNSTÖÐ Í VONARSTRÆTI 8

STJÓRNSTÖÐ Í ADALSTRÆTI 8

STJÓRNSTÖÐ Í TJARNARGÖTU 10C

STJÓRNSTÖÐ Í HAFNARSTRÆTI 19



**FJARHITUN H/F**  
**VERKFRÆÐISTOFA**

BORGARTÍNI 17 - 101 REYKJAVÍK - Sími 689955 - TÍLEFAX 623181

GATNAHÁSTJÓRNIN Í REYKJAVÍK  
 Frunáttalun um enjbræðistö  
 Kveðan strjótub, Tjarnargötu  
 Áfangaskipti

FRUNÁTTALUN  
 RR  
 MARS 1991  
 344-6

FRUNÁTTALUN  
 RR  
 1/2000



Hvað telst hæfilegur varmaforði í snjóbræðslusvæðinu fyrir snjókomu er háð því hverra veðra er von. Með of lágum yfirborðshita hleðst snjór upp í mikilli snjókomu. Þess ber að gæta að dýrt getur verið viðhalda miklum varmaforða.

#### Aflþörf.

Þegar snjóar þarf varma til að hita snjór upp í 0°C,  $q_s$ . Síðan þarf varma til að bræða snjóinn,  $q_m$ .

Þegar jörð er auð tapast varmi frá yfirborði til umhverfis vegna geislunar og varmastreymis með lofti (convection),  $q_h$ . Þetta tap er háð lofthita og vindhraða. Auk þessa er varmatap vegna uppgufunar vatns,  $q_e$ .

Það afl sem þarf til snjóbræðslu meðan snjóar er:

$$q = q_s + q_m + k (q_h + q_e)$$

þar sem  $k$  er hlutfall af flatarmáli yfirborðs af auðri jörð og heildarflatarmáls yfirborðs snjóbræðslusvæðis.

Varmi tapast einnig niður í jörðina og til hliðar við snjóbræðslusvæðin. Samkvæmt bandarískum heimildum er þetta tap áætlað um 30 - 50% af aðfluttum varma, háð yfirborðsfrágangi og hitastigi snjóbræðsluvökvans.

Mestu afköst eða toppafl snjóbræðslukerfis eru ákveðin eftir úðni snjókomu, það er hversu mikið snjóar og hversu oft.

#### Yfirborð.

Varmaleiðni jarðvegs umhverfis snjóbræðsluslöngrur hefur mikil áhrif á afköst snjóbræðslunnar. Snjóbræðsluafköst ráðast fyrst og fremst af yfirborðshita. Snjóbræðsluslöngrur lagðar undir hellum gefa meiri afköst en slöngrur undir malbiki, en minni afköst en slöngrur í steypu plani.

Ef meðalhiti snjóbræðsluvökva er 32°C má reikna með afköstum 120 W/m<sup>2</sup> þar sem er venjuleg hellulögn, 90 W/m<sup>2</sup> þar sem er venjulegur malbiksfrágangur og 150 W/m<sup>2</sup> þar sem er steyp plan. Afköstin eru að sjálfsögðu háð dýpt slangnanna undir yfirborði, þykkt hellna, þykkt malbiks, o.s.frv.

#### Rekstur snjóbræðslukerfis.

Þá daga yfir rekstrarmánuðina sem hitinn er yfir frostmarki er reiknað með að snjóbræðslukerfið sé rekið með grunnafli,  $q_{basic}$ . Grunnaflið er gjarnan ákvarðað með hliðsjón af afli sem þarf til að bræða snjór á frostdögum í heitasta rekstrarmánuðinum. Í gamla miðbænum er miðað við að afl frá bakrennsli frá húsum sé grunnaflið.

Þá daga yfir rekstrarmánuðina sem hitinn er undir frostmarki og ekki snjóar er snjóbræðslukerfið rekið með afli sem nægir til að koma í veg fyrir ísingu og að snjóbræðsla geti hafist um leið og byrjar að snjóa. Viðbótarafl við  $q_{basic}$  sem til þessa þarf er kallað  $q_{idl}$  ("ídling rate"). Þetta afl er af sömu stærðargráðu og varmatap  $q_h$  vegna geislunar og leiðni. Við þessar aðstæður er 80°C heitu vatni bætt við bakrennslisvatnið frá húsum, þegar bakrennslisvatnið dugir ekki.

Þegar snjóar er bætt enn meira af heitu vatni við bakrennslisvatnið til að bræða snjóinn. Afköst snjóbræðslunnar ráðast af magni þess vatns og hámarksafköstum sem snjóbræðslukerfið ræður við. Hver mestu afköst snjóbræðslunnar geta verið hverju sinni er ákveðið með stillingu stjórnbúnaðar og ákvarðast af kröfum um snjóbræðslu og rekstrarkostnaði, sem menn geta sætt sig við.

#### **Kröfur um snjóbræðslu.**

Gerðar eru mismunandi kröfur um snjóbræðslu eftir aðstæðum. Gerðar eru meiri kröfur um snjóbræðslu í innkeyrslum inn á bílastæði en í bílastæðunum sjálfum. Einnig eru gerðar meiri kröfur um snjóbræðslu í fjölförnum gangstígum en í gangstígum almennt. Í götum og torgum eru gerðar svipaðar kröfur og í bílastæðum og gangstígum almennt.

Snjóbræðslukerfin eru hönnuð eins einföld og kostur er. Komið er til móts við auknar kröfur á hverjum stað með því að hafa minna bil á milli snjóbræðsluslangna. Auknar kröfur um snjóbræðsluafköst fást hins vegar með hærri vatnshita í slöngunum.

Erfitt er að segja nákvæmlega til um raunveruleg afköst snjóbræðslu miðað við varmagjöf snjóbræðslukerfanna. Snjóbræðing fer fyrst og fremst eftir álagi vegna veðurs, endanlegu yfirborði jarðar og frágangi snjóbræðlulagna undir því. Hér er leitast við að gefa stutta lýsingu á afköstum snjóbræðslu miðað við varmagjöf og nýtingu bakrennslisvatns frá húsum eins og reiknað er með í Gamla miðbænum.

Varmagjöf 55 W/m <sup>2</sup> :	Engin íblöndun 80°C vatns. Snjóbræðsla hefur alls ekki undan.
Varmagjöf 90 W/m <sup>2</sup> :	Snjóbræðsla ófullnægjandi.
Varmagjöf 120 W/m <sup>2</sup> :	Snjóbræðsla viðunandi. Snjór sjaldan lengur en einn dag á yfirborði. Nýting bakrennslisvatns frá húsum er góð.
Varmagjöf 150 W/m <sup>2</sup> :	Snjóbræðsla góð. Bakrennslisvatn frá húsum nýtist lítið til varmagjafar. Það nýtist aðallega til uppblöndunar á heitu vatni.
Varmagjöf 180 W/m <sup>2</sup> :	Snjóbræðsla góð. Framrennslisvati snjóbræðsluvatns hærri en 60°C. Bakrennslisvatn frá húsum nýtist ekki lengur til varmagjafar, aðeins til uppblöndunar á heitu vatni.

Þegar varmagjöf er orðin 180 W/m<sup>2</sup> er framrásarhiti snjóbræðslu kominn yfir 60°C. Snjóbræðslulöngur þola illa svo háan hita. Til að ná meiri varmagjöf en 180 W/m<sup>2</sup> og halda niðri framrásarhita á snjóbræðslu þyrfti að setja hringrásardælu á snjóbræðslu. Ekki er gert ráð fyrir að kröfur verði gerðar um það.

Nægjanleg afköst snjóbræðslu nást með 120 - 150 W/m<sup>2</sup> varmagjöf. Orka úr bakrennslisvatni frá húsum nýtist vel og rekstur snjóbræðslunnar verður hagkvæmur.

### 3. Nýting bakrennslisvatns og íblöndun heits vatns

Hitaveita Reykjavíkur endurnýjar dreifikerfi sitt í Gamla miðbænum samtímis og götur eru endurnýjaðar. Hitaveitan leggur nú tvöfalt dreifikerfi í stað einfalds.

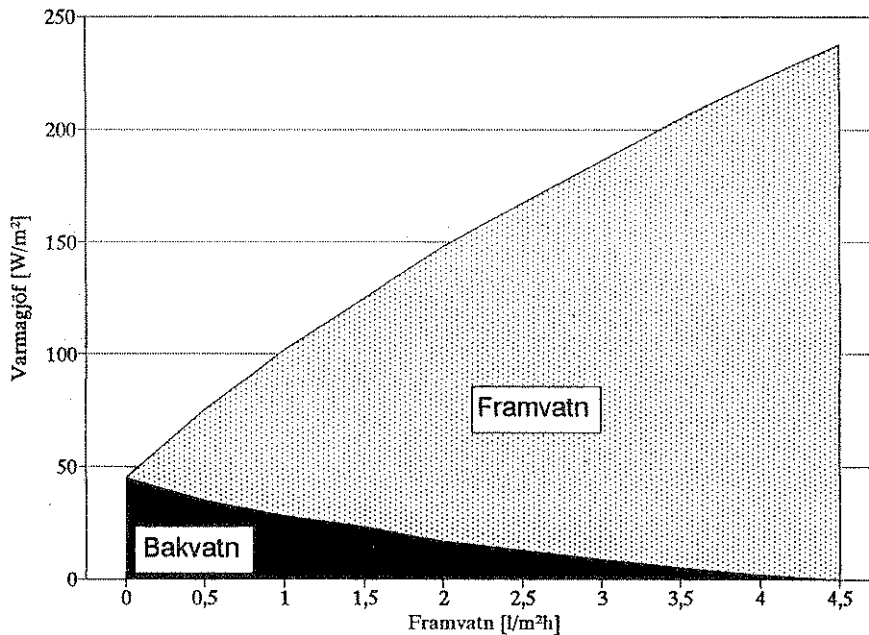
Bakrennslisvatni hitaveitunnar frá húsum í Gamla miðbænum verður safnað saman í fjórar stjórnstöðvar fyrir snjóbræðsluferfi. Stjórnstöðvarnar verða samtengdar þannig að hægt verður að deila bakrennslisvatninu á stjórnstöðvarnar eins og hentugast mun þykja.

Fram til þessa hefur bakrennslisvatni frá húsum á svæðinu verið veitt út í frárennsliskerfi borgarinnar.

Orkan úr bakrennslisvatninu frá húsum (bakvatn) mun nú nýtast í snjóbræðslu sem grunnafl og hægt er að auka afköst snjóbræðslunnar með því að blanda saman við það heitu vatni. Magn heita vatnsins fer eftir þeim kröfum sem gerðar eru til snjóbræðslunnar.

Stýrikerfi snjóbræðslukerfanna í stjórnstöðvunum er eins einfalt og kostur er og miðað er við að halda vatnseyðslu 80°C heits vatns (framvatn) í lágmarki. Engin hringrásardæla er í kerfunum og rekstur snjóbræðslunar er óháður rafmagni.

Á línuriti 1. er heildarvarmagjöf ( $W/m^2$ ) sýnd sem fall af framvatni í  $l/m^2klst$ . Heildarvarmagjöf er samanlögð varmagjöf bakvatns (bakvatn) og framvatns til íblöndunar. Reiknað er með að bakvatn sé stöðugt rennsli 1,5  $l/m^2klst$ .



Línurit 1. Varmagjöf

Ferillinn á línuritinu fyrir varmagjöf er brattari fyrir varmagjöf frá 45  $W/m^2$  til 150  $W/m^2$  heldur en fyrir varmagjöf yfir 150  $W/m^2$ . Þessi munur væri greinilegri ef bakvatn væri ekki haft með á línuritinu. Ferillinn er brattari þar sem orka frá bakvatni nýtist vel. Orka frá bakvatninu nýtist betur eftir því sem varmagjöfin er minni og hún nægir ein sér fyrir 45  $W/m^2$  varmagjöf. Við varmagjöf yfir 150  $W/m^2$  nýtist bakvatn nánast ekki lengur til varmagjafar heldur aðeins til uppblöndunar á heitu framvatninu.

#### 4. Kerfisuppbygging

Kerfisuppbygging snjóbræðslunnar er sýnd á kerfismynd, teikningu nr. 344-3, bls:????????.

Tveir hitastýrðir lokar stjórna blöndun heita vatnsins inn á framrennslisstofna snjóbræðslu. Annar þeirra takmarkar hámarksrennsli 80°C heits vatns og er með hitaskynjara í blöndunarvatninu. Hinn er með útihitaskynjara í yfirborði upphitaðs flatar og opnast þegar yfirborðshiti fer niður fyrir óskgildi skynjarans, sem er rétt yfir frostmarki.

Frá stjórnstöðvum eru lagðir stofnar fyrir framrennslisvatn fyrir snjóbræðslu. Frá þeim eru lagðir greinistofnar og eru þeir með tengingum fyrir snjóbræðsluslöngur (slaufur). Annar greinistofn með tengingum fyrir slöngur er lagður samsíða hinum greinistofninum og tekur hann við vatni frá slöngunum. Á öllum tengingum fyrir slöngur eru lokar. Vatn í báðum greinistofnunum rennur í sömu átt og er því kerfið með svo kölluðum viðsnúnum "retúr". Við greinistofni fyrir bakrennslisvatn frá snjóbræðslu tekur bakrennslisstofn og sameinast vatn frá honum síðan vatni frá bakrennslisstofnum frá öðrum greinistofnum og fer eftir aðalbakrennslisstofni, sem kallaður er viðsnúinn retúr, inn í stjórnstöð.

Kerfi með viðsnúnum "retúr" er valið til að halda þrýstijafnvægi í kerfinu. Mikilvægt er að allar slöngur séu svipaðar að lengd og eru þær hafðar 270-300 m langar. Vatnið fer jafn langa leið eftir hverjum stofni frá stjórnstöð og í gegnum sérhverja slöngu og síðan til baka í stjórnstöð. Það tryggir að þrýstifall og vatnsrennsli verður jafnt í öllum slöngum og snjóbræðsla þannig jöfn.

#### 5. Útfærsla

##### Stjórnstöðvar.

Húsnæði fyrir stjórnstöðvar er valið þannig að tryggt sé að nægilegt rými verði fyrir lagnir og búnað fyrir snjóbræðslukerfin. Vinnuáætlað þarf að vera góð og auðvelt þarf að vera að komast að öllum lokum og að lesa af mælum. Klefar verða málaðir í hólf og gólf og pípulagnir málaðar í viðeigandi litum.

##### Snjóbræðslulagnir.

Stofnlagnir og greinistofnar fyrir framrennslisvatn eru einangraðir, en allar aðrar snjóbræðslulagnir óeinangraðar.

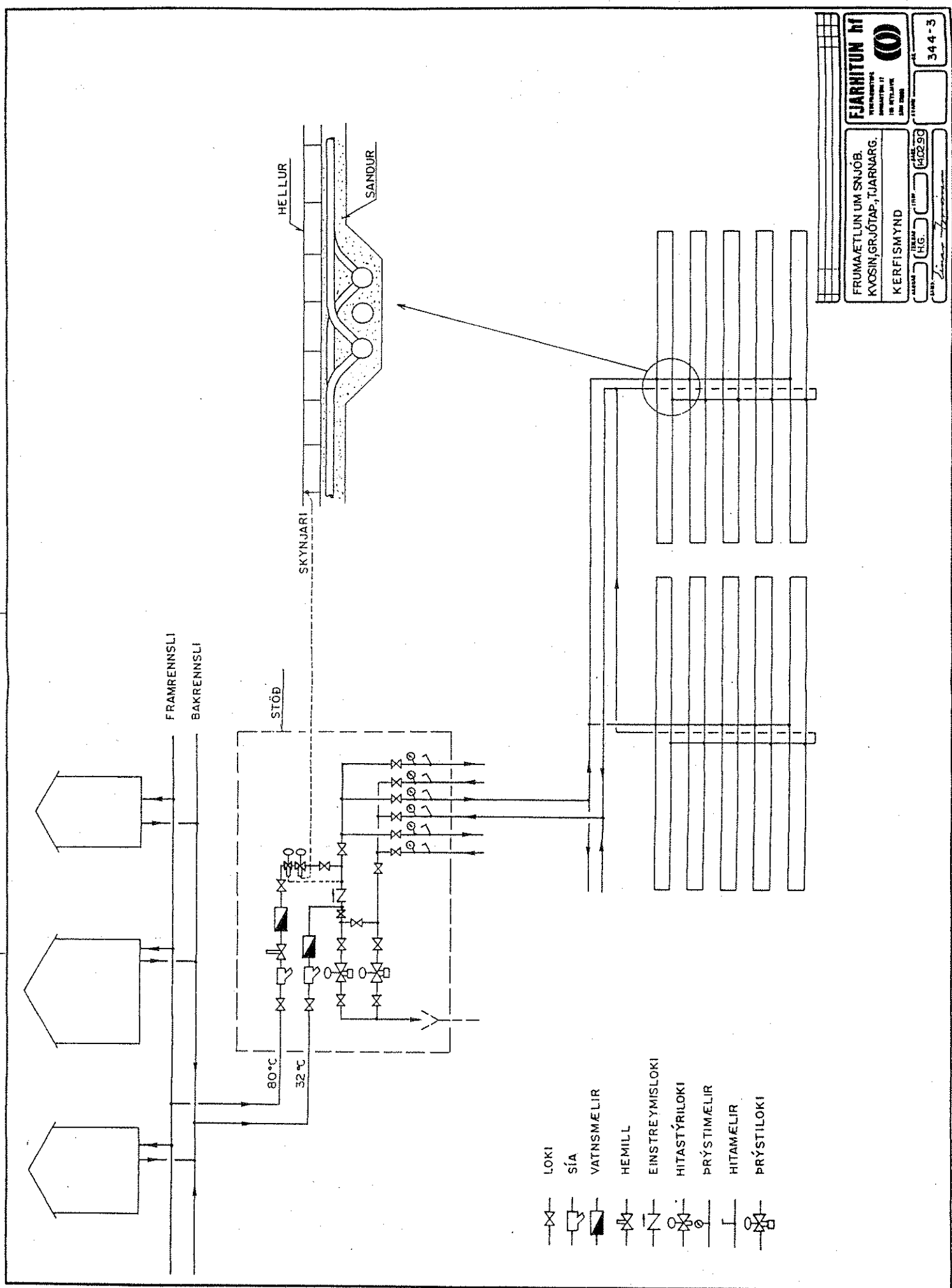
Stofnar og greinistofnar eru lagðir í sandlag og liggja neðar en snjóbræðsluslöngurnar.

Snjóbræðsluslöngur eru hafðar eins ofarlega undir endanlegu slitlagi og kostur er og þorandi þykir vegna umferðarálags. Afköst snjóbræðslunnar er mjög háð staðsetningu slangnanna undir yfirborði.

Hlífðarlag þarf að vera utan um slöngurnar til að þær varðveitist óskemmdar. Þar sem hellur eru lagðar á sand er hlífðarlagið sandurinn. Undir malbik er settur svokallaður flagnarsandur umhverfis slöngurnar. Flagnarsandurinn er jafnframt jöfnunarlag undir malbik með nægilegt burðarþol. Undir hellur og malbik þar sem reiknað er með þungri umferð er notað raufamalbik. Slöngurnar eru lagðar í raufarnar og þær síðan fylltar með sandbiki.

Hönnun snjóbræðslukerfisins þarf að vera þannig að hægt sé að lofttæma það þegar pípur eru fylltar með vatni og í rekstri eigi sér stað stöðug lofttæming.

Allar snjóbræðslulagnir eru þrýstiprófaðar áður en mokað er yfir þær.



FRAMRENNSLI  
BAKRENNSLI

STÖÐ










80°C


32°C

HELLUR

SANDUR

SKYNIJARI

-  LOKI
-  Sífa
-  VATNSMÆLIR
-  HEMILL
-  EINSTREYMISLOKI
-  HITASTÝRILOKI
-  PRÝSTIMÆLIR
-  HITAMÆLIR
-  PRÝSTILOKI

<b>FJARHITUN hf</b>			
FRUMAETLUN UM SNJÓB, KYOSIN, GRJÓTAP, TJARNARG.			
KERFISMYND			
ÁRUM	HT (H)	HT (H)	HT (H)
1998	1998	1998	1998
344-3			

### **Yfirborð.**

Nægilegur halli þarf að vera á yfirborði á snjóbræðslusvæðum til að tryggja að vatn frá bræddum snjó renni viðstöðulaust í niðurföll og safnist ekki í polla. Við umferð skvettist vatn og slabb frá pollunum og pollar hindra varmastreymi frá snjóbræðsluslöngunum sem liggja undir þeim. Gæta skal þess að vatnið renni ekki út af snjóbræðslusvæðunum. Í miklu frosti mundi það vatn frjósa jafnharðan og mynda svellbungur. Þar sem hætta er talin á að fjúki í skafla, t.d. við vegg og í húsasundum, þarf að hafa millibil milli snjóbræðsluslangna minna.

### **Efni.**

Allar pípur utanhúss, stofnar og slöngur í snjóbræðslulagnir, eru hita- og þrýstipolnar plastpípur.

Allar pípur innanhúss í stjórnstöðvum eru stálpípur, nema plastpípur þar sem snjóbræðslustofnar koma inn fyrir vegg.

Frárennislagnir frá stjórnstöðvum eru hitapolnar plastpípur.

Framrennislisstofnar og framrennislisgreinistofnar fyrir snjóbræðslu eru einangraðir með urethaneinangrunarhólkum.

### **6. Stofnkostnaður**

Í frumáætlun fyrir snjóbræðslukerfin í Kvosinni, Grjótaþorpi og Tjarnargötu, snjóbræðslusvæði að flatarmáli samtals 50.000 m<sup>2</sup>, var gerð kostnaðaráætlun. Beinn framkvæmdakostnaður vegna snjóbræðslukerfanna var áætlaður 72 milljónir króna, eða 1440 kr/m<sup>2</sup>, á verðlagi í febrúar 1991. Innifalið í þessum kostnaði voru stjórnstöðvar, stofnar og slöngur. Framkvæmdakostnaður vegna snjóbræðslulagna utanhúss eingöngu var áætlaður 1200 kr/m<sup>2</sup>.

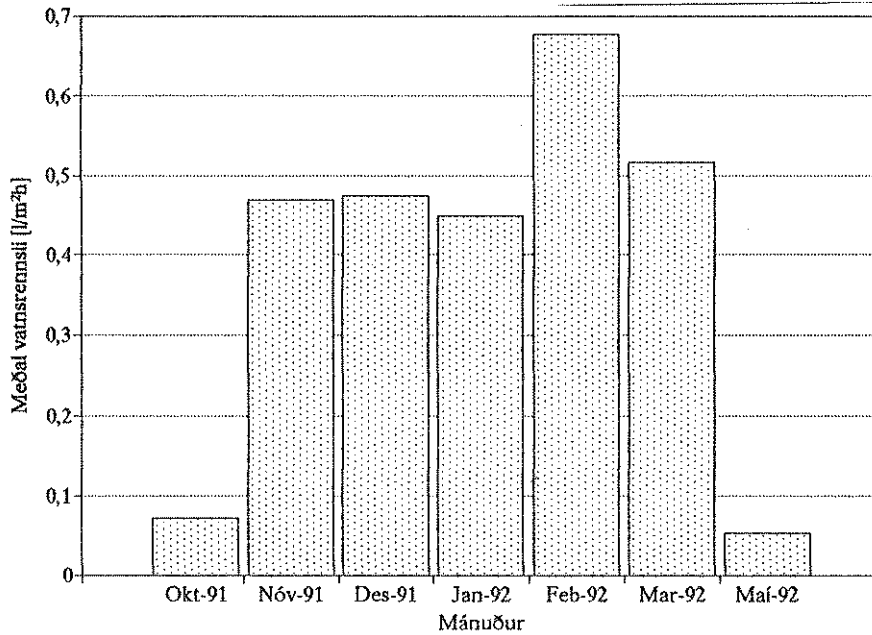
### **7. Rekstrarkostnaður**

Rekstrarkostnaður er fyrst og fremst vegna kaupa á heitu vatni frá Hitaveitu Reykjavíkur. Hann er mjög breytilegur milli ára og fer eftir veðurfari.

Veturinn 1991/1992 var fylgst náið með vatnsnotkun snjóbræðslusvæðanna, sem búið var að leggja snjóbræðslulagnir í, samtals um 13.500 m<sup>2</sup> að flatarmáli. Snjóbræðslusvæðin voru rekin frá stjórnstöðvum í Vonarstræti 8, Aðalstræti 8 og Tjarnargötu 10c.

Meðalvatnsnotkun á fermetra yfir árið af 78°C hitaveituvatni (framvatn) var nánast sú sama í öllum þremur kerfunum, eða 0,40 l/m<sup>2</sup>klst. Meðalvatnsrennsli bakrennslisvatns (32°C) frá húsum (bakvatn) var einnig svipuð í öllum kerfunum, eða um 1,05 l/m<sup>2</sup>klst. Kerfin voru rekin í rúmlega 200 daga samfleytt. Vatnsnotkun framvatns yfir veturinn var um 2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> og vatnsrennsli bakvatns var um 4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.

Á línuriti 2. er sýnd meðalheitavatnsnotkun (l/m<sup>2</sup>klst) í hverjum mánuði veturinn 1991/1992 fyrir snjóbræðslukerfin.



Línurit 2. Meðal heitavatnsnotkun

Meðalhiti mánaðar í nóvember 1991 og í febrúar, mars og apríl 1992 voru undir meðallagi. Aftur á móti var meðalhiti mánaðar í desember 1991 og í janúar 1992 yfir meðallagi.

Kostnaður vegna kaupa á framvatni frá Hitaveitu Reykjavíkur var um 115 kr/m<sup>2</sup> yfir árið. Þessi kostnaður er ívið lægri en reiknað hafði verið með. Ætla má að rekstrarkostnaður á 50.000 m<sup>2</sup> snjóbræðsluvæði verði um sex milljónir króna á verðlagi sama tíma. Heitt vatn til snjóbræðslu frá Hitaveitu Reykjavíkur er selt með virðisaukaskatti. Aftur á móti er vatn til húshitunar selt án virðisaukaskatts. Fyrir bakrennslisvatn frá húsum til notkunar í snjóbræðslu í Gamla miðbænum er ekki tekin greiðsla.

Kostnaður vegna vatnskaupa er nálægt því að vera línulegur miðað við varmagjöf þrátt fyrir að varmagjöf sé alls ekki línuleg miðað við rennsli vatns til snjóbræðslu. Það stafar af því að nýtingartími varmagjafar er minni eftir því sem varmagjöfin er meiri.

Veturinn 1991/1992 var fylgst með flestum öðrum snjóbræðslukerfum í eigu Reykjavíkurborgar. Snjóbræðslukerfin sem fylgst var með voru yfir 20 talsins víðs vegar um bæinn. Þessi kerfi eru miklu minni en snjóbræðslukerfin í Gamla miðbænum. Sameiginlegt með öllum þessum kerfum er að þau nota einungis um 80°C heitt vatn frá dreifikerfi Hitaveitu Reykjavíkur, en fá ekkert bakrennslisvatn. Rekstrarkostnaður verður því hár vegna þess að greiða verður fyrir allt vatn (orku) sem notað er. Þessi kerfi eru ýmist uppblöndunarkerfi eða frostlagarkerfi.

Vatnsnotkun þessara kerfa yfir veturinn var mjög breytileg, eða frá 4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> til 12 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Þetta er tvisvar til sex sinnum meiri notkun en notkun á 78°C vatni í snjóbræðslukerfunum í Gamla miðbænum. Aftur á móti var samanlögð vatnsnotkun á 78°C heitu vatni og 32°C heitu bakrennslisvatni 6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> yfir veturinn í Gamla miðbænum. Á þessu má sjá að vatnseyðsla er óeðlileg í mörgum kerfunum sem athuguð voru, enda sum þeirra vanstillt. Verið er að eða breyta og endurbæta stýingu flestra kerfanna þannig að vatnsnotkun þeirra

verði eðlileg. Þar sem hægt er að koma því við verður fengið bakrennslisvatn frá dreifikerfi Hitaveitu Reykjavíkur

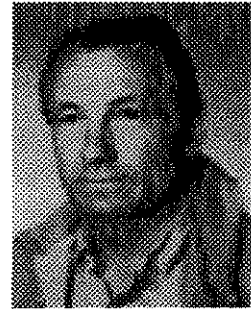
Til að tryggja stöðugan og öruggan rekstur þarf stjórnkerfi snjóbræðslunnar að vera traust og eftirlit gott.

### 8. Niðurstöður

1. Flatarmál snjóbræðusvæða í Kvosinni, Grjótaþorpi og Tjarnargötu er samtals 50.000 m<sup>2</sup>.
2. 120 W/m<sup>2</sup> - 150 W/m<sup>2</sup> varmagjöf fyrir snjóbræðslu er rekstrarlega hagkvæm. Sú varmagjöf ætti að gefa viðunandi afköst.
3. Bakrennslisvatn frá húsum dugar ekki til að ná 120 W/m<sup>2</sup> -150 W/m<sup>2</sup> varmagjöf. Bæta þarf við það 1,5 - 2,0 lítra á klst. af 80°C vatni á fermetra snjóbræðslusvæðis.
4. Auðvelt er að auka afköst snjóbræðslunnar.
5. Ekki er gert ráð fyrir að gerðar verði meiri kröfur um varmagjöf en 180 W/m<sup>2</sup>.
6. Stjórnkerfi snjóbræðslunnar er einfalt og rekstur þess auðveldur.
7. Framkvæmdakostnaður allra snjóbræðslusvæðanna verður 72 milljónir króna, eða 1440 kr/m<sup>2</sup>.
8. Meðalvatnsnotkun 78°C hitaveituvatns á fermetra veturinn 1991/1992 var 0,40 l/m<sup>2</sup>klst. Meðalvatnsrennsli bakrennslisvatns (32°C) frá húsum var 1,05 l/m<sup>2</sup>klst. Heildarvatnsnotkun 78°C hitaveituvatns yfir veturinn var um 2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> og vatnsrennsli 32°C bakrennslisvatns frá húsum var um 4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.
9. Rekstrarkostnaður snjóbræðslusvæðanna, sem búið er að leggja, var um 115 kr/m<sup>2</sup> veturinn 1991/1992. Reikna má með að rekstrarkostnaður fyrir 50.000 m<sup>2</sup> snjóbræðslusvæði verði um 6 milljónir króna á ári.
10. Til að tryggja stöðugan og öruggan rekstur þarf stjórnkerfi snjóbræðslunnar að vera traust og eftirlit gott.



**Sigurður Grétar Guðmundsson**  
**Pípulagningameistari**  
**Pípulagnir sf.**



*Sigurður Grétar*

## **AÐ LEGGJA SNJÓBRÆÐSLUKERFI**

Snjóbræðslukerfi hérlendis eru fyrst og fremst lögð á þeim stöðum þar sem starfandi eru hitaveitur byggðar á jarðvarma. Kerfin eru í flestum tilfellum hluti af hitakerfum bygginga eða allavega í beinum tengslum við þau. Þessvegna er skylda að leggja inn teikningar af þeim hjá viðkomandi veitukerfi eða byggingafulltrúa og að löggiltur pípulagningameistari standi fyrir verkinu.

### **Frumgögn**

Á teikningum þurfa að koma fram þessar upplýsingar:

- Lega á slöngum
- Þverskurðir, málsettir.
- Stofnlagnir, ef einhverjar eru.
- Tengimyndir, innan- eða utanhúss.
- Varmapörf kerfis, hve mikið frá afrennslisvatni og hve mikið frá beinu innrennsli.
- Slöngulengdir í metrum.
- Stærðir á rörum, bæði slöngum og stofnrörum.
- Sérteikningar af tröppum, ef einhverjar eru.
- Afstöðumynd.

### **Undirbúningur**

- Gera nákvæman efnislista.
- Færa inn á teikningu hvar festingar eiga að vera.
- Útbúa festingar í réttum lengdum.
- Plasta teikningar.
- Taka til allt efni.
- Taka til öll verkfæri.
- Fara á staðinn.

### **Athuga á staðnum**

- Er samræmi með teikningu og lagnasvæði ?
- Er hæðarlega rétt ?
- Er undirlag of gróft ?
- Getur lögn hafist ?

Ef lagnaverktaki telur að eitthvað megi betur fara á hann tvímælalaust að gera athugasemd við eftirlitsmann, hönnuð eða jarðvinnuverktaka. Það vill stundum brenna við að svæðum sé breytt án þess að hönnuði eða lagnaverktaka sé gert viðvart. Þetta getur haft í för með sér að endurskoða þurfi legu á öllum slöngum, sérstaklega ef um jafnlengdarkerfi er að ræða. (Meltaway aðferð)

Lagnaverktaki og jarðvinnuverktaki verða að vinna vel saman. Munið þetta: Lagnaverktakinn hlýtur að hafa umsagnarrétt um hvort undirlag röra er í lagi t.d. hvort það er of gróft og ekki síður; **eru hæðarpunktur réttir !**

Þetta er geysilega mikilvægt atriði og getur skipt sköpum um hvort kerfið skilar viðunandi árangri. Sérstaklega verður að ganga úr skugga um hvort dýpt sé alstaðar sú sama.

### Lögn

- Staðsetjið tromlu alllangt frá því svæði sem leggja skal á. Þetta er nauðsynlegt til að ná snúningi af plaströrum sem óhjákvæmilega myndast við útlögn.
- Svæðið milli tromlu og lagnastaðar má ekki vera gróft, það gæti skaðað rörin.
- Neglið niður festingar. Oftast nægir að negla borðann niður til enda en við endamörk svæðis þar sem beygjur eru á rörum er nauðsynlegt að negla borðann með 1 m millibili.
- Látið ALDREI heitt vatn renna um rörin meðan lagt er. Leggjið þau TÓM. Þó að plaströr séu ekki hituð eru þau viðkvæm fyrir hjaski og geta rispast á hvössum hlutum. Gleymið því ekki að plaströr verða margfalt viðkvæmari við hitun og vatnsfyllt rör eru nánast þrefalt þyngri.  
Þetta á við um allar tegundir plaströra hvort sem þau eru úr polyeten.polypropen eða polybuden.  
Munið þetta: Með því að hita rörin kann því að vera sleppt að taka snúning af rörum, í stað þess er auðvelt að "vinda" upp á þau e.t.v. 360 gráður á örstuttum kafla. Tæpast þarf að rökstyðja hvers konar misþyrming það er.
- Gætið þess að undirlag röra sé ekki laus samdur heldur vel þjappað "stabílt" undirlag. Laust sandlag undir rör, þó ekki sé nema 20-30 mm, getur raskað hæðarlegu röra verulega og gert hana misjafna innan sama svæðis.

### Lögn í tröppur

Í hverja tröppu þarf að leggja tvö rör til að viðunandi árangur náist. Dýpt röranna er ekki síður mikilvæg:

- 80 mm frá endanlegu yfirborði niður á miðju rörs.
- 80 mm frá fremstu brún inn á miðju fremra rörs.
- 150 mm millibil röra.

Þess vegna verður að smíða sérstaka járnagrind til að halda rörum í réttri legu meðan að steyp er. Rörin skal krossleggja við útkant þar sem þau fara á milli trappa. Með því fæst lengri radíus og framrás og bakrás liggja í hverri töppu.

Athugið: Rétt kann að vera að framrás slöngu sé lögð beint frá tengigrind að tröppu til að mæta meiri afkælingu.

Gleymið ALDREI að setja "slífar" um rör sem koma úr tröppum eða hvers konar steypu, sama gildir um steypuskil; t.d. 40 mm plaströr.

Möguleiki sem rétt er að athuga:

Að setja báruör utan um snjóbræðslurör í tröppur. Þetta gæti gert millihitara og frostlög óþarfann á kerfið.

### Þrýstiprófun

Hefur tvennskonar tilgang.

- Sannreyna að kerfið sé þétt.
- Vernda rörin gegn skemmdum við yfirlagningu.

Tvennskonar þrýstiprófun kemur til greina:

- Þrýstiprófun með vatni.
- Þrýstiprófun með lofti.

Rétt er að nota vatn ef ekkert mælir á móti því (kalt vatn). En þegar frosthætta er kemur ekki annað en loft til greina og það má nota hvert sem yfirlagið er hellur steypa eða malbik, þó ekki ef malbik er sett beint á rörin.

Kosturinn við vatnið er fyrst og fremst sá að rörin leggjast betur.

Á árdögum snjóbræðslulagna hérlendis var oft notuð frostlagarblanda. Það er dýr kostur og óþarfur.

### Tengingar

Geta verið hvort sem er utanhúss eða innan, ræðst af aðstæðum á hverjum stað.

Utanhúss eru tengingar undantekningarlaust deilirör úr plasti með ásoðnum eða áspenntum söðlum. Staðsetningu þeirra þarf að vanda. Ýmist eru deilirörin í sandbeði eða þar til gerðum tengikössum sem er æskilegra því þá eru tengiventlar aðgengilegir. Forðast skal að stofnrör og sérstaklega deilirör séu lögð undir malbik eða steypu.

Ef tenging er innanhúss munið þetta:

- Borið sérstakt gat fyrir hvert rör, ekki eitt stórt fyrir mörg rör. Sama gildir þegar gert er ráð fyrir snjóbræðslurörum við uppslátt og steypu; slíff fyrir hvert rör t.d. 40 mm plaströr.
- Ef borað er fyrir rorum þarf gat að vera a.m.k. 32 mm.
- Ef ekki er sett plastslíf í rörið skolið þá vel úr gatinu til að rörið rispist ekki.
- Notið aldrei tengi innahúss sem ekki eru með innleggi. Jafnvíð innlegg eru síst lakari en "kónísk".
- Tengjið þreifara slaufulokans milli lokans og snjóbræðslukerfisins, ekki kerfismegin við snjóbræðslukerfið. Þá er hætt á að rennslið í kerfinu "púlsi".

### Ábendingar til hönnuða

- Hannið kerfi með jöfnum slöngulengdum (Meltaway aðferðin).
- Látið slöngur liggja langsum eftir svæði, ekki þversum. Beygjur verða færri og verkið auðveldara fyrir lagnamann.
- Leyfið samtengingar á slöngum í kerfi sem liggja undir hellum eða malbiki, hvort sem eru örugg tengi eða suðumúffur.
- Staðsetjið aldrei að nauðsynjalausu stofn- eða deilirör undir undir malbik eða steypu.
- Setjið ekki í útboðslýsingar eitthvað einungis vegna þess að þið "sáuð það annarsstaðar".
- Munið að notkun millihitara og frostlagar eykur stórlega stofnkostnað snjóbræðslukerfa og raunar rekstrarkostnað líka.
- Munið að frostlögur getur verið hrikalegur mengunarvaldur.
- Þó að ekki sé frostlögur á snjóbræðslukerfi er í flestum tilfellum hægt að uppfylla þetta skilyrði:  
"Þó að frjósi í snjóbræðslukerfi verður ekki af því skaði, aðeins rekstrartruflun".
- Einblínið ekki endalaust á aðeins einn eiginleika plaströra; hita- og þrýstipól.

Plaströr hafa marga aðra eiginleika sem vert er að taka tillit til.

Hönnun snjóbræðslu:

Mynd nr.1 Aðferð: Mælið upp flötinn í ferm, margfaldið með 4 (þegar 250 mm eru á milli slangna), útkoman heildarslängulengd,

Flatarmál  $\times 4$  = Heildarslängulengd.

Deilið í heildarslängulengd:

a) fjöldi slangna = slängulengd,

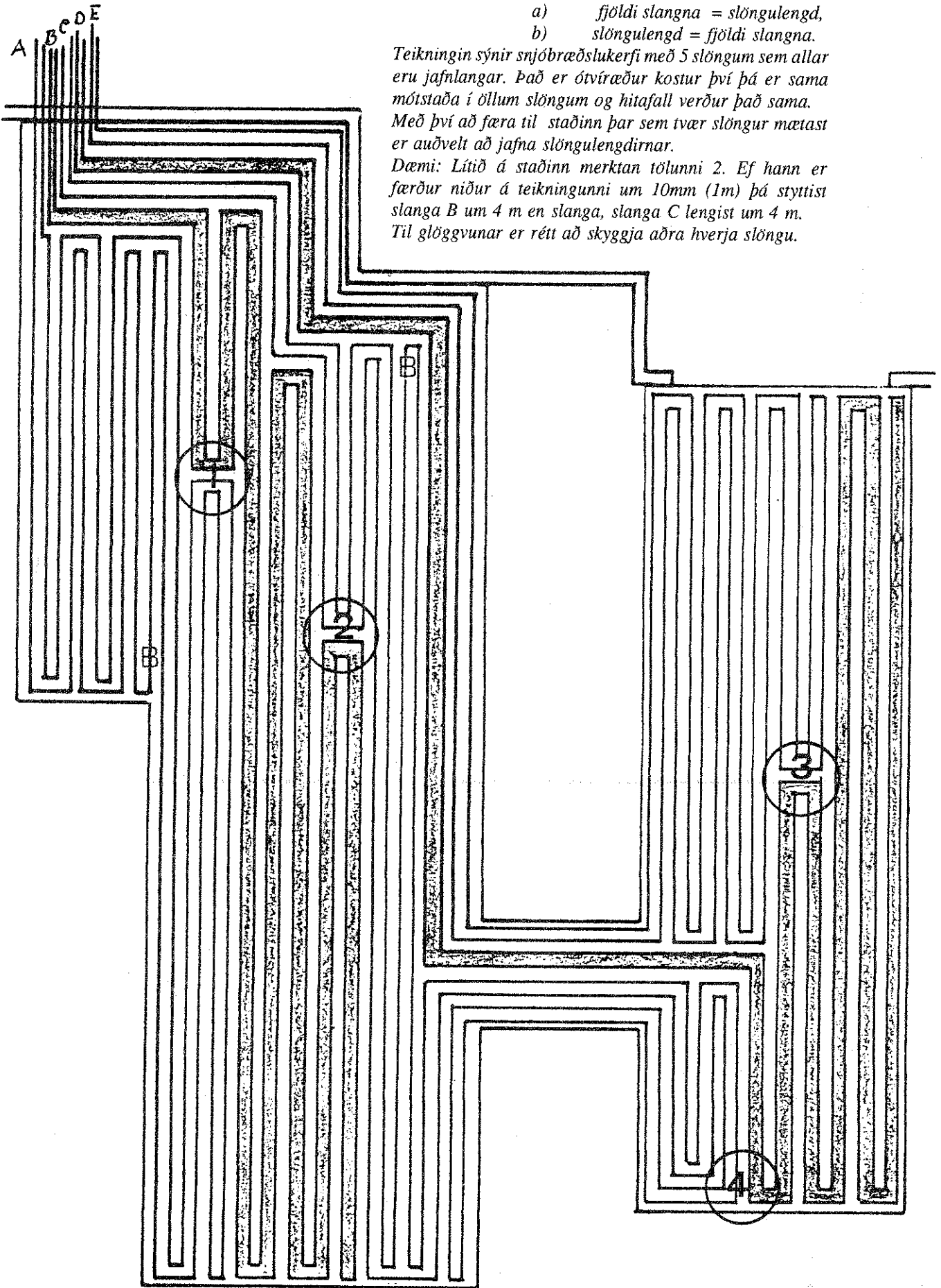
b) slängulengd = fjöldi slangna.

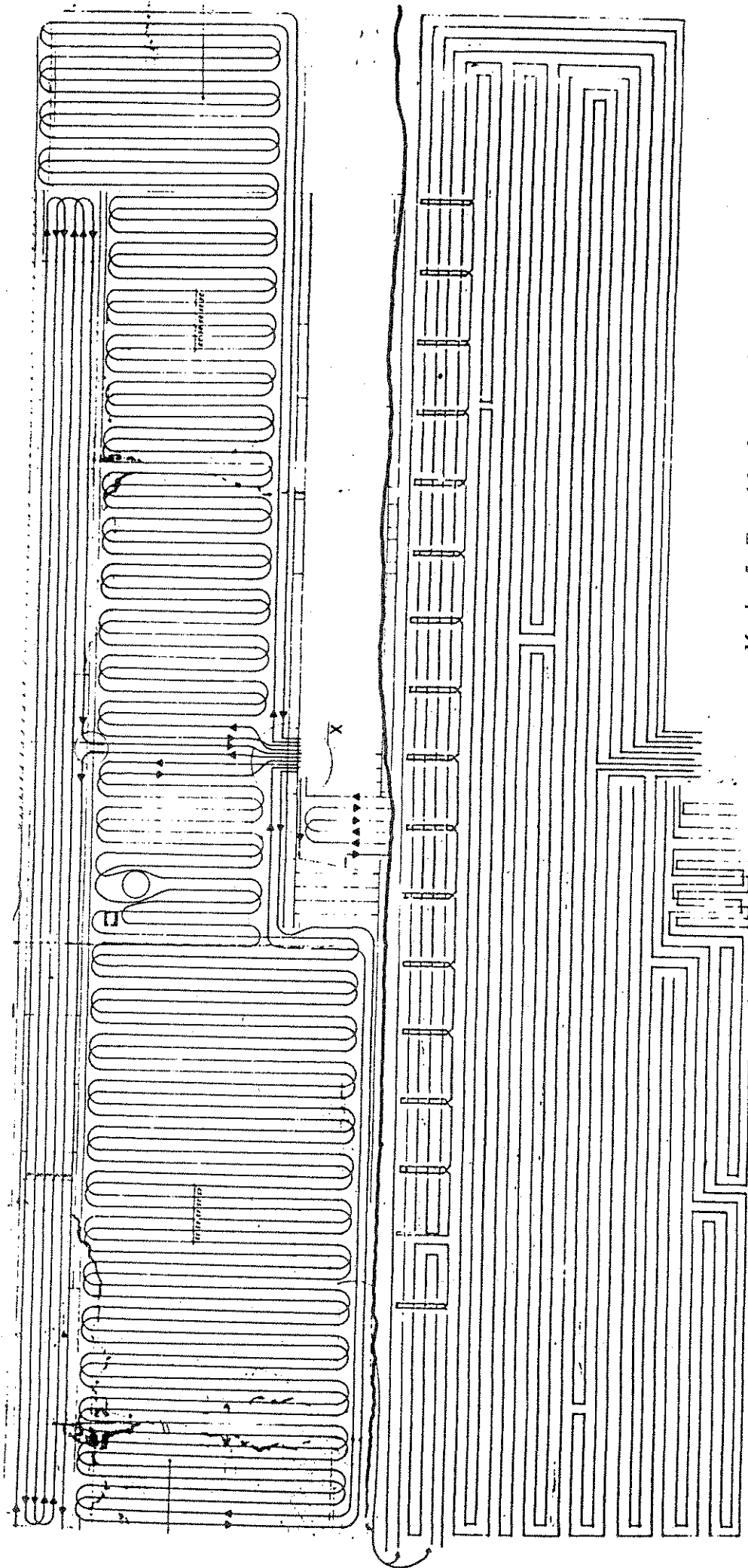
Teikningin sýnir snjóbræðslukerfi með 5 slöngum sem allar eru jafnlangar. Það er ótvíræður kostur því þá er sama mótstaða í öllum slöngum og hitafall verður það sama.

Með því að færa til staðinn þar sem tvær slöngur mætast er auðvelt að jafna slängulengdirnar.

Dæmi: Lítið á staðinn merktan tölunni 2. Ef hann er færður niður á teikningunni um 10mm (1m) þá styttest slanga B um 4 m en slanga C lengist um 4 m.

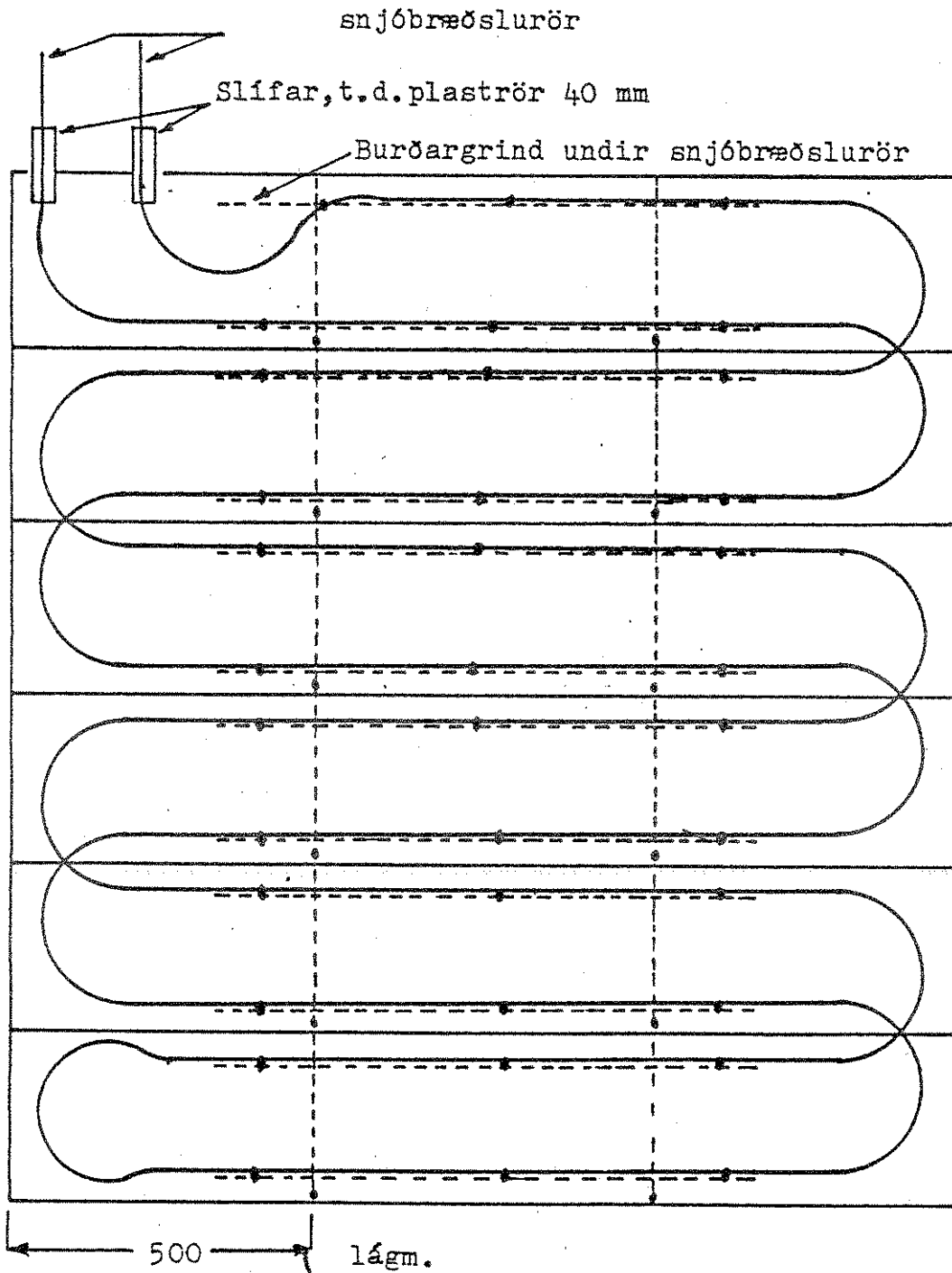
Til glöggvunar er rétt að skyggja aðra hverja slöngu.





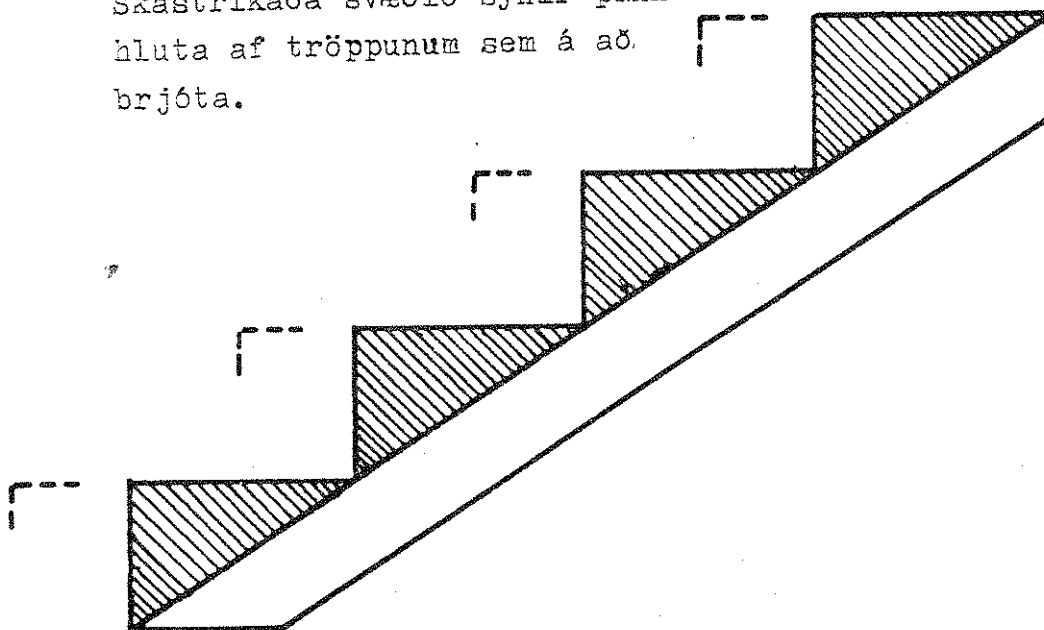
Mynd nr.5 Tver útferslur af snjóbræðsluögn í sama svæði.  
Til vinstri eru slöngur lagðar þversum á svæðið en til hægri langsum.  
Augljóst er hversu mikiu þægilegra er að leggja slöngurnar langsum.  
Ekki er æskilegt að beygjurnar séu fleiri en nauðsyn krefur.

Yfirlitsmynd er sýnir fyrirkomulag á snjóbræðslurörum í tröppum.

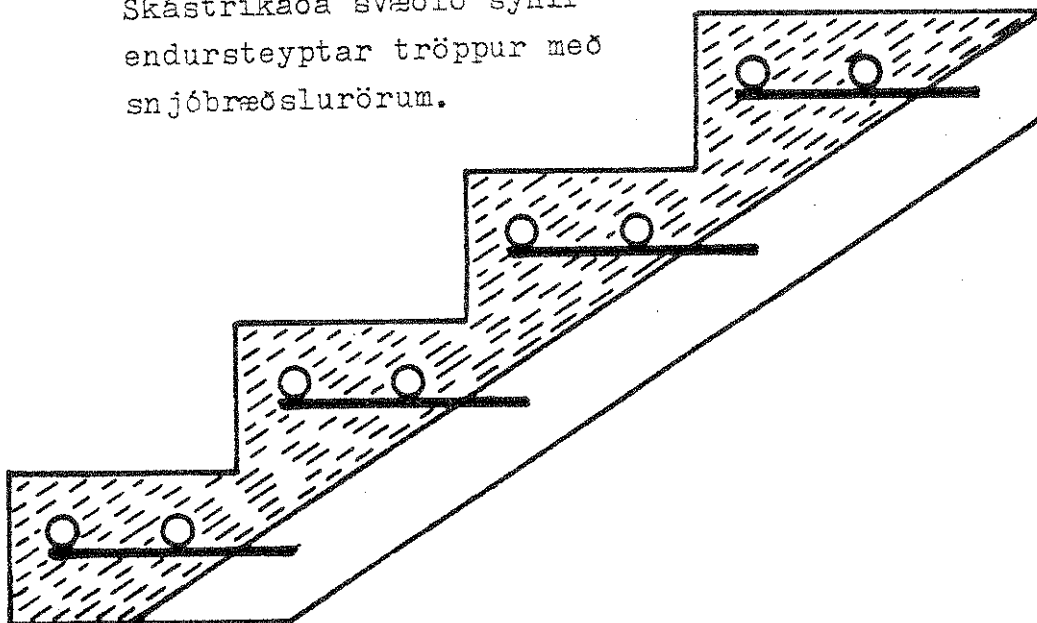


Mynd 3. Flatarmynd af snjóbræðslulögnum í tröppum.

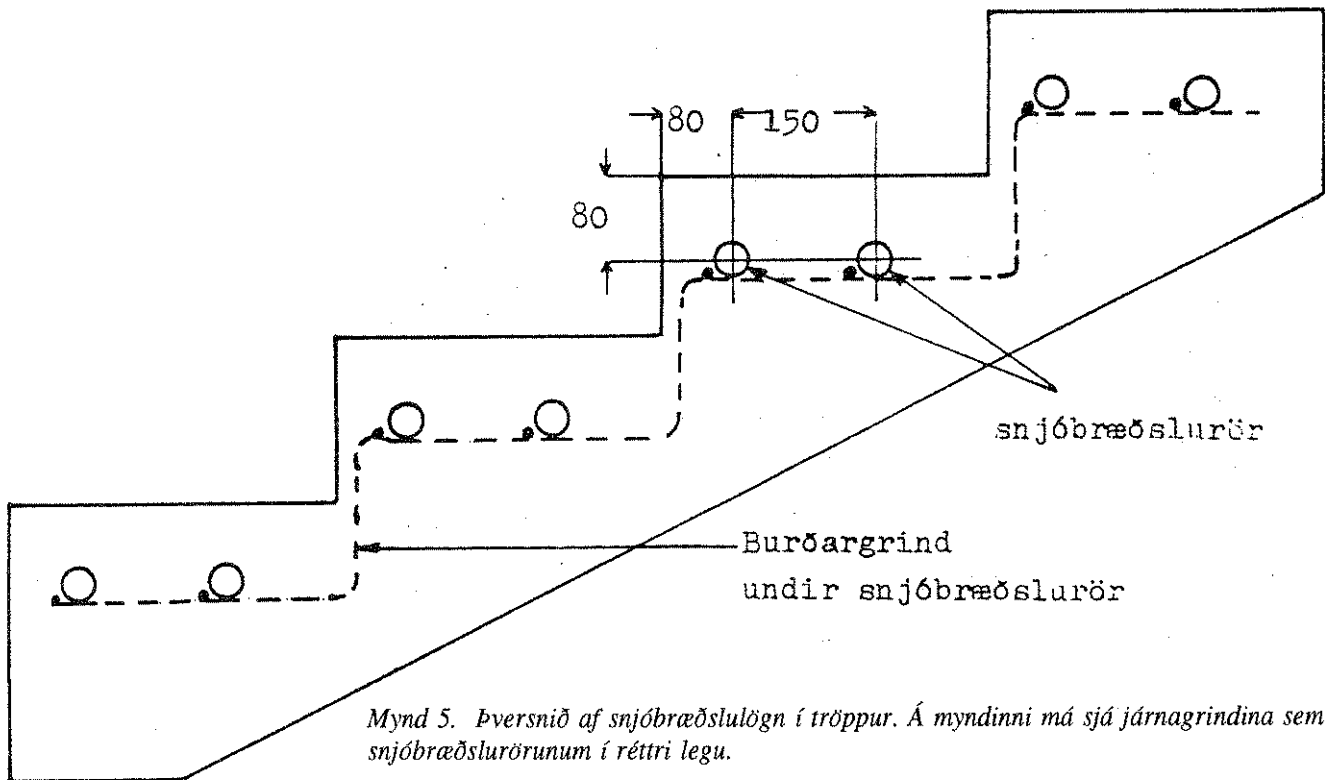
Skástrikaða svæðið sýnir þann hluta af tröppunum sem á að brjóta.



Skástrikaða svæðið sýnir endursteyptar tröppur með snjóbræðslurörum.



Mynd 4. Þversnið af gömlum tröppum sem hafa verið brotnar (skástrikaða svæðið á efri mynd). Neðri mynd er þversnið af sömu tröppum eftir að snjóbræðslulögn er lokið og tröppur steyptar að nýju (strikaða svæðið).



## PÍPULAGNIR SF

**SNJÓBRÆÐSLA**

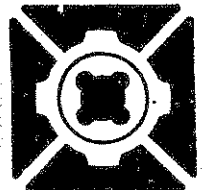
**GÓLFHITI**

SALA SNJÓBRÆÐSLURÖRA  
OG FESTINGA

LÖGN SNJÓBRÆÐSLUKERFA  
OG TÆKNILEG RÁÐGGJÖF

LÖGN GÓLFHITAKERFA

SIGURÐUR GRÉTAR GUÐMUNDSSON  
PÍPULAGNINGAMEISTARI



91-4 06 77

HAMRABORG 7 200 KÓPAVOGUR  
Ekið inn frá Hamrabrekku

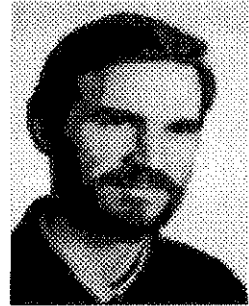
REYNSLA - ÞEKKING - ÞJÓNUSTA

STILLING HITAKERFA  
ALMENNAR PÍPULAGNIR



**Porgeir S. Helgason,**  
mannvirkjajarðfræðingur, Línuhönnun hf.

## **FRÁGANGUR Í KRINGUM SNJÓ- BRÆDSLURÖR, SANDUR OG ÞJÖPPUN**



*Porgeir S. Helgason*

### **1. Inngangur**

Sandur sem ætlaður er undir hellur og steina og í kringum hitarör hefur verið nefndur *hellusandur* eða *ílaginarsandur* (1, 2), en í samræmi við umræðuefni ráðstefnunnar mætti einnig tala um lagna- eða rörasand.

Rætt verður um val á sandi og frágang í kringum snjóbræðslulagnir úr plasti. Í greininni verður fjallað um innlenda og erlenda reynslu, kröfur og um grundvallareiginleika íslensks sands.

Rökstutt verður, að í stað tiltölulega einskorna sands, þ.e.a.s. sands þar sem kornin eru af svipaðri stærð sem leiðir til sandlags með mikið holrými, sé æskilegra að nota sand með margar kornastærðir sem gefur þéttara sandlag og þar af leiðandi burðarþolsmeira, stöðugra og betur varmaleiðandi.

Það sem hér er sagt um hellusand byggir einkum á vinnu hjá Línuhönnun hf fyrir Gatnamálastjóran í Reykjavík við endurnýjun gatna og gangstétta í Kvosinni.

### **2. Innland og erlend reynsla**

Sumir framleiðendur mæla með því að setja sandlag undir rörin ofan á þjappað undirlag (4), og í öðrum leiðbeiningum er það ekki talið nauðsynlegt (5), heldur megi setja rörin beint ofan á undirlagið.

Á fyrri ráðstefnu Lagnafélagsins um snjóbræðslulagnir (3) kom þetta m.a. fram: Varmaleiðni sands eykst með hækkandi rakastigi (bls. 13). Að leggja rör í sand, með mulningi yfir veldur skriði í sandinum þegar malbikað er. Betri frágangur er að setja mulning undir og ofan við rörin og sand rétt aðeins í kringum rörin (bls.30-31). Óþarfi er að setja sand undir rör sem hvíla á mulningi undir malbiki, þar sem valtaður mulningurinn verður nógu sléttur (bls. 38).

Hvaða vandamál eru þá einkum fólgin í uppbyggingu efnislaganna í kringum rörin? Hér að ofan er talað um skriði, og til viðbótar skal nefnd útskolun sandsins; brot í sandlaginu og öðrum lögum og loks niðurbrot korna í efnislögunum. Af þessari upptalningu er ljóst að vandamál rörasands eru ekki sértæk fyrir hann, heldur þau hin sömu og gilda um fyllingar og burðarlög og önnur efnislög í vegagerð og jarðtækni. Því er eðlilegast að beita þekkingu og reynslu frá þessum sviðum. Á hinn bóginn er einnig ljóst að umferðarálagið er mjög misjafnt, og því er nauðsynlegt að gera mismunandi kröfur til uppbyggingar efnisлага.

Það sem er sérstakt og utan við hefðbundið reynslusvið jarðtækninnar eru skemmdir sem efniskornin geta valdið á snjóbræðslurörum sem og varmaleiðni sands.

Reynsla erlendis varðandi hellulagnir er mikil, en takmörkuð um snjóbræðslulagnir. T.d. eru þær óþekktar í Englandi (6), enda takmörkuð þörf fyrir þær þar, en Svíar hafa nokkuð gert af því að leggja snjóbræðslurör og snjóbræðslukapla í sand og mulning (7). Þeir gera ráð fyrir sandlagi undir rörum ef lítil umferð er, en leggja rörin ofan á sementbundin eða asfaltbundin burðarlög ef umferð er meiri, og setja sandbik ofan á rörin.

### 3. Tillaga um kröfur til hellusands

Í nýrri bók um hellulagnir (8) eru þessi atriði talin mikilvægust þegar að vali á hellusandi kemur: Ekki skal setja þykkara lag en 2 til 4 cm; kornastærðardreifing "steypusands" er heppilegri en dreifing í þeim einskorna sandi sem oft er notaður; sandurinn skal ekki innihalda þjál fínefni (sem er fyrst og fremst leir); köntuð korn eru æskilegri en núin.

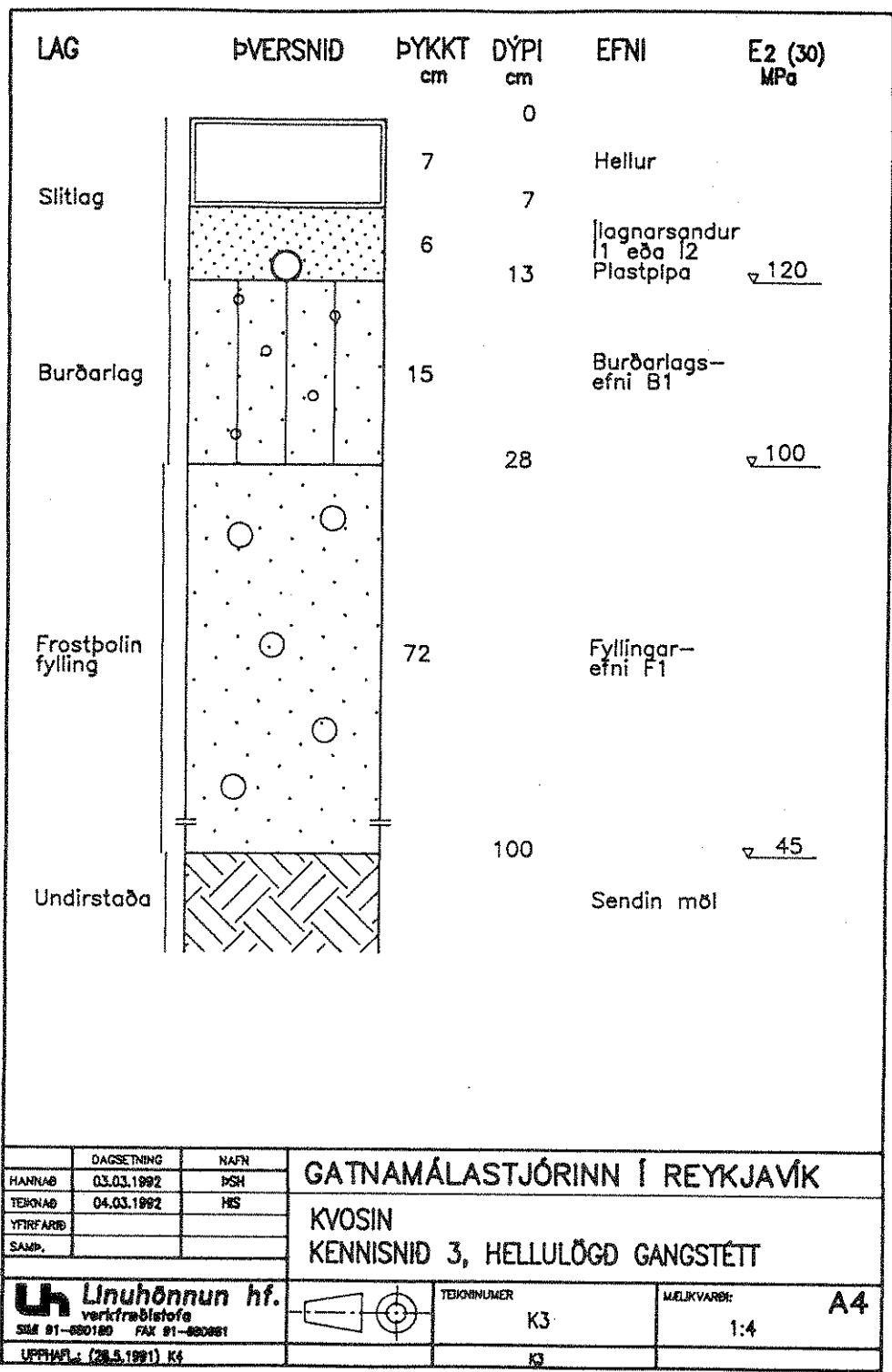
Hvað þessi skilyrði snertir er óhætt að segja að erfiðast er að uppfylla fyrsta skilyrðið, um þykkt sandlagsins ef snjóbræðslurör eru lögð í sand. Ef sandlagið er gert þykkara og notaður tiltölulega einskorna sandur þá verður sú uppbygging fremur veik, og reikningslega kæmi fram brot í slíku lagi undan umferð. Jafnframt er hætta á útskolun korna í einskorna sandi.

Við hönnunina fyrir Gatnamálastjóran var tekið á þessum vanda og fyrsta lausnin fólst í því að leggja rörin í sérstakt, þunnt burðarlag undir hellusandinn. Eftir þróun hugmyndarinnar var talið einfaldast að slengja þessu þunna burðarlagi og sandinum saman og gera slíkar kröfur til hellusandsins að hann gæti talist hafa eiginleika burðarlagsefnis eins og það er skilgreint í gatnagerð (9, 10, 11), en þó með stærstu kornum  $D_{max}$  undir 9,5 mm.

Uppbygging eins og hér verður lýst, þ.e.a.s. að setja lagnir beint ofan á þjappað burðarlag og setja burðarlagssand í kringum rörin þekkest, þó e.t.v. sé hún ekki algeng, en svipuð aðferð hefur verið notuð um árabil á Suðurnesjum (12). Sú reynsla sem þar hefur fengist ásamt með þeim mælingum á eiginleikum mismunandi sandgerða (2, 19) og prófunum í tilraunastofu á áhrifum "skarps" eða kantaðs sands á snjóbræðslurör (2, 20) sem gerðar voru vegna endurnýjunarinnar í Kvosinni, urðu til þess að mælt var með notkun hellusands með burðarþolseiginleika.

Dæmi um uppbyggingu af þessu er sýnt á mynd 1. (13). Kennisniðið gildir fyrir hellulagðar gangstéttar og göngusvæði þar sem stöku ökutæki fara um.

Nokkur þeirra atriða sem fram koma á teikningunni verða skýrð hér á eftir. Krafan um E2 gildin er sett til að tryggja burðarþol þversniðsins. E2 er (ófullkominn) mælikvarði á fjaðurstuðul efnisins, og við eftirlit er stuðullinn mældur með 30 cm (stundum 45 cm) hringlaga plötu í svokölluðu plötuprófi (14). Um burðarlags- og fyllingarefnin B1 og F1 hafa verið settar ákveðnar kröfur sem ekki verður fjallað nákvæmlega um hér. Gerð er krafa um vandaða þjöppun og slétt yfirborð burðarlagsins, sem m.a. tryggir að snertiflötur rörs og burðarefnisins verður einungis 1 - 2 mm breið lína. Þó að burðarlagsefnið sé gert úr böggla-bergi eða öðru köntuðu efni, þá er hér um harpað efni að ræða með stærstu kornum  $D_{max}$  undir 25 mm og þar af leiðandi verður yfirborðið ekki gróft eins og gæti orðið ef lagt væri ofan á óunnið, grófkorna burðarlagsefni.



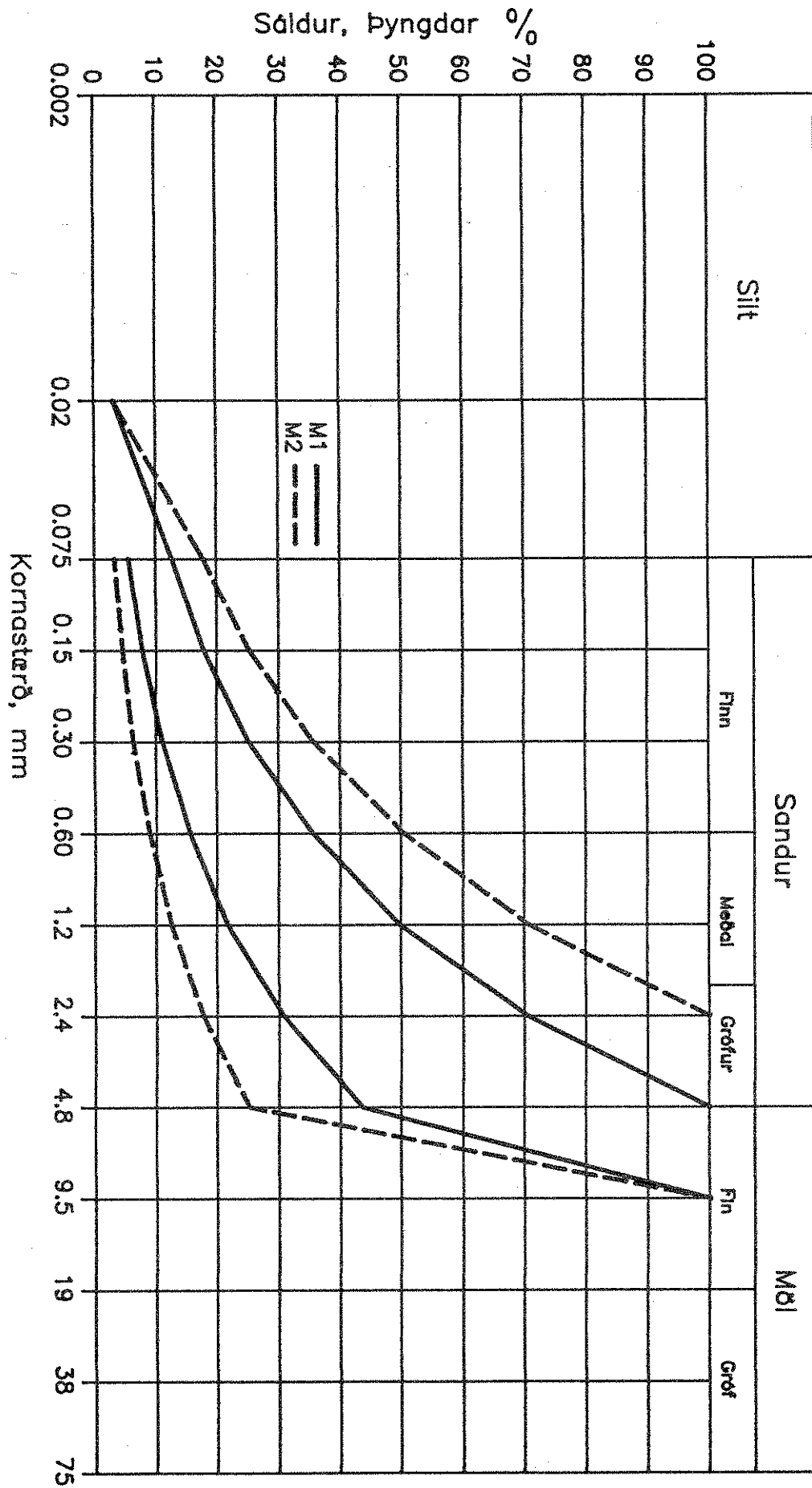
Mynd 1. Uppbygging hellulagðrar gangstéttar með snjóbræðslu (13).

Og þá er komið að hellusandinum og þeim kröfum sem hann þarf að uppfylla, og frágangi hans skv. tillögu Línuhönnunar til Gatnamálastjórans í Reykjavík (13). Tafla 1 gefur efniskröfurnar, tafla 2. gæðaflokkun berggerða og tafla 3 markalínur sáldurferla eða kornastærðadreifingar. Markalínurnar eru sýndar á mynd 2. Vegna sléttleika undirlagsins umlykur hellusandurinn nánast algerlega snjóbræðslurörin. Til að draga úr líkum á skemmdum eru því gerðar kröfur umfram þær sem gerðar eru til venjulegra burðarlagsefna varðandi yfirborðseiginleika og form efniskornanna í sandinum.

Tafla 1 Tillaga Línuhönnunar um kröfur til hellu- eða ílaginarsands (2).			
	Umferðarálag		
	Mjög létt umferð	Létt umferð	Meðalþung umferð
	Hellusandur		
	f1	f2	f3
<u>Berggerð</u>			
1. flokks. korn	>=20%	>=40%	>=80%
3. flokks. korn	<=20%	<=10%	<=5%
<u>Kornalögun</u>			
Form: Kúbísk korn	--	>=50%	>=75%
Ávali: Núin korn	--	<=40%	<=20%
Áferð: Hrjúf korn			<=75%
<u>Kornastærðadreifing</u>			
Innan markalína nr.	M2	M2	M1
Magn korna (%)			
< 0,02 mm	--	<3%	<3%
Cu=D60/D10	--	>6	>6
Cd=D30 <sup>2</sup> /D60xD10	--	1-4	1-4

Tafla 2 Tillaga Línuhönnunar um gæðaflokkun berggerða (2).	
Berggerð (Bergtegund-ummyndun-þéttleiki)	Gæðaflokkun v.hellusands
Bfþ=Basalt-ferskt (og lítillaga ummyndað)-þétt	1. flokks korn
Bfb=Basalt-ferskt (og lítillaga ummyndað)-blöðrótt	2 "
Bup=Basalt-ummyndað-þétt	2 "
Bglfþ=Basaltgler-ferskt-þétt	1 "
Bglup=Basaltgler-ummyndað-þétt	2 "
Lþ=Líparít-(ferskt og ummyndað)-þétt	2 "
Sk=Skeljabrot	3 "
Kr=Kristallar-feriskir	1 "
Sglþ=Súrt gler-þétt	2 "
Ý2=Ýmis korn í 2. gæðaflokki	2 "
Ý3=Ýmis korn í 3. gæðaflokki (mjög ummyndað basalt, setberg, gjall, vikur o.fl.)	3 "

Tafla 3 Tillaga Línuhönnunar um markalínur sáldurferla (2).										
Markalínur										
Sáldur (%) eftir möskvastærð sigtis (mm).										
Sigt:	9,5	4,8	2,4	1,2	0,6	0,3	0,15	0,075	0,02	
M1 neðri efri	100	43,6 100	30,7 70,5	21,7 49,8	15,5 35,5	11,0 25,1	7,7 17,8	5,5 12,6		3,0
M2 neðri efri	100	25,2 100	17,7 70,7	12,5 50,4	8,9 35,7	6,3 25,2	4,5 17,8	3,2 3,0		



Mynd 2. Markalínur M1 og M2, fyrir hellusand (2).

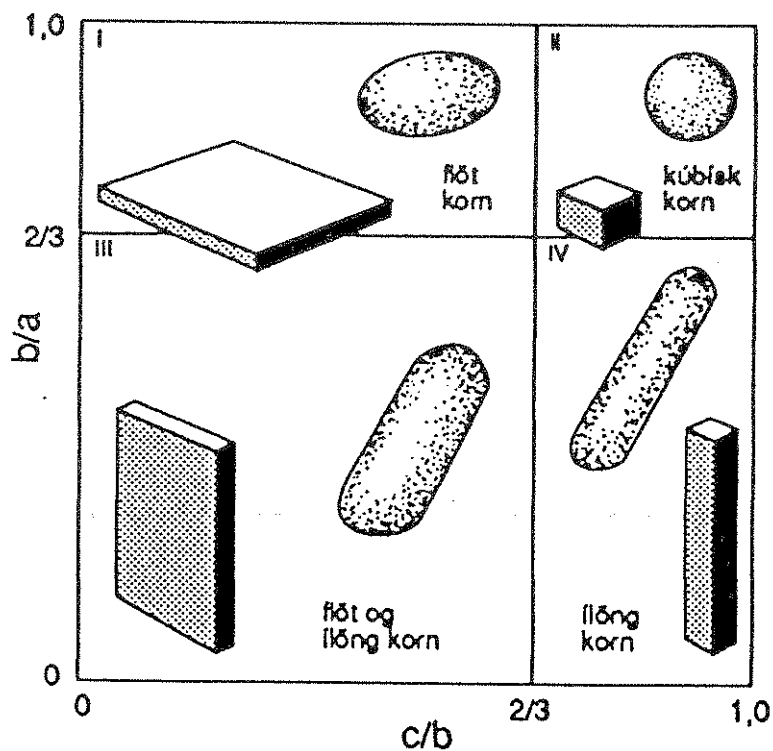
#### 4. Kornalögun og berggerð

Til að skilja kröfurnar um berggerð og kornalögun, sem settar eru fram í 3. kafla, þarf að fara í gegnum nokkur grundvallaratriði.

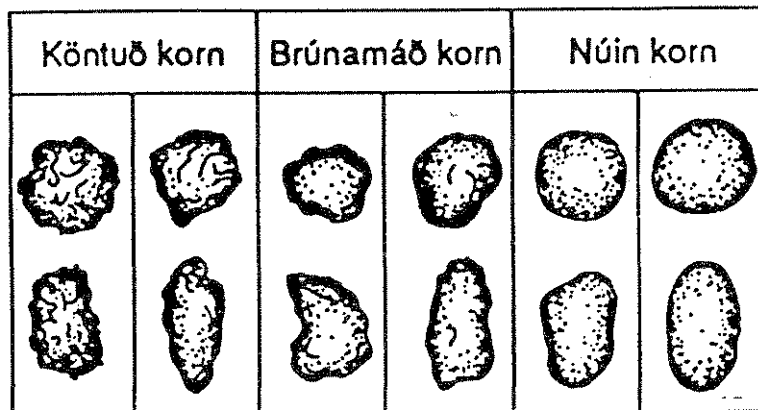
Greining þessara þátta er hluti af berggreiningu eins og hún er gerð skv. berggreiningarkerfi Rannsóknastofnunar byggingariðnaðarins, en mjög greinargóða lýsingu á því kerfi er að finna í heimild (15).

Lögun korns er skipt í þrjá þætti: Form (einnig kallað kýlni), ávala og yfirborðsáferð, en áferðin er annað hvort sögð hrjúf eða slétt. Form og ávali korna eru sýnd á myndum 3 og 4.

Berggerð korns ræðst af bergtegund þess og hversu ferskt eða ummyndað það er og loks af þéttleika þess. Þessi atriði verða einna helst skýrð með því að líta á nöfn nokkurra mismunandi berggerða, sbr. töflu 2, en um frekari lýsingar er vísað í áður nefnda heimild (15).



Mynd 3. Form (kýlni) efniskorna (15).



Mynd 4. Ávali efniskorna (15).

### 5. Burðarþol og varmaleiðni

Því er haldið fram að alla (afleidda) eiginleika setlaga megi skýra með 5 grunneiginleikum (16, sjá einnig 17): berggerð(ardreifingu) **b**, kornastærð(ardreifingu) **s**, kornalögun **l**, legu korna **g** og pökkun **p**. Þetta ætti þá líka að gilda um heimatilbúið setlag eins og þjappaðan hellusand,

Ef menn vilja auka burðarþol efnislags þá er ljóst að byrjað er með því að velja heppilega grunneiginleika **b**, **s** og **l**. Síðan er efnið þjappað sem mest til að minnka holrúmin á milli kornanna, þ.e.a.s. pökkunin **p** er aukin.

Efniskröfurnar í 3. kafla eru notaðar til að velja **b**, **s** og **l**, en síðan er í verklýsingu (14) fjallað um aðferðir til að ná viðunandi pökkun. Þær felast einkum í fullnægjandi vökvun og nægjanlegum fjölda yfirferða með plötubjöppu. Ekki verður hér farið nánar í burðarþolseiginleika þjappaðs sands, en í greinum og kennslubókum er fjallað um þá, sjá t.d. (18 og 11).

Væntanlega stjórnast varmaleiðni sands mest af berggerð **b**, kornastærðardreifingu **s** og pökkun **p** (sem einnig ræður mestu um rakastig), en um varmaleiðnina er vísað á grein Einars Þorsteinssonar í greinasafninu.

### 6. Lokaorð

Í greininni hefur verið stiklað á stóru um umræðuefnið. Margt er ósagt, t.d. vantar frekari upplýsingar um reynslu af mismunandi sandgerðum, umfjöllun um námur o.fl.

Æskilegt væri að gera rannsóknir úti við á hellusandi og samspili hans við önnur efnislög og snjóbræðslulagnir. T.d. þyrfti að grafa upp lagnir og skoða þær og efnið í kring, og leggja lagnir í mismunandi sandgerðir og fylgjast með afköstum snjóbræðslukerfisins, skemmdum á rörum o.s.frv.

Ríkharður Kristjánsson verkfræðingur á Línuhönnun hf hefur unnið með höfundu að mörgum þeim athugunum sem hér er fjallað um.



## Heimildir

1. **Borgarverkfræðingurinn í Reykjavík 1991.** Endurnýjun gatna í Kvos, 1. áfangi. Umhverfi Tjarnarinnar. Verklýsing. (Ritsjörn: Hnit hf.) BV, Reykjavík.
2. **Gatnamálastjórnin í Reykjavík/ Línuhönnun hf 1992.** Steinlögn í Kvosinni. Skýrsla um prófanir á sandi. (Höfundur: Þorgeir Helgason.) Lh, Reykjavík.
3. **Lagnafélag Íslands 1988. Lagnafréttir nr. 2, 2. útgáfa.** (Ritstjórn: Guðmundur Halldórsson og Jón Sigurjónsson). LÍ, Reykjavík.
4. **Börkur hf (ódagsett).** PB plaströr. Börkur hf, Hafnarfirði.
5. **Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins 1986.** Snjóbræðslukerfi - vatnskerfi. Rb-blað nr. (J6).001. Rb, Reykjavík.
6. **Dowson, Allan 1991.** Svarbréf til Línuhönnunar, við fyrirspurn um hellulagnir. Marshalls Mono Ltd, Halifax.
7. **Markbetongföreningen (ódagsett).** Handboken. AB Svensk byggtjänst, Stokkhólmi.
8. **Shackel, B. 1990.** Design and construction of interlocking concrete block pavements. Elsevier, London.
9. **Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins 1989.** Fylliefni í burðarlag vegna. Rb-blað nr. Yp1.001. Rb, Reykjavík.
10. **Vegagerð ríkisins 1988.** ALVERK '88 Almenn verklýsing fyrir veg- og brúargerð. Vr, Reykjavík.
11. **Velske, Siegfried 1985.** Straßenbautechnik. 2. útgáfa. Werner-Verlag, Düsseldorf.
12. **Halldór Magnússon 1991.** Persónulegar upplýsingar.
13. **Gatnamálastjórnin í Reykjavík/ Línuhönnun hf 1992.** Endurnýjun gatna í Kvos. Uppbygging gatna og gangstétt. 2. útgáfa. (Höfundar: Ríkharður Kristjánsson og Þorgeir Helgason.) Lh, Reykjavík.
14. **Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins 1989.** Plötupróf til mælinga á þjöppun og burðarþoli jarðvegsfyllinga. Rb-blað nr. (L4).104. Rb, Reykjavík.
15. **Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins 1991.** Berggreining. Rb-blað nr. Yp1.006. (Höfundar: Hildur J. Gunnarsdóttir o.fl.) Rb, Reykjavík.
16. **Griffiths, John C. 1967.** Scientific method in analysis of sediments. McGraw-Hill, New York.
17. **Þorgeir S. Helgason og Hildur J. Gunnarsdóttir 1990.** Gæðamat steypuefna og berggreiningarkerfi Rb. Steinsteypufélag Íslands, Kópavogi.
18. **Jón Skúlason 1985.** Rannsóknir á burðarlögum. Tímarit VFÍ, 5-12.
19. **Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins 1991.** Rannsókn nr. H91/114, unnin fyrir Gatnamálastjórnin í Reykjavík. Rb, Reykjavík.
20. **Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins 1991.** Rannsókn nr. H91/609, unnin fyrir Gatnamálastjórnin í Reykjavík. Rb, Reykjavík.



# NÍÐSTERK

- en þú leggur þau samt léttilega

Reykjalundur hefur framleitt vatnsrör í 35 ár og þau elstu eru enn eins og ný. Þegar við bæfist að lagning röranna er sérstaklega einföld er ljóst að rörin eru afar hagkvæmur kostur, bæði til lengri og skemmri tíma lítið.

Framleiðum rör frá  $\varnothing$  20 mm upp í  $\varnothing$  400 mm og útvegum allt upp í  $\varnothing$  1600 mm.

Allar grennri gerðir fást í helstu bygginga-vöruverzlunum um land allt og sölumenn okkar á Reykjalundi eru ávallt reiðubúnir til þjónustu.

Rörin frá Reykjalundi  
- rör sem duga.

**REYKJALUNDUR**

Söludeild · Sími 666 200

Sveinn Áki Sverrisson, véltæknifr.  
VGK - Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns h.f.



Sveinn Áki Sverrisson

## SNJÓBRÆÐSLUKERFI MEÐ MILLIHITARA

### Tenging snjóbræðslukerfa við millihitara - frostlagarkerfi og stjórnkerfi þeirra

#### Inngangur

Í þessari grein verður fjallað um snjóbræðslukerfi sem tengd eru við millihitara og fyllt með frostlegi.

Gerð verður stutt grein fyrir stjórnkerfum snjóbræðslukerfum almennt.

Einnig verður fjallað um stofnkostnað snjóbræðslukerfa.

Ekki er meiningin að fjalla beint um hönnun þessara kerfa. Lesendur geta aflað sér upplýsinga um hönnun snjóbræðslukerfa í þeim heimildum sem nefnd eru aftast í þessari grein.

#### 1. Hvenær eru snjóbræðslukerfi tengd við millihitara?

Á að nota millihitara og setja frostlög á öll snjóbræðslukerfi? Það er spurning sem hægt er að svara neitandi. Í Handbók sem fjallar um Kópra snjóbræðslukerfi [1] er fjallað um frostlög í kafla 6.02. Þar skrifar höfundur: "Það sem ræður því hvort valið sé frostlagarkerfi eða ekki er hvort skaði getur orðið á umhverfi snjóbræðsluröranna ef í þeim frýs". Líta má á þessa fullyrðingu sem eins konar grundvallarfullyrðingu sem menn geta haft að leiðarljósi.

Auk þess að taka tillit til frostskaða, verða þeir sem leggja og hanna snjóbræðslur að huga að kröfum notenda um 100% rekstraröryggi. Þar má nefna snjóbræðslur við slökkvistöðvar, sjúkrahúslainnkeyrslur að sjúkrahúsum og við flughlöð á flugvöllum svo dæmi séu nefnd. Á þessum stöðum verður það ekki þolað að snjóbræðslukerfi stöðvist vegna frosttappa.











Í dag hefur Hitaveita Reykjavíkur og Byggingafulltrúi Reykjavíkur sett kröfur um að snjóbræðslukerfi sem lögð eru í berandi steypar plötur, og í tröppur, skulu vera með millihitara og frostlegi. Áður en snjóbræðslukerfum sem tengt eru við millihitara verður lýst verður fjallað um snjóbræðslukerfi frá almennu sjónarhorni.

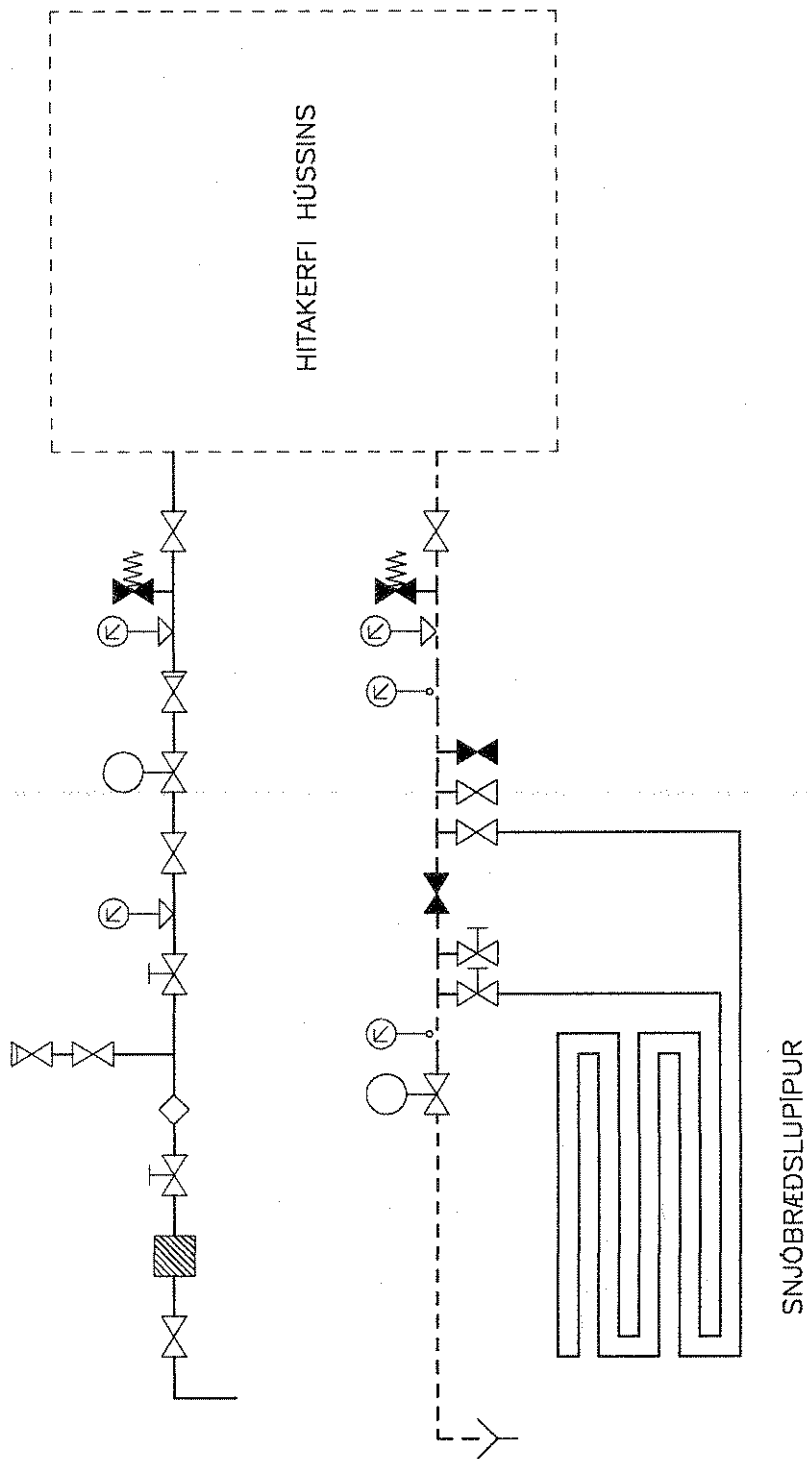
#### 2. Gerðir snjóbræðslukerfa

Heppilegast er að skipta snjóbræðslukerfum niður eftir því hvaðan sá varmi kemur sem þau nýta.

Fyrst bera að nefna kerfi sem eingöngu nota **bakrásarvatn (afrennslisvatn) frá hitakerfum** (sjá mynd 1). Þessi kerfi geta verið með 1-10 slöngur allt eftir magni afrennslisvatns. Eins og sést á mynd 1 er engin dæla í kerfinu. Dæla er einungis nauðsynleg ef afrennslisvatn er ekki nægjanlegt til að tryggja góðan vatnshraða í pípum.

SKÝRINGAR Á TÁKNUM












	STOPPLOKI
	SIA
	HEMILL EDA STILLILOKI
	EINSTEFNULOKI
	PRÝSTIMÆLIR
	PRÝSTJAFNARI EDA SLAUFULOKI
	ÖRYGGISLOKI
	HITAMÆLIR
	VATNSMÆLIR
	LOKI VENJULEGA LOKADUR

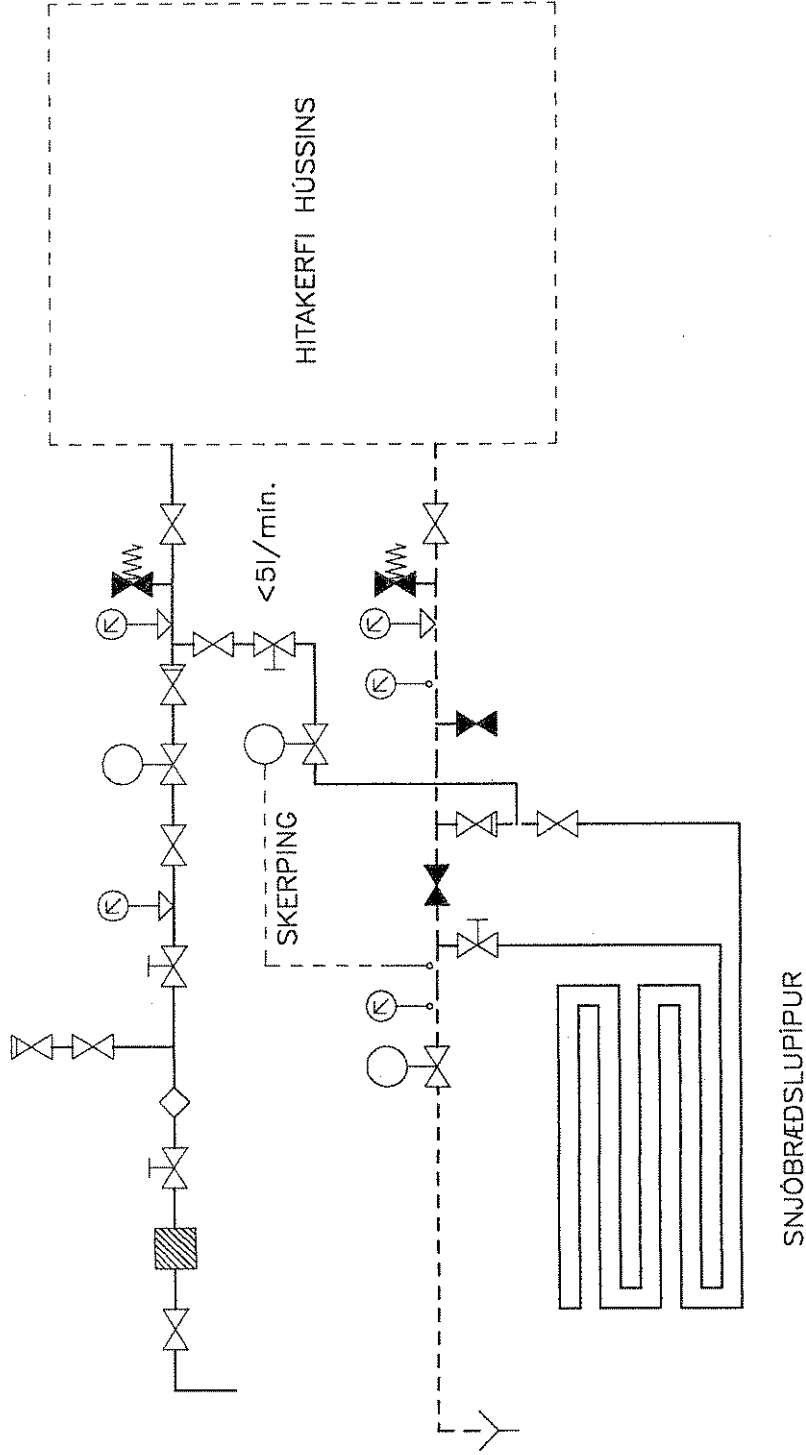


MYND 1  
KERFISMYND AF SNJÓBRÆÐSUKERFI  
ÁN SKERPINGAR

VGK H.F.

SKÝRINGAR Á TÁKNUM

-  STOPPLOKI
-  SÍA
-  HEMILL EDA STILLILOKI
-  EINSTEFNULOKI
-  PRÝSTIMÆLIR
-  PRÝSTIJAFNARI EDA SLAUFULOKI OG SJÁLFVIRKURLOKI T.D. DANFOSS RAW-RAV
-  ÖRYGGISLOKI
-  HITAMÆLIR
-  VATNSMÆLIR
-  LOKI VENJULEGA LOKADUR
-  HITANEMI EDA LAUS SKYNJARI FYRIR SJÁLFVIRKALOKA



MYND 2  
KERFISMYND AF SNJÓBRÆÐSUKERFI  
MED SKERPINGU EDA FROSTVÖRN

VGK H.F.

Næst eru það kerfi **sem þarf viðbótarvatn til skerpingar** (mynd 2). Skerping getur verið nauðsynleg af tveim ástæðum. Notandinn er kröfuhraður og sættir sig ekki við minni afköst, eða að nauðsynlegt er að tryggja kerfið gagnvart frosti í kuldaköstum með ákveðnum lágmarkshita á bakrásarvatni (t.d. 10°C) frá snjóbræðslukerfi. Þessi kerfi eru algengust gerð snjóbræðslukerfa. Þau geta verið með einni eða fleirri slöngum. Ef afrennslisvatn er af skornum skammti er hyggilegt að nota dælu. Dælan hringrásar þá stöðugt nægjanlegu vatni og tryggir þannig jafnari hitun og líkur á því að í pípunum frjósi minnkar. Ekki er gott að kæling vatns sem rennur í gegnum snjóbræðslukerfi verði mikið meiri en 20°C. Þessi kerfi eru almennt ekki heppileg við einbýlis - og **fjölbýlishús** vegna orkunotkunar.

Síðast ber að nefna snjóbræðslukerfi sem nota eingöngu **framrásarvatn** (mynd 3). Þessi kerfi eru ávallt með dælu þar sem hiti vatns inn á snjóbræðslupípur verður að vera lægri en hitastig framrásarvatns.

Eins og sést á skýringarmyndum fyrir þessi kerfi er ekki nauðsynlegt að tengja þau við millihitara við þau.

Tæknibúnaður þessara kerfa er mismunandi og er það verkefni þeirra sem um snjóbræðslukerfi fjalla að flokka þau í ofanefnda flokka þannig að kerfið sé hagkvæmt í rekstri, vinni rétt og sé öruggt gagnvart frosti.

### 3. Frosthætta í snjóbræðslukerfum



Snjóbræðslukerfi sem þurfa viðbótarorku til skerpingar eða nota eingöngu framrásarvatn og eru ekki tengd við millihitara, þarf að tryggja gagnvart frosti í kuldum. Þetta á sérstaklega við um eldri kerfi þar sem snjóbræðslupípur eru í steiptum plötum eða tröppum. Ef vatn frýs í þeim er veruleg hættu á skemmdum.

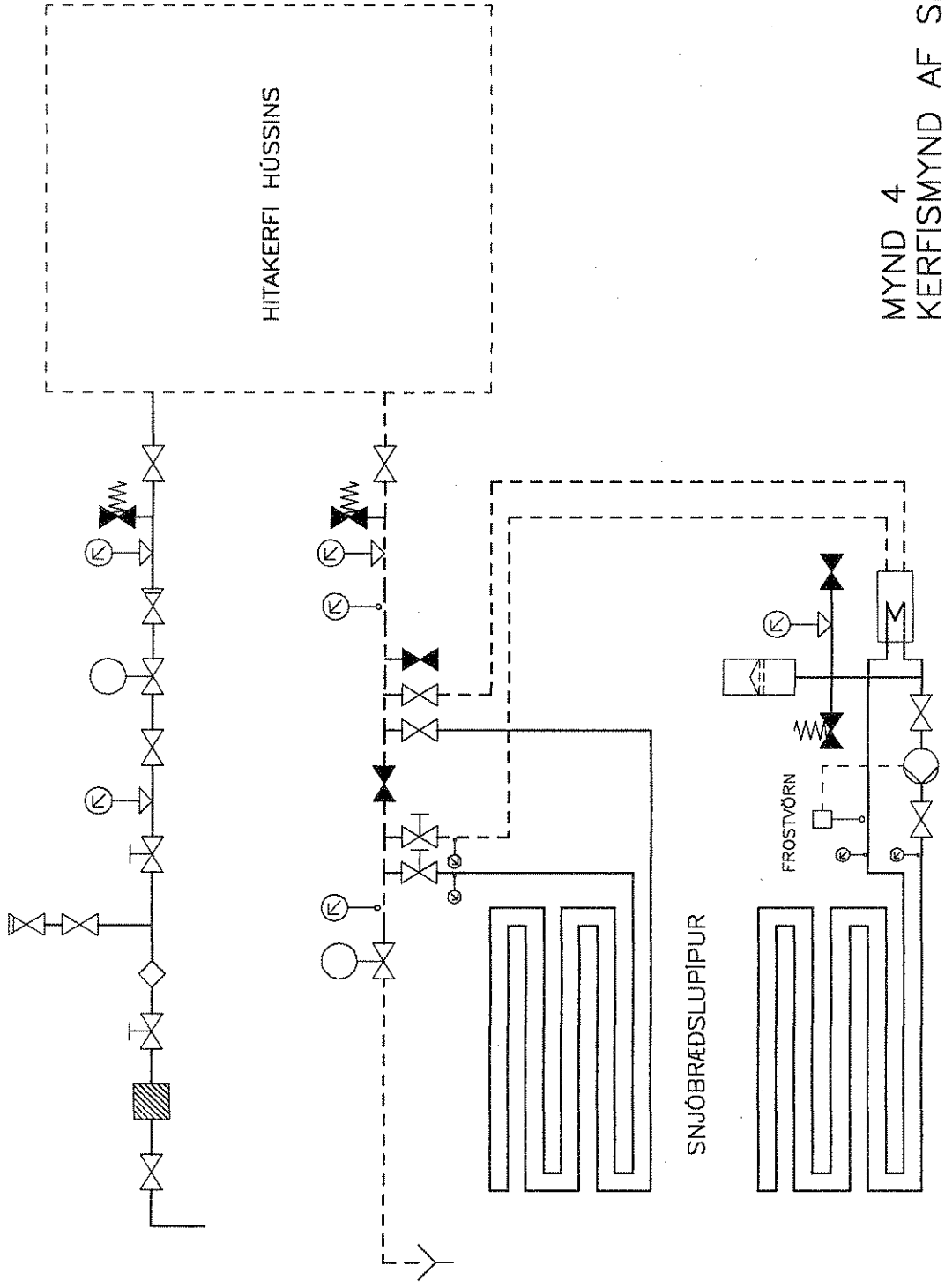
Það má vera ljóst að viðbótarvarmagjöf vegna frosthættu kallar á aukinn rekstrarkostnað. Ekki hefur rekstraraðili kerfisins um aðra kosti að velja nema því aðeins að tappa af kerfinu í kuldaköstum. Þó ber að hafa það í huga að stöðug varmagjöf, jafnvel lágmarksvarmagjöf vegna frosthættu gerir kerfið betur úr garði gert til að mæta skyndilegri snjókomu. Ávallt er til staðar varmaforði í jarðveginum.

### 3. Snjóbræðslukerfi með millihitara og frostlegi

Mynd 4. er kerfismynd af snjóbræðslukerfi sem tengt er við millihitara og með frostlög á kerfinu. Einnig er á þessari mynd snjóbræðslukerfi án millihitara. Þessi kerfisuppbygging gæti átt við snjóbræðslukerfi við einbýlis - eða fjölbýlishús þar sem pípur þurfa að vera innsteyptar að hluta. Millihitarakerfið samanstendur í meginatriðum af millihitara, hringrásardælu, þenslukeri, öryggisloka, og áfylliloka. Á frostlagarhlið er frostvörn (hitarofi) sem stöðvar dælu þegar frosthætta er. Frostvörn tryggir það að hitaveituvatnið frjósi ekki í millihitara ef rennsli þar er lítið og kalt er úti. Engin skerping er í þessum kerfum.

SKÝRINGAR Á TÁKNUM

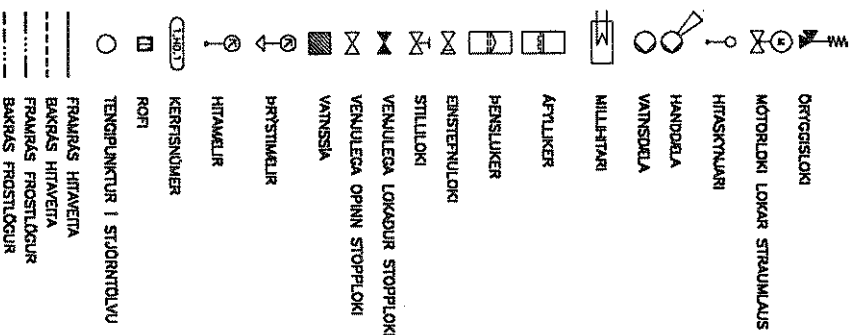
	STOPPLOKI
	SIA
	HEMILL EDA STILLILOKI
	EINSTEFNULOKI
	ÞRÝSTIMÆLIR
	ÞRÝSTIJAFNARI EDA SLAUFULOKI
	ÖRYGGISLOKI
	HITAMÆLIR
	VATNSMÆLIR
	LOKI VENJULEGA LOKADUR
	MILLIHITARI
	ÞENSLUKER
	VATNSDÆLA
	HITAROFI



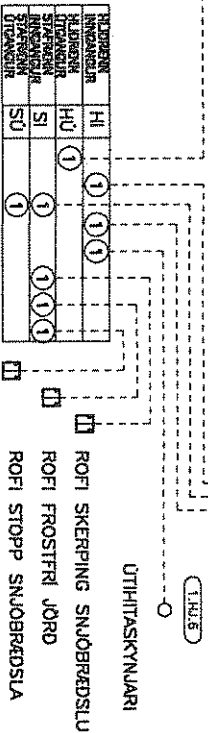
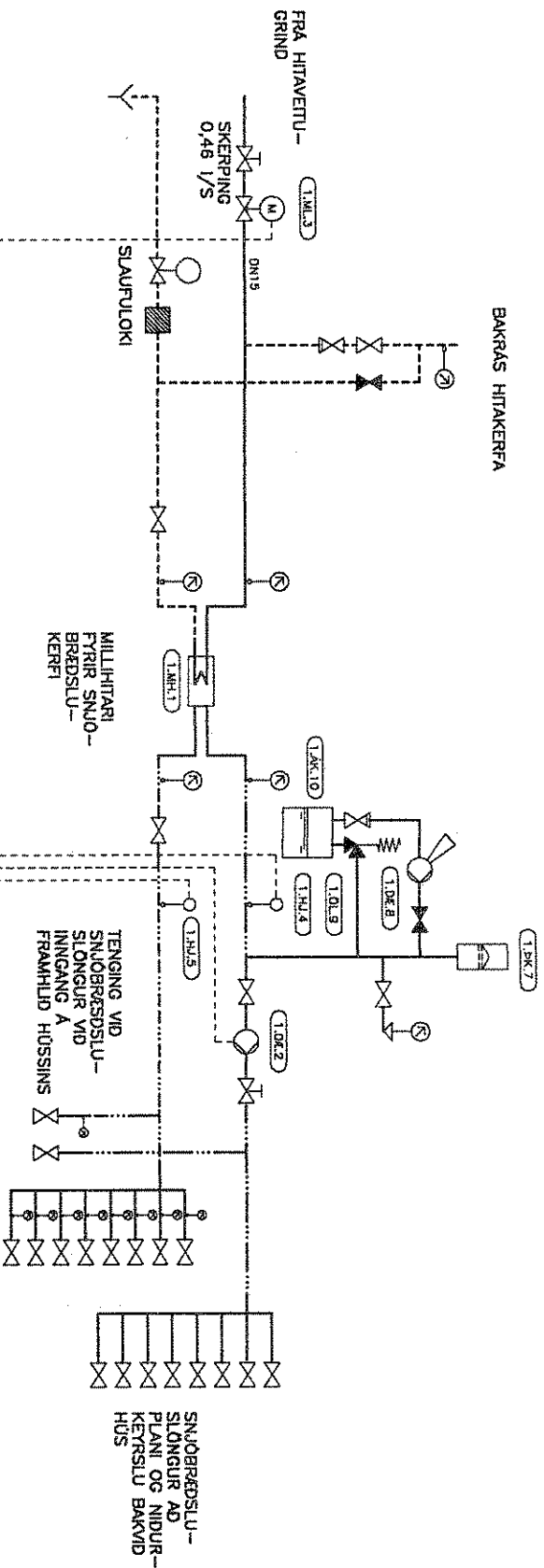
MYND 4  
KERFISMYND AF SNJÓBRÆDSLUKERFI  
ÁN SKERPINGAR MED OG ÁN MILLIHITARA

VGK H.F.

SKÝRINGAR A TÄKNUM



BAKRÁS HITAKERFA



FORRITANLEG STJÖRNTOUVA MED LITLUM KRÝSTAL SKÁA



#### 4. Stýringar á snjóbræðslukerfum

Snjóbræðslukerfi sem nota eingöngu afrennslissvatn þurfa enga stýringu.

Snjóbræðslukerfi er hægt að stýra bæði af/á (mynd 6) eða sjálfvirkt (mynd 2, mynd 3 og mynd 5).

**Af/Á stýringin** verkar þannig að stutt er á hnapp og opnar þá segulloki. Segulloki er á framrásarpípu hitaveitu megni við millihitara. Segulloki hleypir inn á kerfið heitu vatni á meðan snjóar. Eftir innstilltan tíma (10-24 klst.) lokar segullokinn. Styðja þarf aftur á hnapp til þess að opna segulloka. Enginn skynjari er í kerfinu. Frostvörn stoppar dælu þegar frosthætta er.

Á framrásalögn við segulloka er stilliloki sem stilltur er inn á nauðsynlegt hámarksrennsli. Nauðsynlegt er að stilliloki sé læstur (forstilltur) í hámarksstillingu.

**Sjálfvirk stýring** getur verið á marga máta. Í grundvallar atriðum byggir stýringin á því að hita á frostlegi að snjóbræðslupípum stjórnast af

- útihita
- yfirborðshita
- rakastigi
- tímaháð stýring t.d. með næturlækkun
- bakrásarhita frá snjóbræðslukerfi

Allar þessar stýringar hafa sína kosti og galla. Hægt er að lát þær vinna saman eða hverja fyrir sig. Það hefur þó sýnt sig að stýring sem tekur mið af útihitabreytingum notar minnstu orku [2]. Hér á eftir verður stýringum lýst á snjóbræðslukerfi (mynd 5).

Snjóbræðslukerfi á mynd 5 er millihitarakerfi og skal bræða 250m<sup>2</sup> bílaplan. Pípur eru undir malbiki. Kerfið þarf viðbótarorku, en óskað er eftir því að stýringin taki sem mest mið af snjóbræðsluþörf hverju sinni svo orka fari ekki til spillis.

Stýringin samanstendur af stjórnstölvu sem táknuð er á myndinni með tengipunktum. Við tölvu er tengdur mótroloki 1.ML.3 sem staðsettur er á framrás hitaveitu. Við mótroloka er stilliloki sem er faststilltur á ákveðið hámarksrennsli. Á fram- og bakrás á frostlagarhlið eru skynjarar (1.HJ.4 og 1.HJ.5) sem tengjast tölvu. Einnig er útihitaskynjari 1.HJ.6 tengdur tölvu. Kerfinu er hægt að stjórna á þrjá vegu með rofum.













Kerfið vinnur þannig:

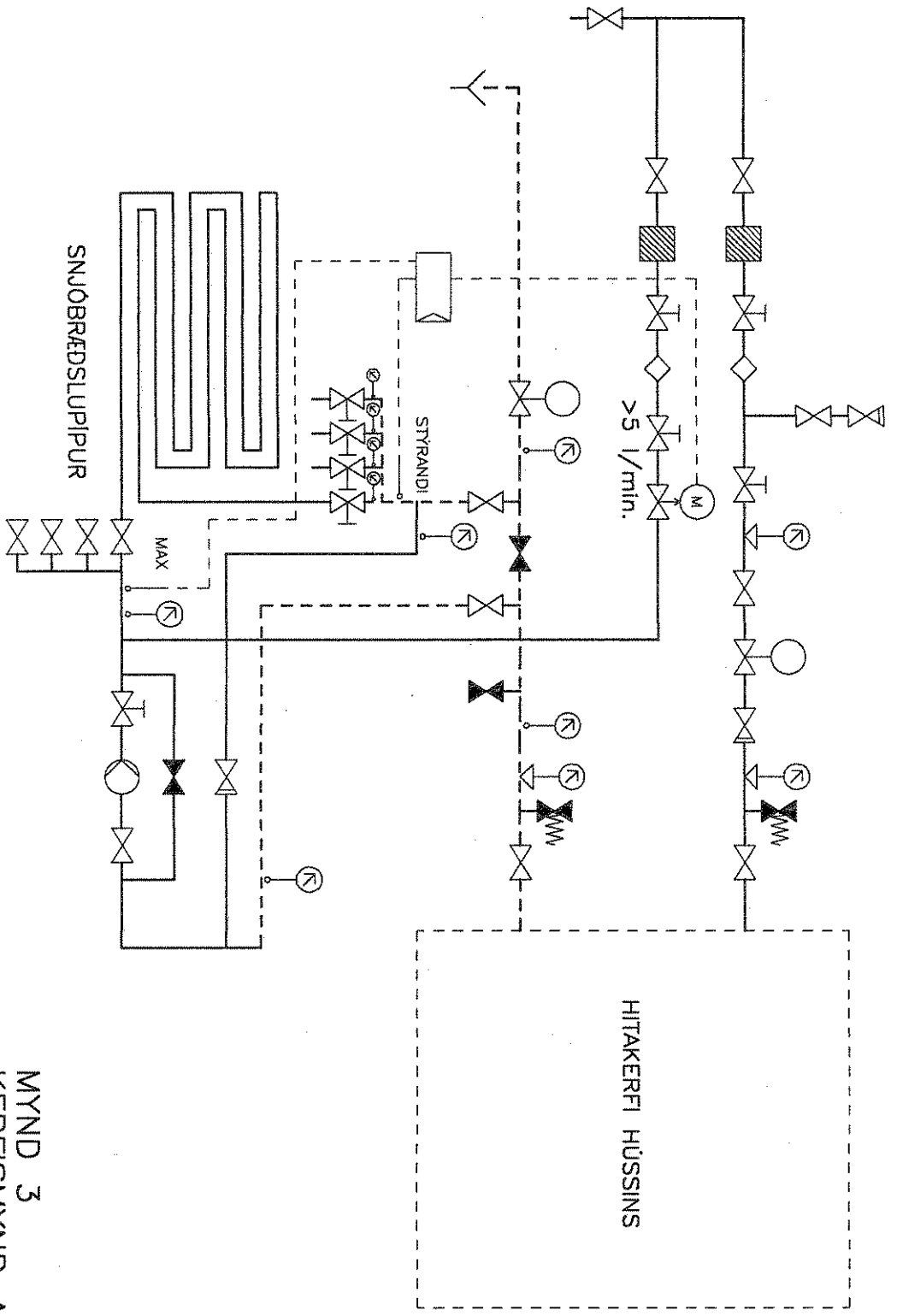
Kerfið er ræst með rofa í töflu - "frostfrí jörð". Þá byrjar mótroloki 1.ML.3 að opna og regla hita inn á snjóbræðslukerfið. Reglað er eftir hitaskynjara 1.HJ.5 í bakrás snjóbræðslu. Hitaskynjari 1.HJ.4 takmarkar hita á framrás. Útihiti breytir stilligildi 1.HJ.5 eftir útihita. Þegar frost er mikið er bakrásarhiti snjóbræðslu í lágmarki, en hækkar við hækkanði útihita upp að hámarki. Áhrif útihita á bakrásarhita eru stillanleg.

Ef stutt er á rofa - "skerping" opnar mótroloki 1.ML.3 og reglar eftir hæsta gildi á 1.HJ.5 í bakrás snjóbræðslu. Hitaskynjari 1.HJ.4 takmarkar hita á framrás snjóbræðslu. Útihitaskynjari 1.HJ.6 breytir ekki stilligildi 1.HJ.5. Skerping stöðvast eftir innstilltan tíma og fer stjórnunin í fyrra horf.

Ef skynjari 1.HJ.5 mælir lágan hita vegna frosthættu stöðvast kerfið. Ef útihiti er yfir ákveðinn hita er mótroloka 1.ML.3 lokað. Reglun fer í gang þegar úthit lækkar aftur. Þegar kerfið er stöðvað stoppar dæla 1.DÆ.2 og stjórnloki 1.ML.3 lokar. Dæla er stöðvuð og ræst samkvæmt dagatali (er stopp frá 15.apríl til 15. október). Viðvörðun er gefin við frosthættu, háan hita á framrás snjóbræðslu og þegar dæla stoppar vegna yfirálags.

SKÝRINGAR Á TAKNUM













-  STOPPLOKI
-  SIA
-  HEMILL EDA STILLILOKI
-  EINSTEFNULOKI
-  ÞRÝSTIMÆLIR
-  ÞRÝSTUAFNARI EÐA SLAUFULOKI
-  ÖRYGGISLOEKI
-  HITAMÆLIR
-  VATNSMÆLIR
-  LOKI VENUJLEGA LOKADUR
-  MÓTORSTÝRÐUR STJÓRNLOEKI
-  HITASKYNNJARI

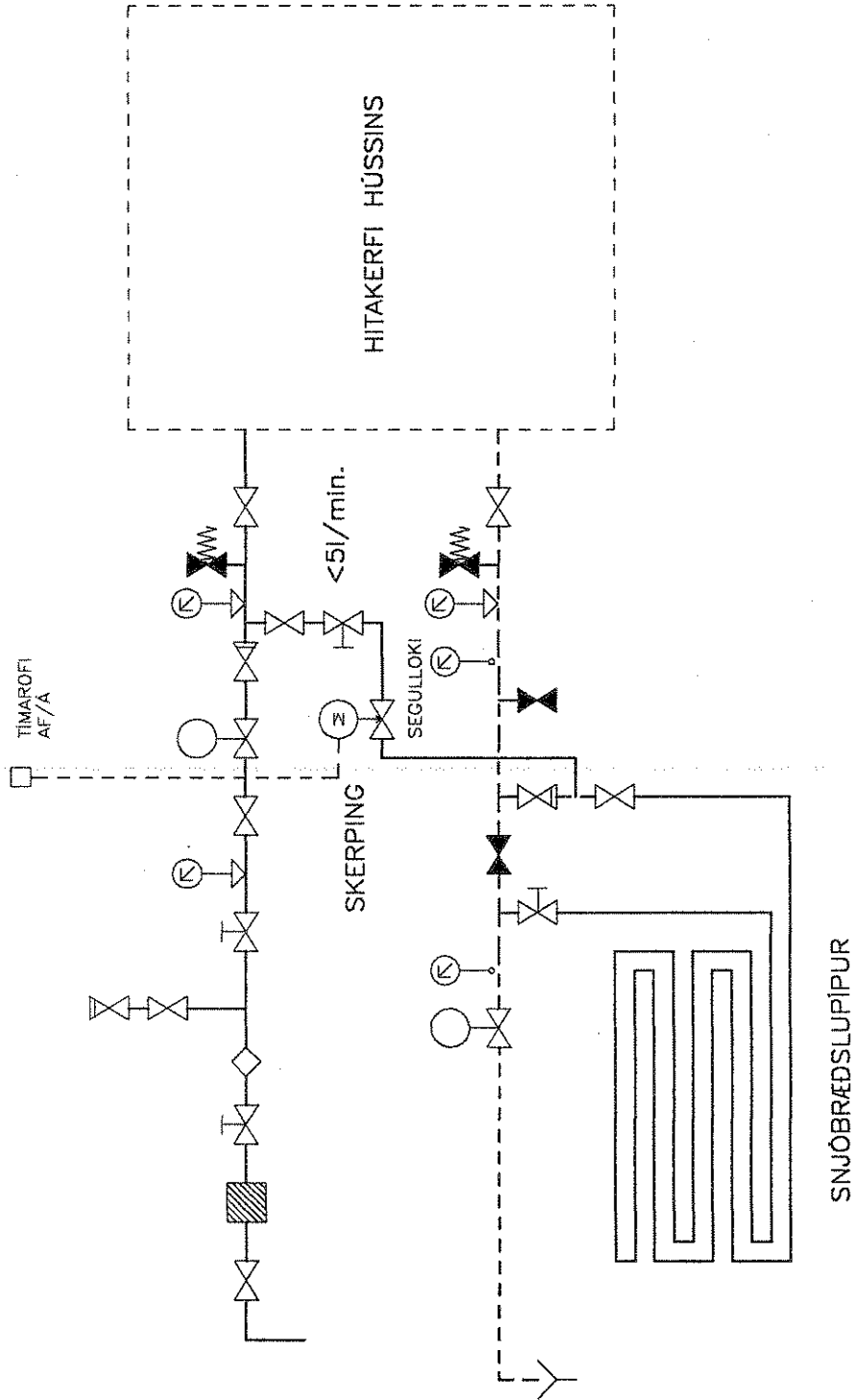


MYND 3  
 KERFISMYND AF SNUÐBRÆÐSUKERFI  
 MED FRAMRÁSARHITUN

VGK H.F.

SKÝRINGAR Á TÁKNUM

	STOPPLOKI
	SIA
	HEMILL EDA STILLILOKI
	EINSTEFNULOKI
	PRÝSTIMÆLIR
	PRÝSTJAFNARI EDA SLAUFULOKI OG SJÁLFVIRKURLOKI T.D. DANFOSS RAWV-RAV
	ÖRYGGISLOKI
	HITAMÆLIR
	VATNSMÆLIR
	LOKI VENJULEGA LOKADUR
	HITANEMI EDA LAUS SKYNJARI FYRIR SJÁLF- VIRKALOKA
	SEGULLOKI LOKAR STRAUMLAUS



MYND 6  
KERFISMYND AF SNJÓBRÆÐSUKERFI  
MED SKERPINGU OG AF/Á STYRINGU

VGK H.F.

## 5. Dæla í snjóbræðslukerfi

Við val á dælu verður að taka tillit til efniseiginleika frostlagarblöndu. Mikill munur er á vatni og frostlegi hvað varðar varmaflutning og þrýstifall. Við sömu afköst snjóbræðslu er hægt að finna að rennsli er 14% meira ef notaður er frostlögur í staðin fyrir vatn, og þrýstifall er 20-25% meira við sama vatnshraða. Eðlisþyngt frostlagarblöndu er hærrí en vatns. Aflþörf dælu stendur í beinu hlutfalli við eðlisþyngd og ber því að huga að því að dæla hafi nægjanleg afköst, sérstaklega þegar snjóbræðslukerfi er gangsett í jarðvegi sem er frosinn.

Tryggja skal nægjanlegan vökvahraða í pípum og saman með loftskiljum og þenslukeri má koma í veg fyrir að loft safnist fyrir í kerfinu. Lágmarks vökvahraði í pípum til að koma í veg fyrir að loft safnist fyrir er 0,5 m/s. Fyrir 25 mm plastpípu samsvarar það 0,17 l/s. Heppilegt er að hafa síu eða skilju í kerfinu. Síu skal staðsetja á bakrásarlögn fyrir framan millihitara. Hreinsa skal síur með stuttu millibili fyrst eftir að kerfið hefur verið gangsett.

Dæla er yfirleitt staðsett á framrásarlögn. Þensluker er staðsett á soghlið dælu. Á sog- og þrýstihlið dælu skulu vera stopplokak. Þannig er hægt að taka dælu frá við bilun án þess að missa mikinn frostlög af kerfinu. Á stærri kerfum er heppilegt í staðinn fyrir stopplokann á framrásinni, stilliloka með rennismæliúrtökum. Þannig er hægt að kanna raunveruleg afköst dælu við gangsetningu og í bilanaleit.

Reikna má með að hiti á frostlegi verði það lágur að tæki og lagnir slagi. Þess skal gætt að rafbúnaður dælu sé þéttur og þoli slaga.

## 6. Þensluker

Í lokuðum hitakerfum er þensluker nauðsynleg til að taka við auknum þrýstingi vegna hitabreytinga. Í dag eru notuð lokuð þensluker með loftþrýstingi. Stærð þenslukers má ákveða samkvæmt [3]. Hitabreytingar í snjóbræðslukerfum sem nota eingöngu framrásarvatn (75°C) geta verið 5-50°C. Þess vegna skal þess gætt að þensluker verði ekki of lítil. Einkenni á kerum með of litlum þenslukerjum er að stöðugt þarf að bæta á kerfin frostleg.

## 7. Millihitari

Í dag eru eingöngu notaðir plötu millihitarar í snjóbræðslukerfum. Hægt er að fá plötumillihitara með lausum plötum og með samsöðnum plötum sem eru mun ódýrari en eru fyrir minni afköst. Oft er ódýrara að nota tvo samsöðna í staðin fyrir einn millihitara með lausum plötum. Hönnunarforsendur fyrir vali á millihitara eru nauðsynleg afköst snjóbræðslu ( $W/m^2$ ), kæling hitaveituvatns, upphitun á frostlegi og þrýstifall. Millihitara fyrir snjóbræðslukerfi sem eingöngu eru hituð upp með framrásarvatni eru hannaðir fyrir 75/35°C hita á hitaveituhlið og 35/20°C á frostlagarhlið. Ef notað er að hluta bakrásarvatn, verður að reikna út framrásarhita á hitaveituhlið millihitara sem er þá blanda af bakrásarhita frá hitakerfum og framrásarhita. Yfirleitt er framrásarhitastig að millihitara við þessi skilyrði 45-60°C.

Það sem ræður stærð millihitara er yfirleitt þrýstifall á frostlegi. Algeng viðmiðunarmörk fyrir þrýstifall er 20 KPa. Þar sem hitafall á frostlegi er minna en hitafall á frostlegi verður rennsli meira frostlagarmegin við millihitara.

### 8. Staðsetning á frostvörn

Þrátt fyrir að frostlögur er á snjóbræðslukerfi þarf að vera frostvörn sem stöðvar kerfið við frosthættu. Frostþol frostlagar er  $-15^{\circ}\text{C}$  (33 1/3% glycol og vatn). Ef kalt er úti og varmagjöf lítil að snjóbræðslu kólnar í snjóbræðslupípum. Ef hiti á frostlegi fer niður fyrir frostmark er hætt á að millihitari frostsprungi.

Yfirleitt eru frostvarnir staðsettar í bakrás á hitaveituhlið millihitara. Um er að ræða hitarofa sem rýfur straum að dælu við innstillt hitastig. Frostvörn mælir hita í bakrásarvatni hitaveitum á meðan eitthvert streymi er. Ef streymi að millihitara stöðvast er möguleiki á því að frostvörn mæli ekki rétt hitastig vegna fjarlægðar frá millihitara og hætt er á að hann frostsprungi. Heppilegast er að staðsetja frostvörn í frostleginum á bakrás eða framrás snjóbræðslukerfis í stöðugu streymi (sjá t.d. mynd 4).

### 9. Rekstrarvandamál

Rekstrarvandamál í snjóbræðslukerfum með millihitara og frostlegi tengjast oftast lofti á kerfinu. Ef illa hefur tekist til með áfyllingu kerfisins og loft hefur setið eftir í slöngum er mikil hætt á að frostlögurinn freyði (skúmmi) þegar dælan hefur gengið í ákveðinn tíma. Afköst kerfisins minnka og dælur geta brunnið yfir.

Erfitt er að ná loft úr kerfum. Best er að stöðva þau og reka loftmettaðann frostlöginn út úr kerfinu með nýjum frostlegi.

Þegar fyllt er á snjóbræðslukerfi skal nota kraftmikla dælu og dæla frostlegi á pípum og láta renna til baka í kar þangað til hreinn loftlaus frostlögur kemur til baka.

Gerlar hafa valið vanda í snjóbræðslukerfum með millihitara og frostlegi. Við þau hitastig sem eru í þessum kerfum geta gerlar náð að tímgast hratt og myndað froðu og gel í pípum. Kerfin stíflast og afköst minnka. Samkvæmt ráðleggingum seljanda frostlagar verður að bæta í frostlöginn efni sem drepur gerla. Fara skal eftir leiðbeiningum framleiðanda varðandi meðhöndlun þessara efna [5].

Matthías Ottósson

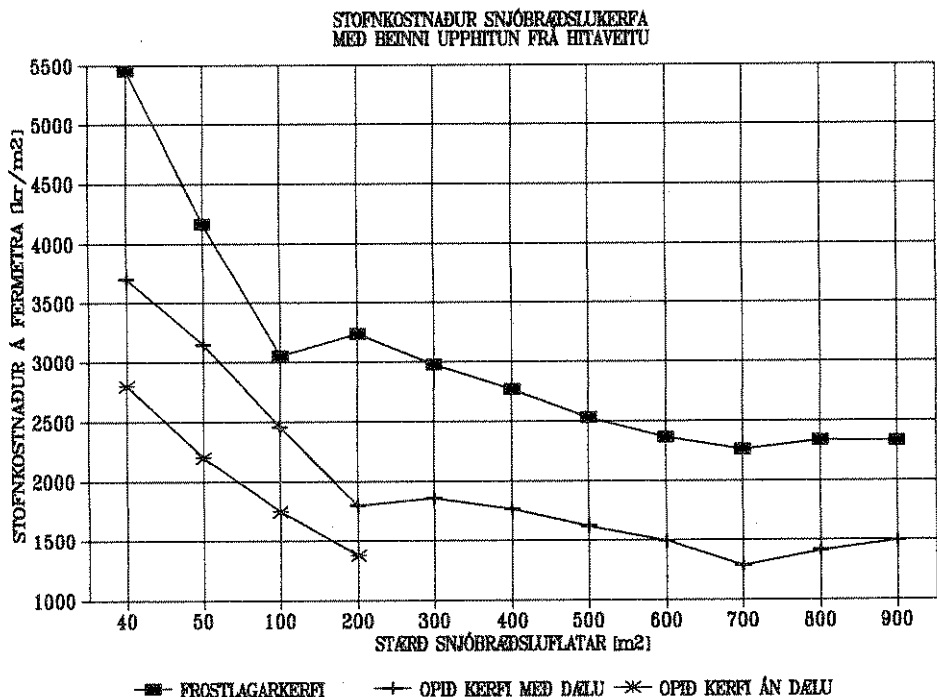


Flugumýri 24  
270 Mosfellsbæ  
Símar: 91-667272 (verkstæði)  
91-668255 (skrifstofa)  
Bílasími: 985-23787  
Fax: 91-668253

*Almenn jarðvinna, hellulagnir og malbikun*

10. Stofnkostnaður

Gerður hefur verið samanburður á stofnkostnaði á fermetra snjóbræðsluflatar fyrir þrjár gerðir snjóbræðslukerfa.



Um er að ræða opið snjóbræðslukerfi með og án dælu og frostlagarkerfi með dælu og millihitara. Eins og sjá má af línuritinu er stofnkostnaður á fermetra mjög háður stærð stærð snjóbræðslusvæðis. Stofnkostnaðurinn er hlutfallslega mestur á minnstu svæðunum en jafnst eftir því sem svæðin stækka. Við 500m² nær kostnaðurinn jafnvægi og helst stöðugur eftir það. Hægt er að finna það af línuriti að fyrir minni snjóbræðslukerfi eru millihitarakerfin 70-90% dýrari en kerfin án dælu. Fyrir stærri snjóbræðslur er munurinn minni eða allt að 60% fyrir 900 m² snjóbræðslukerfi. Yfirleitt er 200m² snjóbræðslur eða stærri tengdar við dælu. Í samanburði stofnkostnaðar á línuriti er reiknað með að snjóbræðslukerfi sem eru stærri en 200m² eru með tölvustýringu og möguleika á aflestri stilli- og mæligilda. Það skýrir skyndilega breytingu á línuriti á stofnkostnaði á fermetra við þessi mörk.

### 11. Lokaorð

Ef óskað er eftir miklu rekstraröryggi gangvart frosthættu er hægt að mæla með snjóbræðslukerfum með millihitara og frostlegi. Innsteyptar snjóbræðslulagnir eru viðkvæmastar gagnvart frosti og hefur því Hitaveita Reykjavíkur krafist þessa á sýnu tengisvæði skuli snjóbræðslukerfi með innsteyptum pípum tengjast við millihitarakerfi með frostlegi [4].

Í lokin vil ég nefna það að ávallt skal þess gætt að stærð snjóbræðslukerfa eða æskileg bræðslugetu sé stillt í hóf þannig að nota megi sem mest afgangsvatni (bakrennslisvatni). Ef pípur eru allar t.d. undir hellum eða undir malbiki er heppilegast að nota opið kerfi með eða án dælu allt eftir stærð kerfis miðað við magn afgangsvatns. Stefna ber að því að nota hitaveitu til upphitunar hífýla og til neyslu en forðast óþarfa orkusóun.

### Heimildir:

- [1] Kópra snjóbræðslukerfi
- [2] Clima 2000 1989 - Snow melting - Dynamic control gives energy savings
- [3] Ashrae handbook 1984 Systems kafli 14.14
- [4] Leiðbeiningar um snjóbræðslur Hitaveita Reykjavíkur mars 1992 og Snjóbræðslukerfi - Hagnýtar upplýsingar Hitaveita Reykjavíkur 1991
- [5] Leiðbeiningar frá Olís varðandi gerlaeyða dags. 12.03.92

**LP þakrennur**



**Allir fylgihlutirhlutir**

LP þakrennukerfið frá okkur er heildarlausn. Nýðsterkt, fallegt, endist og endist. Verðið kemur þér á óvart.

Leitið upplýsinga

**BLIKKSMÍÐJAN**

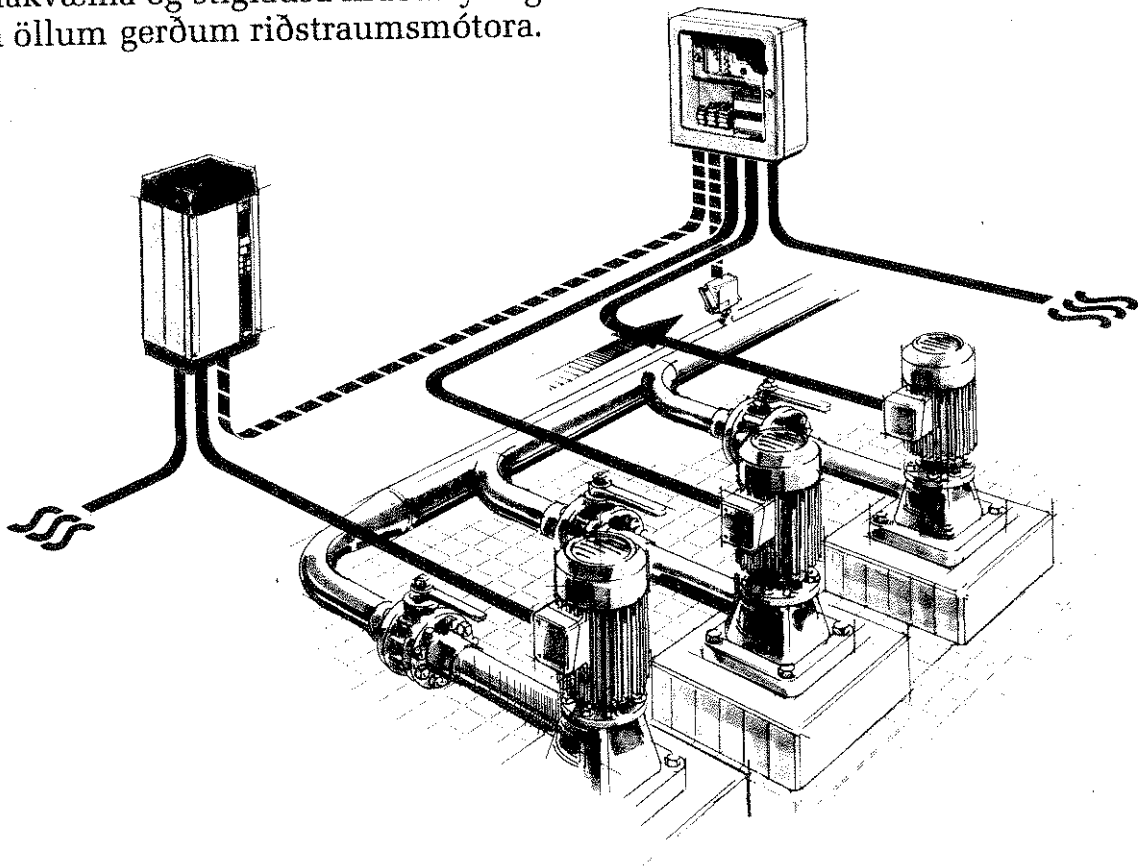


SMÍÐSHÖFÐA 9  
112 REYKJAVÍK  
SÍMI: 91-685699

# VLT<sup>®</sup> 3000

## TÍÐNIBREYTTAR MEÐ VVC ÖRTÖLVUSTÝRINGU

VLT<sup>®</sup> 3000 tíðnibreytarnir frá Danfoss veita nákvæma og stiglausu hraðastýringu á öllum gerðum riðstraumsmótora.



Nákvæm hraðastjórnun og fullkomið eftirlit skila bættri nýtingu, betri vinnuhraða og auknu rekstraröryggi á:

- færriböndum — *hagkvæmur vinnuhraði og aukin gæði;*
- vatnsdælum — *stöðugur þrýstingur við breytilegt flæði;*
- loftræstikerfum — *hæfileg loftskipti við breytilegt álag;*
- frýstingu — *fullkomin stjórn á frýstihraða;*
- blöndun — *rétt blanda með nákvæmri hraðastýringu;*
- framleiðsluvélum — *aukin afköst með auknum hraða;*
- vélasamstæðum — *samhæfð hraðastýring margra véla.*

*VLT<sup>®</sup> 3000 er stökk inn í framtíðina*

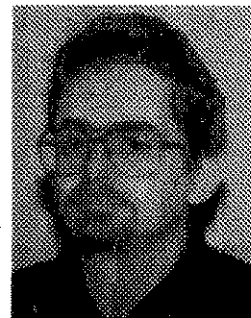
- Nýtni mótors jafngóð og við nettengingu
- Rafeindastýrð mótörvörn
- 160% startvægi
- Útgangstenging við keyrslu ótakmörkuð
- Vörn gegn yfirspennu og skammhlaupi
- Auðveld stjórnun og eftirlit á skjá
- Auðveld uppsetning við allar aðstæður
- Fullkomin viðgerðar- og varahlutapjónusta
- Skjót afgreiðsla (lagervara)
- 18 mánaða ábyrgð

**Danfoss**

≡ **HÉÐINN** ≡  
VERSLUN  
SELJAVEGI 2 SÍMI 624260



**Garðar R. Árnason,**  
garðyrkjuráðunautur  
Búnaðarfélags Íslands



*Garðar R. Árnason*

## Áhrif jarðvegsupphitunar á vöxt og þroska plantna

### 1. Inngangur

Hitinn, bæði í lofti og í jörðu, er einn mikilvægasti umhverfispátturinn fyrir vöxt og þroska plantnanna. Samanborið við ýmsa aðra umhverfispætti, þá hafa áhrif jarðvegshitans verið tiltölulega lítið rannsökuð. Mikilvægi rétts jarðvegshita fyrir góða og skjóta fræspírun og rótun græðlinga hefur þó verið þekkt í fjölda ára. Þegar kemur að áhrifum jarðvegshitans á áframhaldandi vöxt og þroska plantnanna, er þekkingargrunnur okkar mun veikari.

Eins og kunnugt er, búum við við svalt og síbreytilegt veðurfar, þannig að Ísland er á mörkum þess að ræktun margra plöntutegunda skili tilætluðum árangri, þó svo að um tiltölulega harðgerðar tegundir sé um að ræða. Vaxtartíminn er tiltölulega stuttur og er misjafnlega langur eftir landshlutum. Hann er lengstur á S.-Íslandi, hefst þar í byrjun maí og 14-20 dögum síðar annars staðar á landinu og lýkur í byrjun september. Algengt er að miðað sé við um 110-115 vaxtardaga á suðurhluta landsins og 90-95 vaxtardaga á norðanverðu landinu.

Loftslagið endurspeglar að hluta til í jarðvegshitanum. Jarðvegshitinn í efstu 20 cm verður því aldrei hærri en meðal lofthitinn og er því að meðaltali u.þ.b. 11-12°C á Suðurlandi og 10-11°C á Norðurlandi, nema þar sem gætur áhrifa jarðhita. Auk lofthitans hefur jarðvegsrakinn mikil áhrif á jarðvegshitann. Samkvæmt ýmsum mælingum, þá er íslenskur jarðvegur oft á tíðum mjög rakur. Eftir því sem jarðvegsrakinn er meiri, því meiri verður varmaleiðni jarðvegsins og þar af leiðir að efsta lag jarðvegsins verður kaldara.

Í tengslum við jarðhita má allvíða finna ákveðin svæði, þar sem jarðvegshitinn er talsvert hærri en meðal jarðvegshiti segir til um. Langt er síðan að mönnum varð ljóst, að matjurtir skiluðu öruggari uppskeru í náttúrulega upphitaðri jörð en í kaldri. Ekki er nákvæmlega vitað hvenær slík svæði voru fyrst tekin til ræktunar matjurta. Á árunum 1850-1860 voru gerðar tilraunir með ræktun á kartöflum í volgu landi við laugarnar í Reykjadal í S.-Þingeyjarsýslu. 1878 hófst ræktun á kartöflum í volgri jörð í Reykjahverfi í S.-Þing. Á næstu árum brutu æ fleiri bændur sér þar land í volgri jörð, þannig að um aldarmót var flatarmál garðlandanna um 4500 m<sup>2</sup>. Eftir 1886 var byrjað að leiða heitt vatn í opnum ræsum um garðlöndin, sem bæði jók jarðvegshitann og gufan varði grösinn fyrir næturfrosum. Árið 1908 (eftir stofnun Garðræktarfélags Reykhverfinga) voru síðan gerð lokræsi á um 1 ha (samtals um 1900 m malarræsi). Talið er að 1888, á Draflastöðum í Fnjóskadal, hafi köld jörð fyrst verið hitað upp með lokræsum hér á landi. Samtals voru þar hitaðir upp 1500 m<sup>2</sup> og voru þar ýmsar tegundir matjurta í ræktun. Frumkvöðull þessa verks var Sigurður Sigurðsson síðar búnaðarmálastjóri, og átti hann stóran þátt í að hafist var handa um lokræsagerð til upphitunar á öðrum svæðum (t.d. í Reykjahverfi). Í Skagafirði var Garðræktarfélag Seiluhrepps stofnað 1904. Félaginu var úthlutað um 2,7 ha garðlandi við Reykjahól í Varmahlíð og hófst þegar handa við að hita landið upp með lokræsum. Heitum uppsprettum var safnað saman í 3 aðalræsi, 85, 120 og 190 m löng.

Út frá þeim voru 20 m löng ræsi til beggja hliða, með 10-11 m millibili. Hiti yfir ræsunum var 25-30°C. Þarna voru aðallega ræktaðar kartöflur og að auki smávegis af rófum. (Óli Valur Hansson 1982).

Notkun jarðvegsupphitunar við ræktun grænmetis jókst mjög mikið þegar farið var að nota plaströr við upphitunina, en þau voru fyrst tekin í notkun 1973 hjá Jóhannesi Helgasyni, Hvammi, Hrunamannahreppi. Á árunum 1973 til 1980 jókst flatarmál jarðvegshitaðra garða úr um 9000 m<sup>2</sup> í um 19.000 m<sup>2</sup>. Upp úr 1980 var aukningin enn meiri og var mest 1981 og 1983 eða um tæplega 18.000 m<sup>2</sup> hvort ár. (Borghildur Jóhannsdóttir et.al. 1986). Í dag eru upphituð garðlönd um 10,5 ha og áætluð heildarorkunotkun er um 13,7 GWh á ári (Magnús Ágústsson 1991). Mikilvægustu tegundirnar í þessum gördum eru hvítkál, blómkál, kínakál og gulrætur, auk ýmissa annarra tegunda í minna magni.

Einn megin kostur jarðvegsupphitunar er að ræktunin verður öruggari þegar illa árar, þ.e. í köldum og stuttum sumrum. Upphитуð garðlönd verða frostlaus mun fyrr að vori en köld jörð, þannig að taka má þau fyrr til ræktunar. Uppskera fæst því fyrr (oft 1-2 vikum og jafnvel meira) og verður oft auk þess meiri. Með lengri og hlýrri vaxtartíma skapar jarðvegsupphitun möguleika á ræktun nýrra tegunda og afbrigða. Jarðvegsupphituninni getur hins vegar fylgt slæmur ókostur, en það er að ýmsir sjúkdómar (t.d. kálæxli) þrífast þar betur, rétt eins og plönturnar.

## 2. Hönnun og lagning jarðvegsupphitunarkerfis

### 2.1 Röragerðir.

Við jarðvegsupphitunina hafa verið notaðar tvær tegundir plaströra. Svört polyethylene-rör, þau sömu og algeng eru í kaldvatnsleiðslum, og hvít, hitaþolin polypropylene-rör. Svörtu plaströrin þola ekki að saman fari heitt vatn og mikill þrýstingur á kerfinu, en dæmi er um ágæta endingu röranna þegar notað var 90°C heitt vatn, en enginn þrýstingur var á kerfinu (þ.e. bara gegnum rennsli). Samkvæmt upplýsingum framleiðenda röranna, eiga þau að þola 40-45°C heitt vatn við 1 kg þrýsting (miðað við 50 ára endingu) og 20°C heitt vatn við 6 kg þrýsting. Miðað við sömu endingu, eiga hitaþolinu plaströrin að þola 90°C heitt vatn við 2 kg þrýsting. (Borghildur Jóhannsdóttir et.al. 1986).

Algengasta stærð röra er 3/4" og 1" rör, en finna má rör allt frá 1/4" og upp í 1 1/2" að þvermáli.

### 2.2 Hönnun rörakerfis.

Við hönnun rörakerfanna í elstu gördunum var einkum stuðst við tvær megináferðir. Annars vegar er um pör röra að ræða, þar sem heita vatnið kemur inn í annað rörið og til baka kalt út um hitt rörið og hins vegar er stundum um eitt langt rör að ræða. Í síðara tilfallinu verður hitadreifingin um garðinn misjöfn, þar sem garðurinn fer kólnandi eftir því sem fjær dregur inntakinu. Kerfi sem samanstendur af rörapörun hentar vel í tiltölulega stuttum gördum og kólnunin þar af leiðandi ekki of mikil, en með tilliti til varmanýtingarinnar mega garðarnir þó ekki vera of stuttir.

Á síðasta áratug hefur verið lögð aukin áhersla á jafna hitadreifingu um allan garðinn, m.a. til að plönturnar þroskist og dafni sem jafnast. Hitadreifingin um jarðveg er m.a. háð loft-hita, hita í heitum og í köldum legg pípu (röra), varmaflutningsstuðli við yfirborð, varma-

leiðni jarðvegsins, og dýpi og millibili röra.

Árið 1981 voru gefnar út af Orkustofnun, leiðbeiningar um hönnun rörakerfis, á grundvelli mælinga og stærðfræðilegra útreikninga, þar sem miðað var við að ná fram sem jafnastri hitadreifingu um garðinn. Hvað varðar hönnun rörakerfisins, þ.e. dýpt og millibil röra, er hér stuðst við þessar leiðbeiningar og varðandi stærðfræði- og eðlisfræðilegra útskýringar vísast til fjölríts Orkustofnunar "Jarðvegshitun: Hönnun pípukerfa fyrir upphitaða garða" eftir Grétar Leifsson og Jón Steinar Guðmundsson.

Á grundvelli fyrrnefndra útreikninga eru myndir 1 og 2 teiknaðar upp, þar sem finna má æskilega dýpt (D) og millibil (L) röra, þegar lohitinn (T) er 8°C, varmaflutningsstuðullinn (h) = 8 W/m<sup>2</sup>°C og varmaleiðnistuðullinn (k) Z= 1 W/m°C.

Áður en hægt er að nota myndir 1 og 2, þarf að ákveða þann jarðvegshita sem ætlunin er að ná, hér er miðað við hitann á 20 cm dýpi (T<sub>20</sub>). Þegar búið er að ákveða hitann og miðað við að hitinn á vatninu sé þekktur, má lesa úr mynd 1 dýpt röranna og síðan millibil þeirra úr mynd 2.

Dæmi um hönnun rörakerfis: Miðað er við 70°C heitt frárennslisvatn úr gróðurhúsi og að ætlunin sé að halda 23°C jarðvegshita á 20 cm dýpi. Byrjað er á að velja dýpi röranna samkvæmt mynd 1. Farið er inn á lóðrétta ásinn með T<sub>20</sub> = 23°C og dýpt röranna (D) lesið af lárétta ásnun, þar sem lárétta línan (út frá T<sub>20</sub> = 23°C) sker feril d. Hér fæst D = 0,51 m, sem ætti að vera nægilega djúpt til að allir venjulegir tætarar fari ekki í rörin. Millibil röra er síðan valið samkvæmt mynd 2. Farið er inn á lárétta ásinn með D = 0,51 m og millibilið (L) lesið af lóðrétta ásnun, þar sem lóðrétta línan (upp frá D = 0,51) sker feril d. Hér fæst L = 0,77 m. Með öðrum orðum þá væri dýpt röranna 0,51 m og millibilið á milli þeirra 0,77 m.

Til að hitadreifingin sé sem jöfnust um allan garðinn, þyrftu rörin að mynda slaufur, þar sem "heitur" og "kaldur" leggur myndu liggja samsíða, sbr. mynd 3

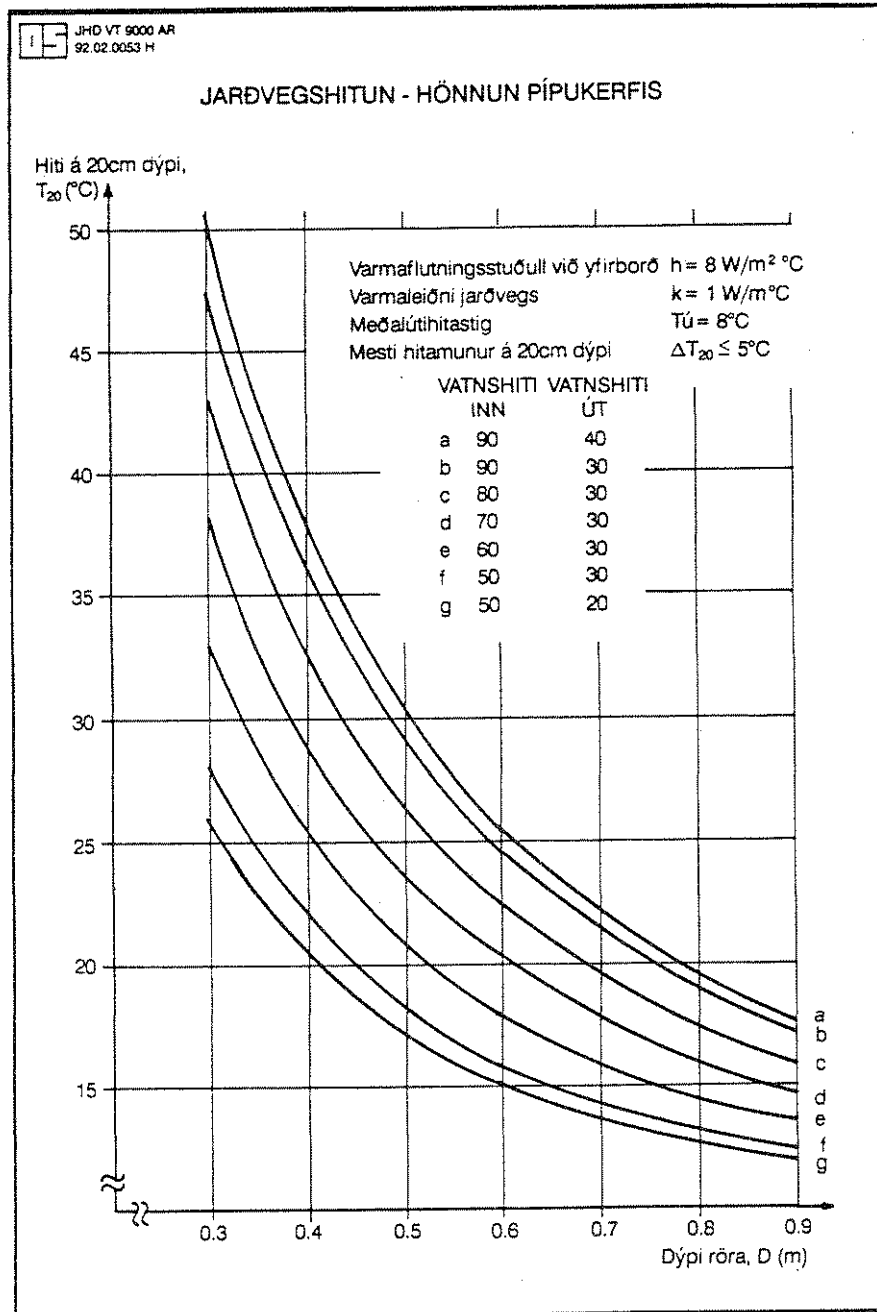
Í stað þess að grafa rörin niður, hefur einnig lítillega verið prófað að leggja rörin ofan á jarðveginn og að láta þau liggja í jarðvegsyfirborðinu (efstu 5 cm). Aðferðin hefur t.d. gefist vel í kínakáli, þar sem að auki var breiddur Agryl-dúkur yfir plönturnar.

### 2.3 Lagning röra.

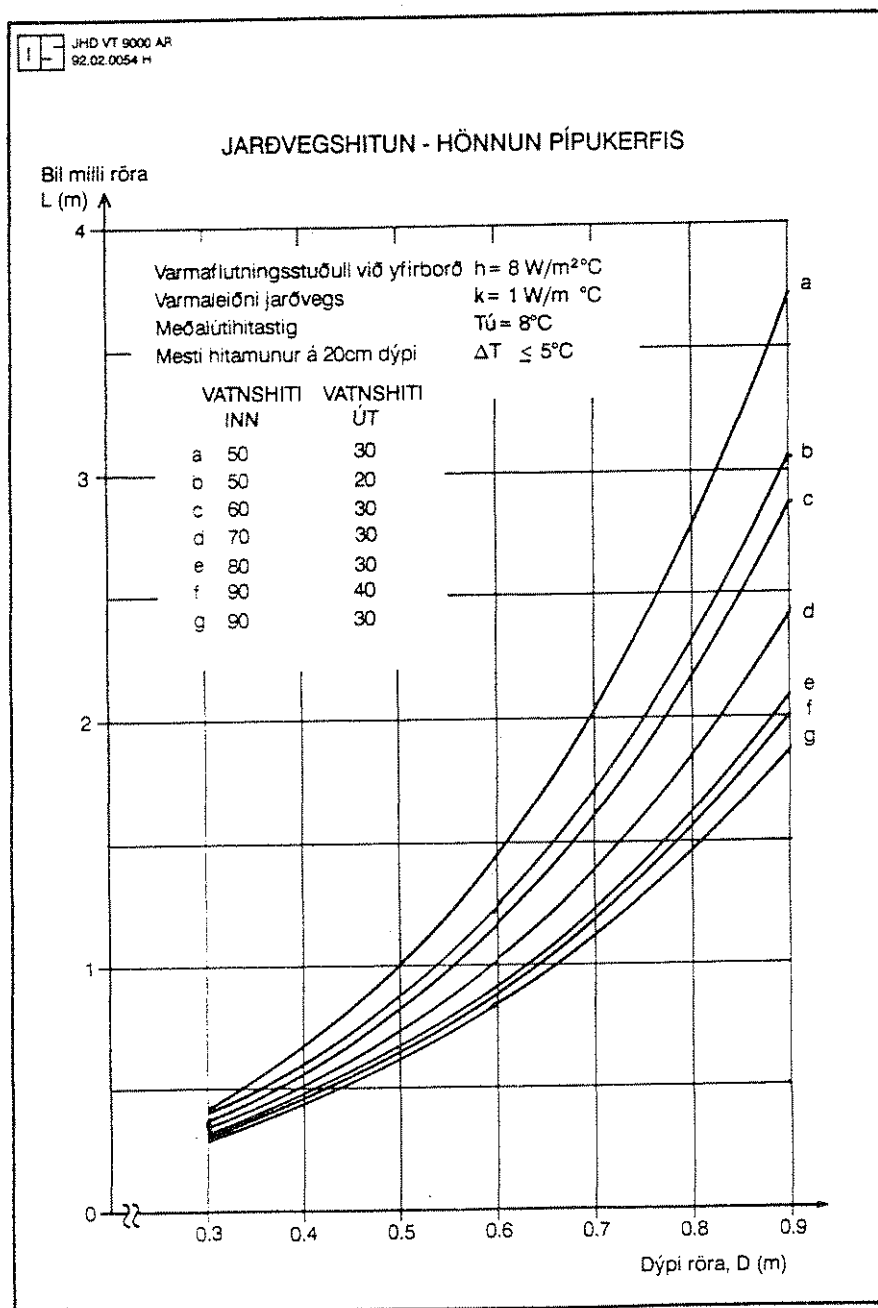
Einkum hafa verið notaðar tvær aðferðir við lagningu röranna hér á landi. Með eldri aðferðinni eru rörin plægð niður með ýtuþlóg. Aftan við þlóginn eru plaströrin í rúllugálga og lögð beint í plógfarið og rutt jafnóðum yfir. Þessi aðferð er oft tiltölulega erfið í framkvæmd, sökum umfangs tækjanna. Auk plógsins hafa sérstakar keðjugrafir verið mikið notaðar. Keðjugrafan grefur fyrst um 20 cm breiðan og allt að 120 cm djúpan skurð og er rörið lagt í heilu lagi ofan í skurðinn. Grafan getur mokað ofan í skurð við hliðina á þeim sem hún er að grafa, ef bilið á milli þeirra er 120 til 300 cm.

Ekki er ráðlegt að hafa rörin grynna en 50 cm, ef jarðvinnslan á að fara fram með tætarar, en þeir geta auðveldlega farið niður í a.m.k. 35 cm dýpi.

Við lagningu þarf að gæta þess að rörin rispist ekki, né liggi utan í egghvössu grjóti. Ekki er óhætt að beygja rörin meira en svo, að radíus beygjunnar verði 15 x þvermál rörs. (Grétar Leifsson 1981).



Mynd 1. Hönnun pípukerfis - dýpi röra (Grétar Leifsson og Jón steinar Guðmundsson 1981).

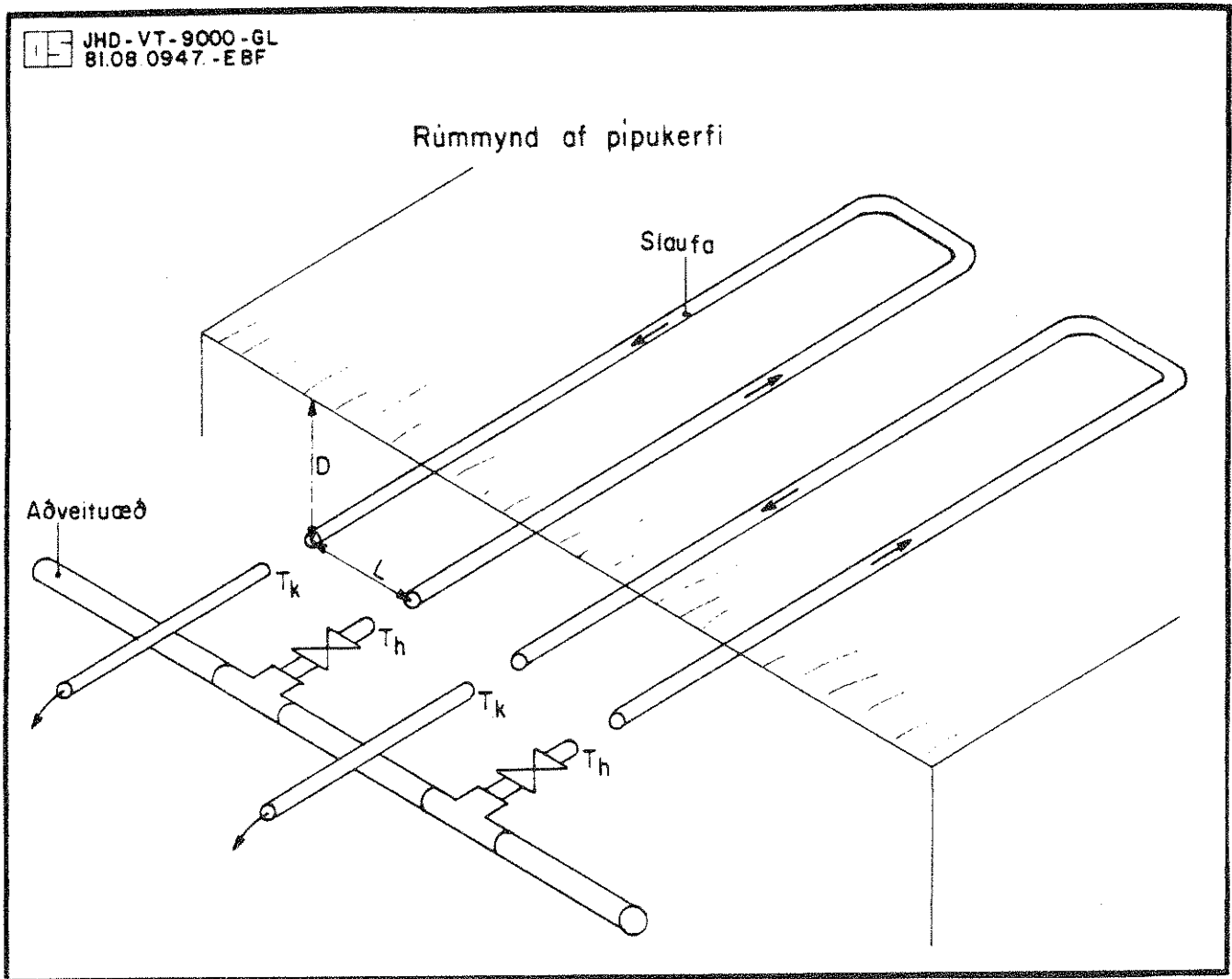


Mynd 2. Hönnun pípukerfis - millibil röra (Grétar Leifsson og Jón Steinar Guðmundsson 1981).

#### 2.4. Gangsetning og lokun kerfisins.

Eftir að hita er hleypt á kerfið að vori, tekur u.þ.b. einn mánuð að ná stöðugum jarðvegshita. Álíka langan tíma tekur jarðveginn að ná umhverfishita á ný, eftir að lokað hefur verið fyrir vatnsrennslið að hausti.

Þegar lokað er fyrir kerfið að vetri, þarf að gæta þess að frosið getur í lögnunum, þegar ekkert rennsli er um rörin. Slíkt myndi hefja fyrir gangsetningu að vori og gæti jafnvel skemmt rörin.



Mynd 3. Rúmmynd af pípukerfi (Grétar Leifsson og Jón Steinar Guðmundsson 1981).

### 3. Almenn áhrif jarðvegshita á ýmis ferli í jarðvegi

Í jarðveginum eiga sér stað margvísleg og oft flókin ferli, bæði ólífræn og lífræn. Þó svo að ekki sé hægt að styðjast við margar tilraunaniðurstöður, varðandi áhrif jarðvegshita á efnafræðileg- og eðlisfræðileg ferli í jarðveginum, tel ég mjög hæpið að um veruleg áhrif sé um að ræða, með tilliti til vaxtar plantnanna.

Jarðvegssupphitun getur haft óheppileg áhrif á jarðvegsrakann, þegar úrkoma er lítil. Upphitunin virkar þurrkandi á jarðveginn og þar af er þornunin mest næst hitarörunum. Með öðrum orðum verður jarðvegurinn því þurrari sem nær dregur hitarörunum og hætta er á að þurr kjarni myndist utan um rörin, sem myndi draga verulega úr varmaleiðninni. Slík áhrif komu greinilega í ljós í tilraun Sepaskhah et.al. 1973, þar sem jarðvegsrakinn í sandjarðvegi var mældur fyrir og eftir upphitun þar sem rörahitinn var 28,3°C. Vatsinnihald jarðvegsins féll á 7 dögum úr 32% í byrjun niður í tæplega 4% á u.þ.b. 5-10 cm radíus umhverfis rörin.

Hversu mikil þornun jarðvegsins verður við upphitun, er m.a. háð jarðvegsgerð og hita röranna. Auk þess sem jarðvegsupphitunin virkar þurrkandi á jarðveginn, eykst vatnsþörf plantnanna með auknum jarðvegshita. Við jarðvegsupphitun þarf því að gæta þess mjög vel að vökvunin sé nægileg í þurrkatíð.

Jarðvegshitinn hefur mikil áhrif á starfsemi örvera í jarðveginum, t.d. varðandi niðurbrot lífræna efna og ummyndun ammóníumjóna í nítratjónir. Starfsemi örveranna 2-3 faldast við 10°C hitaaukningu, upp að 20-30°C.

#### 4. Almenn áhrif jarðvegshita á ýmis ferli í plöntum

Vöxtur plantna er mjög flókið ferli, sem krefst samspils margra lífeðlisfræðilegra, efnafræðilegra- og eðlisfræðilegra ferla. Erfitt er að túlka áhrif hita á vöxtinn, þar sem vöxturinn er summa margra mismunandi ferla, sem hitinn getur haft misjöfn áhrif á. Þrátt fyrir öra þróun innan plöntulífeðlisfræðinnar á síðustu áratugum, er enn mjög margt óljóst varðandi áhrif jarðvegshita á vöxt plantna.

Innan ákveðinna marka, eykst frumuskiptingin og vöxtur frumanna með hækkandi hita. Hitinn hefur einnig áhrif á magn aðgengilegra sykra og steinefna, svo og vatns, sem öll eru nauðsynleg fyrir vöxtinn. Vaxtarbroddarnir þurfa á sykrum að halda, sem flytjast þangað úr forðalíffærum plöntunnar eða blöðum. Bæði flutningur efna um plöntuna og útgufun hennar, aukast með hækkandi hita. Þegar jarðvegshitinn er yfir kjörhita, aukast bæði flutningur sykra og öndun mjög ört, sérstaklega ef lofthitinn er samfimis hár. Þetta getur raskað sykrufafnvægi plöntunnar, þannig að það dregur úr vextinum og gæti hann jafnvel orðið neikvæður.

Almennt eykst upptaka rótanna á bæði næringarefnum og vatni með auknum jarðvegshita, upp að ákveðnum kjörhita. Ef ræturnar ná ekki upp álíka miklu vatni og plantan gefur frá sér við útgufun blaðanna, mun plantan smá saman visna upp og drepast að lokum. Þó svo að plantan nái upp nægilegu vatni til að hindra visnun, fer að draga úr vexti löngu áður en hún sýnir nokkur merki visunar.

Ólíklegt er að lítil vatnsupptaka sé eina orsök lélegs vaxtar við lágan jarðvegshita. Sýnt hefur verið fram á, að plöntur geta aðlagað sig að lágum jarðvegshita með tilliti til vatnsupptöku (Kleinendorst og Brouwer 1972). Þar sem lágur jarðvegshiti dregur meira úr vexti en ljóstillífun, mun sykrur safnast fyrir í blöðunum, þannig að osmotískur þrýstingur plöntunnar vex og þar með á plantan auðveldara með að ná upp vatni. Ef lélegur vöxtur við lágan jarðvegshita stafaði eingöngu af lítilli vatnsupptöku, ættu að koma fram merkjanlegar breytingar við mismunandi loftraka og birtu, sökum áhrifa þess á vatnsnotkun plantnanna (þ.e. útgufunina). Ekki hefur alltaf tekist að sýna fram á slíkar breytingar í tilraunum, en gera verður þó þar ákveðinn fyrirvara á, því hugsanlegt er að um mun sé að ræða á milli mismunandi tegunda og jafnvel afbrigða.

Af framansögðu má ráða, að ólíklegt er að lélegur vöxtur við lágan jarðvegshita, stafi eingöngu af lítilli upptöku vatns og næringarefna. Gera má ráð fyrir að einhver innri ferli í plöntunni eigi þar stóran hluta að máli. Komið hefur í ljós að ræturnar mynda vaxtarhormóna, sem síðan flytjast til ofanjarðarhluta plantnanna, þar sem virkni þeirra nýtist plöntunum. Ennfremur hefur komið í ljós, að ræturnar gera ýmis efnasambönd sem myndast í sprotunum virk og eru þá flutt á ný til sprotanna.

Enginn vafi leikur á að lágur jarðvegshiti dregur verulega úr vexti planta. Ekki er unnt að benda á neinn einn þátt sem veldur þessari vaxtartregðu. Margt bendir til þess að hormónaáhrif eigi þarna verulegan hlut að máli. Vöxtur plantna er mjög flókið ferli sem byggir á samspili margra og ólíkra ferla. Þar sem hitinn hefur meiri eða minni áhrif á mörg þessara ferla, er líklegt að vaxtartregðan við lágan jarðvegshita sé afleiðing ýmissa samverkandi þátta.

## 5. Áhrif jarðvegsupphitunar á ýmsar plöntutegundir

### 5.1 Grænmetistegundir.

Mörg dæmi eru um mjög jákvæðan árangur af jarðvegsupphitun við ræktun útigrænmetis, bæði úr erlendum og innlendum tilraunum, svo og úr ræktun í atvinnuskini. Dæmi eru um allt að 100% uppskeruaukningu. Í ýmsum tilraunum hefur kjörjarðvegshiti margra tegunda verið 20-25°C, sem er langt yfir venjulegum jarðvegshita í kaldri jörð hér á landi.

#### 5.1.1 Höfuðsalat.

Höfuðsalat er ekki hitakræf tegund. Mörg dæmi eru um góðan árangur af jarðvegsupphitun á vöxt salats. Í ýmsum erlendum tilraunum hefur 15-18°C rótarhiti, vegið að stórum hluta upp neikvæð áhrif af lágum lofthita (allt niður undir 0°C). Ástæðan er m.a. sú að plönturnar eru alveg niður undir yfirborð jarðvegsins og njóta því vel ylsins sem stígur upp frá jörðinni. Æskilegur spírunarhiti er 17-20°C. Fari hitinn yfir 20°C eykst hættan á spíruntregðu hjá fræjunum, sérstaklega ef fræið er tiltölulega ný þroskað. Gæta þarf því þess að sól skíni ekki á sáðbakkana. Æskilegur jarðvegshiti við ræktun höfuðsalats er líklega um 15-18°C.

#### 5.1.2 Íssalat.

Jarðvegsupphitun hefur gefist vel í íssalati, rétt eins og í höfðusalati, enda um náskyldar tegundir að ræða með svipaðar hitakröfur.

Samkvæmt norskum tilraunum (Guttormsen 1975) jókst söluhæf uppskera undir plastdúk um 35-40% þegar jarðvegurinn var hitaður upp um 3°C og vaxtartíminn styttist um u.þ.b. 20% (10-14 daga). Í þýskum tilraunum (Wendt 1981) jókst þungi hausanna með auknum jarðvegshita upp í 25°C (lofthiti var u.þ.b. 10°C að nóttu og 16°C að degi). Hins vegar jókst einnig vinnan við flokkunina, þar sem meira varð um gulnuð, visnuð blöð og sjúkdóma. Þar sem íssalat á að mynda þetta hausa, er óhagstætt að jarðvegshitinn sé lágur á fyrri helmingi ræktunarskeiðsins og hár í lokin, því slíkt gefur lausari hausa. Hins vegar er, með tilliti til þéttleika hausanna, í lagi að jarðvegshitinn sé í upphafi hár og lágur í lokin.

Að mínu mati væri æskilegur jarðvegshiti fyrir íssalat ívið hærri en hjá höfuðsalati, eða um 20-22°C.

#### 5.1.3 Hvítkál.

Hvítkál er ein mikilvægasta grænmetistegundin sem ræktuð er hér utandyra og er nú þegar stór hluti garðlandanna með jarðvegsupphitun. Samkvæmt eigin tilraunum gaf 20°C jarðvegshiti 50-60% uppskeruaukningu ("Jötunsalgets sommerkál") miðað við 11°C og uppskeran var 2 vikum fyrr á ferðinni (Garðar R. Árnason 1982). Í annarri tilraun (Sigurður Þráinsson 1983) gaf 20°C jarðvegshiti um 30% uppskeruaukningu fyrir "Golden Cross" og um 50% uppskeruaukningu fyrir "Jötunsalgets sommerkál" og flýtti uppskerunni um 11-16 daga.



Greinilegt er að ef kálæxli er til staðar, nær það sér mun betur á strik í heitum jarðvegi en í köldum. Af þeim sökum hafa margir garðyrkjubændur lokað fyrir hitann yfir hásumarið og að vetri.

Miðað við þær heimildir sem ég hef kynnt mér, er ekki unnt að gefa upp kjörjarðvegshita fyrir hvítkál, en ætla má að hann sé a.m.k. 20°C.

#### 5.1.4. Blómkál.

Blómkál er mikið ræktað hér utandyra og fer nú þegar stór hluti ræktunarinnar fram í upphituðum garðlöndum. Ekki hafa verið gerðar hér á landi tilraunir með blómkál í upphituðu landi. Í bandarískum tilraunum fengust um 150% þyngri og um 80% sverari hausar við um 15°C jarðvegshita samanborið við 8°C (Goldsberry and Halkett 1977).

Samkvæmt ýmsum heimildum þolir blómkál illa mjög háan jarðvegshita. Með auknum jarðvegshita eykst hættan á "mosuðum" hausum og við hita yfir 25°C má reikna með að verulega dragi úr stærð hausanna og að stöngulrot aukist. Þar sem blómkál er mjög viðkvæmt fyrir kálæxli, má gera ráð fyrir að það verði erfiðara viðfangs í heitum gördum en í köldum, þegar smit er til staðar.

Varhugavert er því að halda háum jarðvegshita við ræktun blómkáls og að mínu mati er hæpið að halda hærri hita en 15-18°C.

#### 5.1.5. Grænkál.

Fáar heimildir eru um áhrif jarðvegshita á vöxt grænkáls, en eins og kunnugt er, þá er grænkál mjög harðgerð planta sem þrífst á breiðu hitabili.

Í þýskum tilraunum (Wendt 1980) var blaðvöxtur plantnanna ('Hamer') mun betri við 20 og 25°C jarðvegshita en við 15 og 30°C. Plönturnar uxu eigi að síður vel bæði við 15 og 30°C jarðvegshita.

#### 5.1.6. Blaðlaukur.

Samkvæmt reynslu manna svarar blaðlaukur jarðvegsupphitun mjög vel, sem er t.d. í góðu samræmi við þýskar tilraunir (Wendt 1980). Þar fékkst um 120% uppskeruaukning ('Riese') við 20 og 25°C jarðvegshita samanborið við 15°C, en lofthiti að degi var um 15°C og um 10°C að nóttu. Við 15°C jarðvegshita voru plönturnar heilbrigðar og litu eðlilega út, en þurftu mun lengri vaxtartíma til að ná söluhæfri stærð. Við 30°C dró umtalsvert úr þunga plantnanna miðað við 20 og 25°C.

Æskilegur jarðvegshiti fyrir blaðlauk, er væntanlega 20-25°C. Að mínu mati er ræktun hans hæpin hér á landi í atvinnuskini í kaldri jörð, en getur gefist vel í heitum jarðvegi.

#### 5.1.7. Gulrætur.

Gulrætur er ein mikilvægasta tegundin sem ræktuð er hér utandyra og fer nú þegar stór hluti ræktunarinnar fram í upphituðum jarðvegi.

Gulrótafræ getur spírað við lágan jarðvegshita, en spírunin tekur þá langan tíma, t.d. um 50-60 daga við 5°C við hagstæð skilyrði, samanborið við um 15-17 daga við 10°C um 10 daga við 15°C og um 6-7 daga við 20°C.

Samkvæmt eigin tilraunum (Garðar R. Árnason 1982) fékkst um 40% uppskeruaukning ('Nantes Duke') við um 26°C jarðvegshita samanborið við um 11°C. Þegar ræktunin fór fram undir plastbogum, án jarðvegsupphitunar, varð uppskeran ívið meiri en þegar jarðvegsupphitunin var notuð ein sér, þó svo að jarðvegshitinn væri bara um 12°C. Uppskeran varð langmest þegar bæði var notast við upphitun og plastdúk, en jarðvegshitinn varð þá tæplega 29°C. Jákvæð áhrif plastsins má bæði rekja til hærri lofthita og aukins skjóls.

Þessar niðurstöður eru í góðu samræmi við ýmsar erlendar tilraunir. Til dæmis fékkst um 100% uppskeruaukning í þýskri tilraunaseríu með jarðvegsupphitun, þegar jarðvegshitinn var aukinn úr 15 í 20°C (Wendt 1979). Uppskeran hélt áfram að aukast að 25°C fyrir annað afbrigðið ('Rotin') en minnkaði á ný hjá öðru afbrigði ('TipTop').

Auk þess að hafa áhrif á vöxt og uppskeru plantnanna, hefur jarðvegshitinn mikil áhrif á lögun rótanna. Við 20-25°C jarðvegshita fá ræturnar "eðlilega" gulrótarlögun, en við hærri hita verða ræturnar styttri og sverari og við lágan hita verða ræturnar langar og grannar.

Greinilegt er að mismunandi gulrótaafbrigði geta gert mismunandi kröfur til jarðvegshita. Fyrir öll afbrigðin hentar 20°C jarðvegshiti mjög vel, en fyrir nokkur myndu 25°C henta enn betur.

## 5.2. Fjölærar plöntur.

Eins og áður hefur komið fram, hefur hitinn, bæði loft- og jarðvegshiti, mikil áhrif á vöxt plantna. Þetta gildir um allar plöntutegundir, hvort heldur þær eru einærar, tvíærar eða fjölærar, jurtkenndar eða trékenndar.

Að mér vitanlegu, hafa áhrif jarðvegsupphitunar á fjölærar plöntur verið lítið rannsökuð. Ennfremur verður að taka erlendar tilraunaniðurstöður með mikilli varúð, þar sem plönturnar myndu að öðru leyti búa við gjörólík og oft óblíðari veðurfarsskilyrði hér á landi.

Ég vara því sterklega við því að taka þennan kafla bókstaflega hann er miklu fremur ætlaður til umhugsunar.

### 5.2.1 Trjágróður.

Jarðvegshitinn hefur meiri eða minni áhrif m.a. á rótarvöxt, toppvöxt, vatnsnotkun og steinefnainnihald trjáplantna.

Eftir því sem jarðvegshitinn er lægri, því meira dregur úr rótarvexti og myndi ég ætla að 4°C væru nálægt lágmarks jarðvegshita fyrir rótarvöxt margra tegunda. Á sama hátt dregur æ meir úr rótarvexti, því hærra sem jarðvegshitinn fer yfir ákveðin mörk (kjörhita). Gera má ráð fyrir að umtalsvert dragi úr rótarvexti margra trjátegunda, þegar jarðvegshitinn fer yfir 30-35°C og að um verulegar rótarskemmdir verði að ræða við jarðvegshita um og yfir 40°C.

Jarðvegshitinn hefur einnig áhrif á útlit (morphology) rótanna. Í bandarískum tilraunum (Barr og Pellett 1972) með ýmsar runnategundir, voru rætur sem mynduðust við lágan jarðvegshita hvítari, safameiri, þykkari og ekki eins fíngreinóttar og rætur sem mynduðust við háan jarðvegshita.

Auk hita er vöxtur rötanna m.a. háður vatni. Misjafnt er eftir tegundum, hve hár hitinn þarf að vera til þess að ræturnar nái upp nægilegu vatni. Meginreglan er sú, að vatnsupptakan minnkar eftir því sem jarðvegshitinn er lægri, m.a. vegna þess að samloðun vatnsins eykst og að rótarfrumurnar verða þróttminni. Hvað varðar vatnsupptökuna, þá hefur jarðvegshitinn væntanlega mest áhrif vor og haust, þegar hann er mjög lágur. Í þurrkatíð að sumri gæti vatnsskortur oft vegið þyngra en jarðvegshitinn.

Með auknum jarðvegshita eykst ekki bara vatnsupptaka plantnanna, heldur einnig vatnsnotkun þeirra. Sé trjágróður ræktaður í heitum jarðvegi, hvort heldur er frá náttúrunnar hendi eða af mannavöldum, þyrfti því að gæta mjög vel að vökvun í þurrkatíð að sumri, svo plönturnar líði ekki vatnsskort. Rétt er einnig að hafa í huga að eins og áður var getið, þá virkar upphitun þurrkandi á jarðveginn.

Sökum áhrifa sinna á starfsemi rötanna, hefur jarðvegshitinn óbein áhrif á vöxt greina og sprota trjáanna. Í þeim bandarískum tilraunum sem áður var getið, kom greinilega í ljós að jarðvegshitinn hafði áhrif á magn ýmissa steinefna í ofanjarðarhlutum plantnanna. Þetta kemur í sjálfu sér ekki á óvart, þar sem upptaka ýmissa steinefna úr jarðvegi eykst með hækkandi jarðvegshita (upp að ákveðnu marki).

Ég myndi reikna með því að æskilegur jarðvegshiti fyrir margar tegundir trjágróðurs væri nálægt 20-25°C, sem er langt yfir venjulegum jarðvegshita hér á landi. Ekki er ólíklegt að mínu mati, að oft mætti efla vöxt trjágróðurs hér með hlýrri jarðvegi. Ekki er þó unnt í dag, að gefa upp neinar ráðleggingar þar að lútandi, en til að svo geti orðið þurfa að fást svör við mörgum spurningum, eins og t.d.:

1. Hvaða áhrif hefði jarðvegsupphitun á frostþol plantnanna?
2. Hvenær væri best að setja hitann á að vori?
3. Hvenær væri best að loka fyrir hitann að hausti?
4. Hver er æskilegur jarðvegshiti á mismunandi árstímum?
5. Hvernig bregðast mismunandi tegundir við?
6. Er um raunverulegan ávinning að ræða?

Svör við þessum spurningum og mörgum fleirum fást ekki fyrir en áhrif jarðvegsupphitunar verða athuguð hér á landi, miðað við íslenskar aðstæður.

### 5.2.2. Grös.

Viða er áhugi á að halda grasflötum grænum lengur fram eftir hausti og að fá þær til að grænka fyrir á vorin, t.d. varðandi íþróttavelli, golfvelli og jafnvel í kringum íbúðarhús. Mér er ekki kunnugt um, að neinar tilraunir hafi verið gerðar hér á landi með jarðvegsupphitun fyrir gras og þar að auki er reynslan takmörkuð. Ekki er því mögulegt að leggja hér fram beinar ráðleggingar, en hins vegar eru nokkur atriði sem ég tel vert að íhuga áður en ráðist væri í upphitun grasflata.

Án efa væri hægt að halda grasflötum talsvert lengur grænum en nú er. Sé búið að koma fyrir upphitunarkerfi í grasflöt, er væntanlega ein mesta hættan að hausti og vori. Til að draga úr hættunni á kali, er nauðsynlegt fyrir plönturnar að ná að herða sig vel fyrir veturinn. Varhugavert væri því að halda fullum hita langt fram eftir hausti og loka síðan skyndilega fyrir hitann. Líklega væri í flestum árum, nægur tími fyrir plönturnar að

undirbúa sig fyrir veturinn ef lokað væri fyrir hitann á fyrri helmingi september mánaðar. Ef fullum hita væri haldið lengur, þyrfti líklega að lækka hitann smá saman áður en lokað væri fyrir.

Að vori mætti t.d. miða við að setja hitann á í byrjun apríl. Þegar á annað borð er búið að setja plönturnar af stað mætti væntanlega ekki loka aftur fyrir hitann fyrr en frosthætta er liðin hjá.

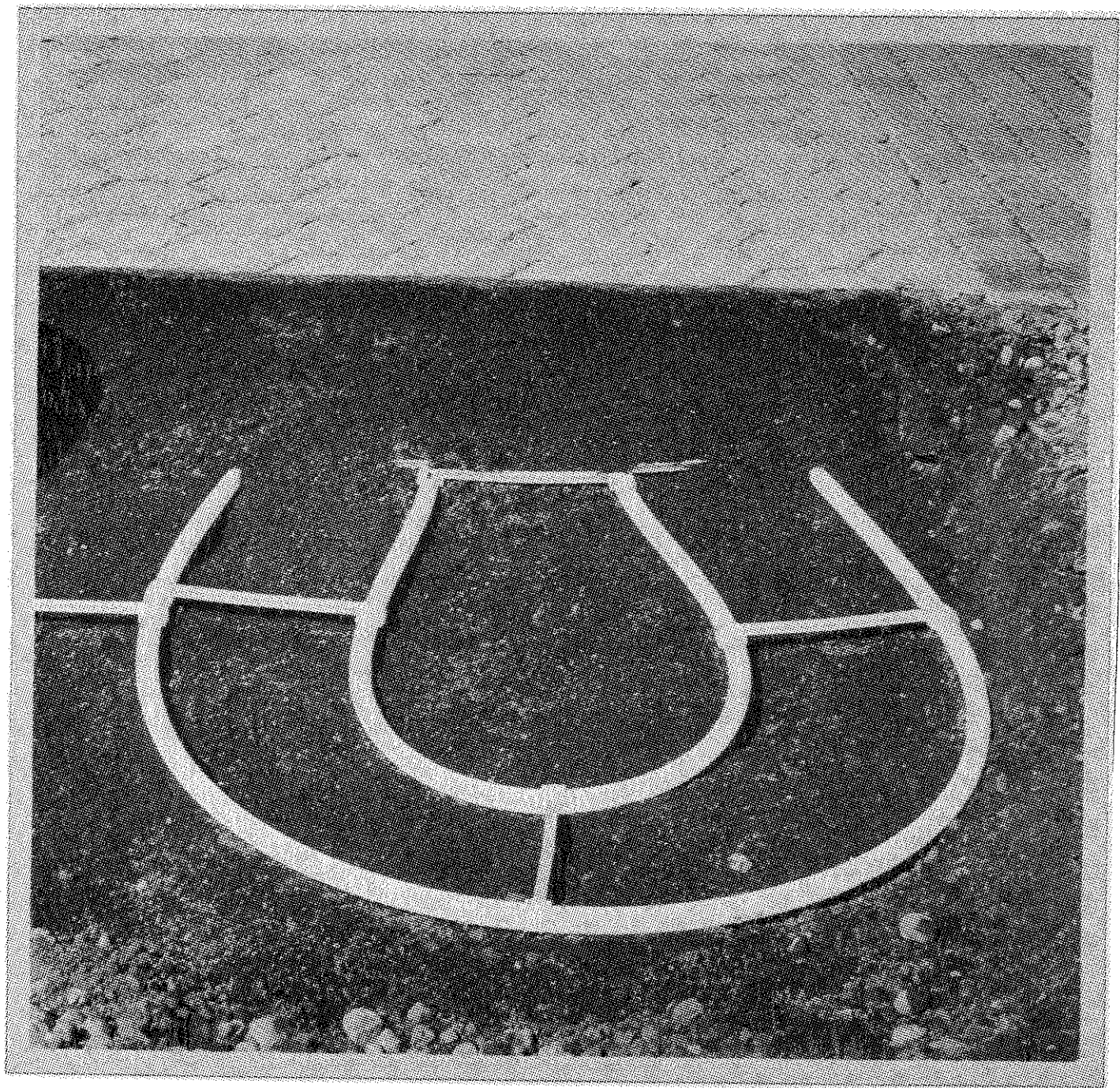
Ef upphitunin væri á að sumri þyrfti að gæta þess vandlega að plönturnar líði ekki vatnsskort, því upphitunin bæði eykur vatnsnotkun plantnanna og þurrkar jarðveginn.

Kjörjarðvegshiti		
Tegund	Æskilegur jarðvegshiti	Athugasemdir
Gúrkur	20-25°C	Óæskilegt er að rótarhitinn fari undir 18°C og alls ekki undir 16°C. Ef lofthiti er lágur er mikilsvert að halda nægilega háum rótarhita.
Melónur	24-26°C	Jarðvegshiti helst ekki undir 19-20°C.
Höfuðsalat	15-18°C	Góður jarðvegshiti getur að stórum hluta vegið upp á mótí lágum lofthita. Hætta á spírunartregðu ef spírunarhitinn er yfir 20°C.
Íssalat	20-2°C	
Hvítkál	a.m.k. 20°C	Fáar heimildir
Blómkál	15-18°C	Hár hiti veldur ýmsum ræktunarvandamálum
Grænkál	20-25°C	Fáar heimildir
Blaðlaukur	20-25°C	Ræktun er hæpin í köldum jarðvegi.
Gulrætur	20-22°C	
Kartöflur	17-19°C	Vöxtur stöðvast við u.þ.b. 26-29°C
Trjágróður	20-25°C	Fáar heimildir
Grös	20-25°C	Fáar heimildir

**6. Heimildir:**

1. **Barr W., H. Pellett; 1972.** Effect of soil temperature on growth and development of some woody plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **97** (5): 632-635.
2. **Borghildur Jóhannsdóttir, et.al.; 1986.** Samantekt um jarðvegshitaða garða. Orkustofnun OS-86058/JHD-21 B.
3. **Garðar R. Árnason; 1982.** Bruk av jordoppvarming for frilandsdyrking av grönsaker. Hovedoppgave ved NLH, Ås, Noregi, 197 bls.
4. **Goldsberry K.L., K. Halkett; 1977.** Effects of heated soil on plant growth. Bulletin, Colorado Flower Grower's Association No. 328.
5. **Grétar Leifsson, Jón Steinar Guðmundsson; 1981.** Jarðvegshitun: Hönnun pípukerfa fyrir upphitaða garða. Orkustofnun.
6. **Guttormsen G.; 1975.** Forsök með jordoppvarming under solfangere og oppaling med automatisk vanning til issalat. *Forskning og forsök i landbruket*, **26** (1): 44-54.
7. **Kleinendorst A., R. Brouwer; 1972.** The effect of local cooling on growth and water content of plants. *Netherlands Journal of Agricultural Science* **20**: 203-217.
8. **Magnús Ágústsson; 1991.** Orkunotkun í garðyrkju - Staða og hugleiðingar um framtíðina. Erindi flutt á Orkuþingi 1991.
9. **Óli Valur Hansson; 1982.** Útiræktun við jarðvegsupphitun. Nýting jarðhita við garðyrkju- ráðstefna að Hótel Loftleiðum 2. desember 1980. Orkustofnun OS-82027/JHD 03.
10. **Sepaskhah A.R., et.al.; 1973.** Experimental analysis of subsurface soil warming and irrigation system utilizing waste heat. An ASME publication 73-WA/HT-11, bls. 5-9.
11. **Sigurður Práinsson; 1983.** Ræktun hvítkáls í heitum jarðvegi. Garðyrkjufrétt nr. 113. Garðyrkjuskóli ríkisins.
12. **Wendt V.T.; 1979.** Bodentemperatur bei Gemüsekulturen. V. Möhren. *Gemüse* **15**: 284-286.
13. **Wendt V.T.; 1980.** Bodentemperatur bei Gemüsekulturen VII. Grünkohl und Porree. *Gemüse* **16** (10): 326-328.
14. **Wendt V.T.; 1981.** Bodentemperatur bei Gemüsekulturen. IX. Eissalat. *Gemüse* **17** (8): 290-292.

**ÍSÓ**  
**SNJÓBRÆÐSLURÖR**



**HAMPIÐJAN**

Grétar Leifsson, verkfr.  
Ísleifur Jónsson hf.



Grétar Leifsson

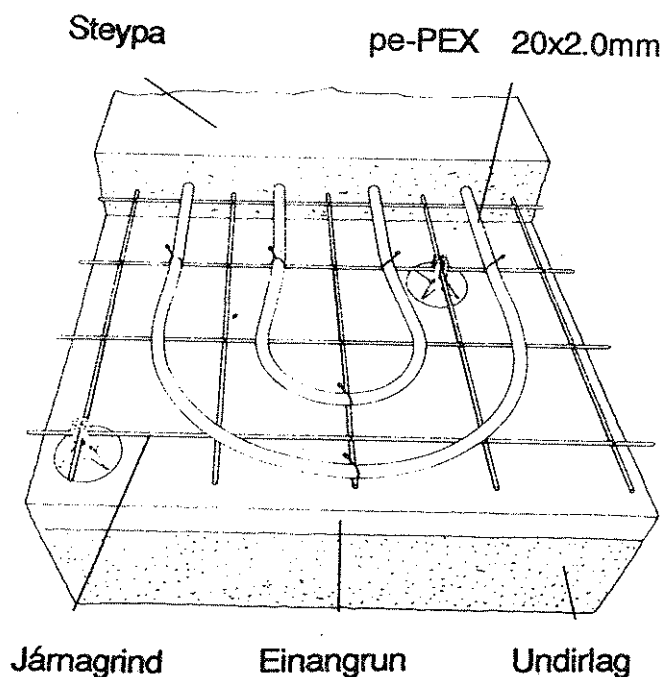
## GÓLFHITAKERFI

Á undanförunum árum hefur það færst í vöxt að í nýbyggingar sé komið fyrir gólfhitakerfum. Oftast eru þetta lítil kerfi sem byggjast á því að nota afrennsli af einum miðstöðvarofni í viðkomandi herbergi t.d. baðherbergi. Þetta geta orðið fleirri herbergi t.d. þvottahús, forstofa, sólstofa og bílskúr. Hugmyndin er að losna við köld gólf, en einnig þorna upphituð gólf fyrr og gefa frá sér hita, þannig má segja að betri nýting sé á vatninu, ef vatnið fer að lokum í gegnum gólfhitakerfi.

Gólfhiti af einfaldri gerð er ágætur sem slíkur, en ókostur er að ekki er hægt að stjórna hitanum, en oftast er hitinn of lítill. Hægt er að bæta við hitann, en um leið má leiða hugann að því hvers vegna ekki eingöngu að hafa gólfhita. Aukin eingangurn húsa gerir það að verkum að hús má eingöngu eða að hluta til hita með gólfhita. Nokkur slík gólfhitunarkerfi eru í gangi hérlandis, bæði í íbúðar og atvinnuhúsnaði, og er almenn ánægja með þá reynslu sem komin er.

### Hvað er gólfhiti ?

Flest öll gólfhitunarkerfi byggjast á því að lögð eru hitapólin plaströr í gólfið, annahvort steipt í pötuna eða í flögnina. Heitu vatni ca. 30 - 50 °C er veitt um rörin. Ekki er ráðlegt að setja fullheitt hitaveituvatn beint inná rörin. Í kerfum þar sem gólfhitun er ein og sér, eru venjulega notaðir varmaskiptar.



Mynd 1.

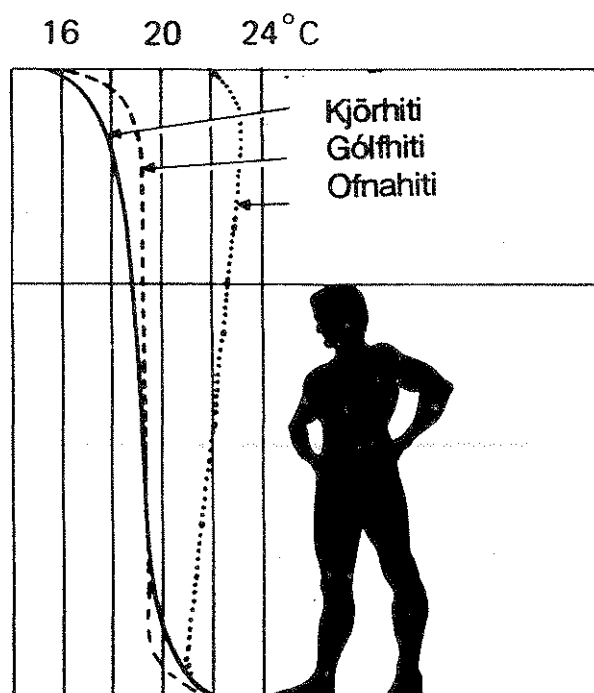
Flest gólfefni henta fyrir gólfhitakerfi, en það leiðir af hlutarins eðli að flísar, marmari, dúkur og parket henta best. Við lagningu fljótandi parkets skal þó gæta að undirlagið sé þunnt t.d. tvö lög af plasti til þess að fá góða varmaleiðni. Teppir eru ekki heppileg þar sem varmaleiðni þeirra er léleg og hitinn gæti haft óæskileg áhrif á teppið. Spyrjast skal fyrir hjá seljanda um hentuleika hvernar gerðar um sig.

Gólfhiti hentar í allar gerðir bygginga t.d. verslanir, skrifstofur, sýningasali, íþróttahús, kirkjur, flugskýli o.s.frv.

### Hvers vegna gólfhiti ?

Það kannast allir við gólfkulda þar sem gólfplatan er á jarðhæð, sérstaklega á þetta við flísalögð gólf. Gólfhitinn gerbreytir slíkum gólfum. Ekki er ráðlegt að hafa hærra hitastig en 27-28 °C á yfirborði gólfa sem eru íveruherbergi, en allt að 32 °C fyrir herbergi þar sem stutt er stoppað við í einu.

Vegna þess að hitinn kemur frá öllu gólfinu, þá er bæði jöfn hitadreifing yfir allan gólfhlötinn og einnig jafn hiti frá gólfi og upp að lofti. Ofnakerfi hefur t.d. ekki þessa jöfnu dreifingu, en þar er mestur hiti uppi við loft. Gólfhitakerfi liggja næst kjörhita af sambærilegum hitunarmöguleikum.



Mynd 2.

Fæturnir eru hitanemar líkamans, ef þeim er kalt, þá er manni öllum kalt, þó lofthitinn sé nægur. Vegna þessa þá má lækka lofthita í húsum um allt að 2°C, miðað við ofnakerfi, án þess að fórnna þægindum. Lægri lofthiti þýðir bæði betra loft t.d. hærra rakastig og lægri orkunotkun, u.þ.b. 5-10%.



Gólfhitiakerfið er algerlega falið, þannig fæst fullkomið frjálsræði varðandi uppröðun húsganga og innréttinga, í samanburði við ofnakerfi. Einnig er gólfhitakerfi hljóðlaus og þrífaleg.

Gólfhita hefur að ósekju verið líkt við loftgeislahitun, sem var nokkuð vinsæl fyrir um 30 árum. Geislahitun hefur ekki þótt standast kröfur um þægindi, en á hins vegar ekkert skilt með gólfhita, nema það eitt að rörin eru innsteypt í báðum tilvikum. Geislahitun var steypt í neðri brún á loftsins og kom hitinn sem geislun niður. Rannsóknir hafa sýnt að hinn mikli hiti sem er umleikis höfuðið er óþægilegur og þýðir þurrara loft. Algerlega andstætt þessu er gólfhitinn þar sem hæfilegur hiti þykir notalegur fyrir fæturnar.

### Hönnun og lagning

Aukin einangrun húsa gerir það að verkum að gólfhiti getur verið ein og sér. Sem dæmi þá gefur gólf sem er með 27 °C yfirborðshita um 75 W/m<sup>2</sup> og 32 °C yfirborðshiti gefur um 130 W/m<sup>2</sup>.

Tegund gólfefna og þykkt plötu hefur áhrif á það meðalhitastig sem nauðsynlegt er að hafa á vatninu í rörunum, en algengt er að um 40 °C sé nægjanlegt á kaldasta tíma, en lægra annars. Teppi þurfa t.d. 5-10 °C hærra meðalhita á vatninu. Mismunur á hitastigi inn og út er 10-15 °C. Við lagningu röranna er ráðlagt er að hafa túrinn við útvegg og retúrinn í átt að miðju hússins, en ekki túr og retúr saman eins og í snjóbræðslu. Ventlakistan ætti að vera miðsvæðis og þarf ekki endilega að vera hjá inntaki hitaveitu. Varmaskiptir, dæla, o.s.frv. eru hinsvegar ágætlega staðsett við inntak hitaveitu.

Yfirleitt eru notuð 20 mm rör plaströr, en þó eru einning notuð rör frá 15 mm upp í 25 mm. Því minni sem rörin eru verður að gæta þess að þrýstifallið verði ekki of mikið, t.d. er ekki ráðlegt að hafa lengri slaufur en 100m fyrir 20mm rör.

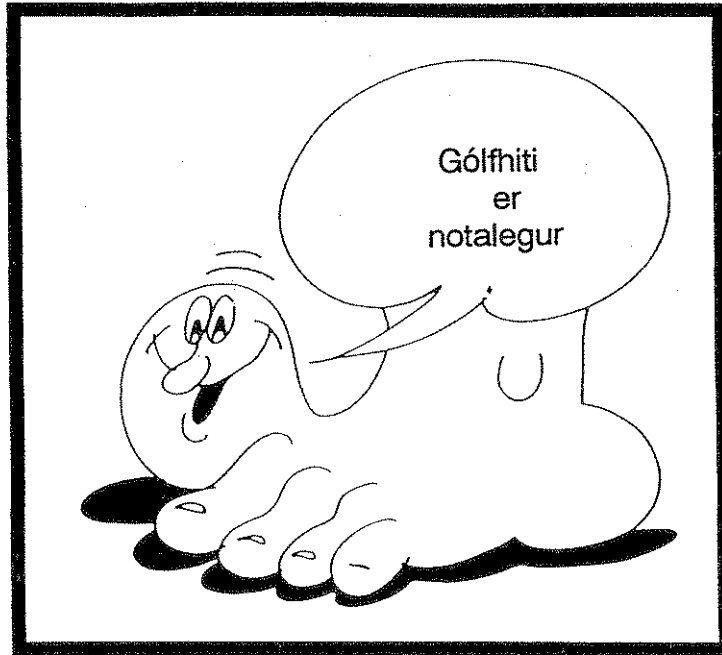
Steypta leiðir varma betur en sandur, þannig að það má leyfa sér lengra bil á milli röra en í snjóbræðslu. Hér er lagt til 30 cm millibil og lengra á milli í stórum byggingum þegar komið er um 5 m frá útvegg. Þykkt steypu ofaná rörin þarf að mera minnst 3 cm og mest 7 cm frá endanlegu gólfyfirborði. Þetta þýðir að í lagi er að leggja rörin í flögn sem er t.d. 4-5 cm þykk. Ef rörin eru steypt í plötuna þá eru þau bundin með benslavír bein á járnagrindina og fest með kapalspennum eða borðakerfi ef þau eru lögð beint á pötu.

Plast þenst mikið út við hita og halda margir að þetta leiði til þess að rörin geti þannig sprengt steyptar plötur. Þetta er alrangt, því þótt þenslan sé mikil, þá er krafturinn lítill. Örlítið laga af steypu ofaná rörin heldur þeim föstum. Það sem gerist hinsvegar er að þenslan fer öll á þverveginn, þ.e. rörveggurinn þykknar.

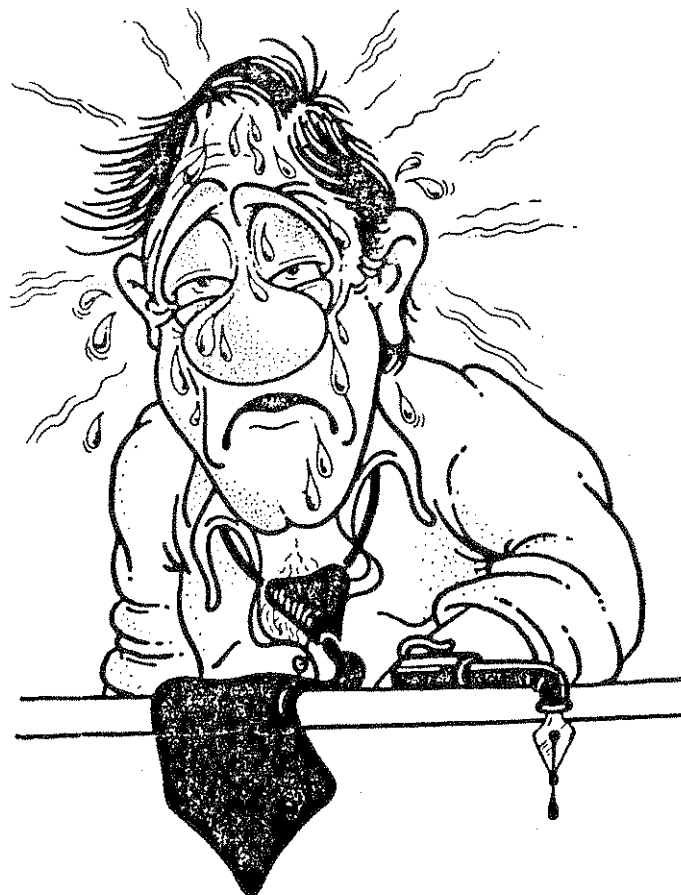
Sérstaklega skal bent á að gólfhitiakerfi, stór og smá þarf að hanna strax í upphafi, um leið og húsið er teiknað, en ekki skellt inn þegar búið er að steypa upp húsið.

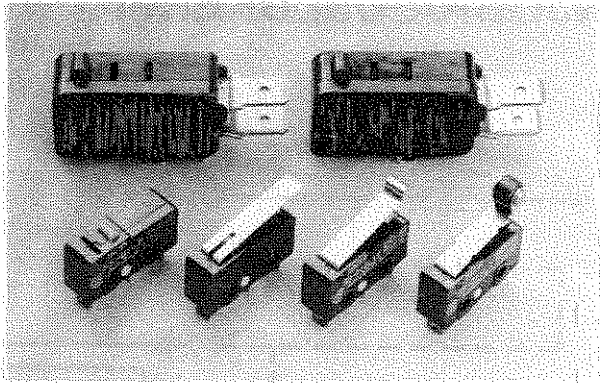
### Kostnaður

Einföld kerfi, þar sem afrennslisvatn af miðstöðvarofni er notað eingöngu eru ódýr og fljótleg, ca. 1000 kr/m<sup>2</sup>, efni og vinna. Slík kerfi er sjálfsagt að hafa t.d. á baði, þvottahúsi og anddyri. Þessi kerfi má setja t.d. í flögn og þarf því ekki að vera of seint að koma slíku kerfi fyrir þó svo að búið sé að steypa upp.



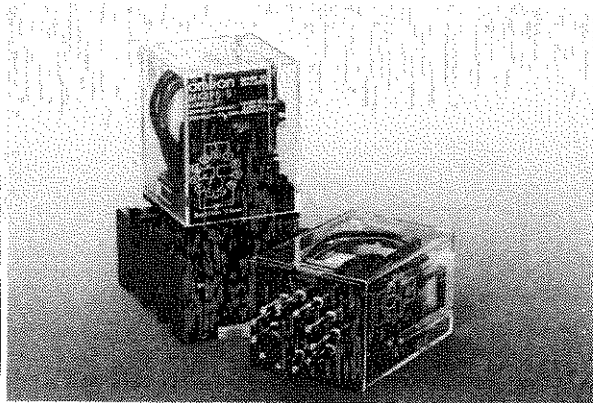
Flóknari kerfi sem taka yfir allan gólfhlötinn, annaðhvort sem viðbótarhitun við ofna eða ein og sér, þurfa meiri umhugsun. Slík kerfi þarf nauðsynlega að hanna um leið og húsið og rörunum þarf að koma fyrir um leið og steyp er. Oftast þarf að hafa varmaskiptakerfi, sem er staðsett við inntaksgrind hitaveitu. Gólfhitakerfi sem eru eina hitunin þurfa einnig hitaskynjara í hvert herbergi, sem kerfst þess að lögð séu rafmagnsrör og dósir sérstaklega. Kostnaður við slík kerfi er ca. 2000-3000 kr/m<sup>2</sup>, efni og vinna.





### 1. MÍKRÓROFAR OG ENDASTOPP

Míkrórofar 1mA/5VDC - 21A/250VAC. Endastoppsofar í málm eða plasthúsi IP65-67.



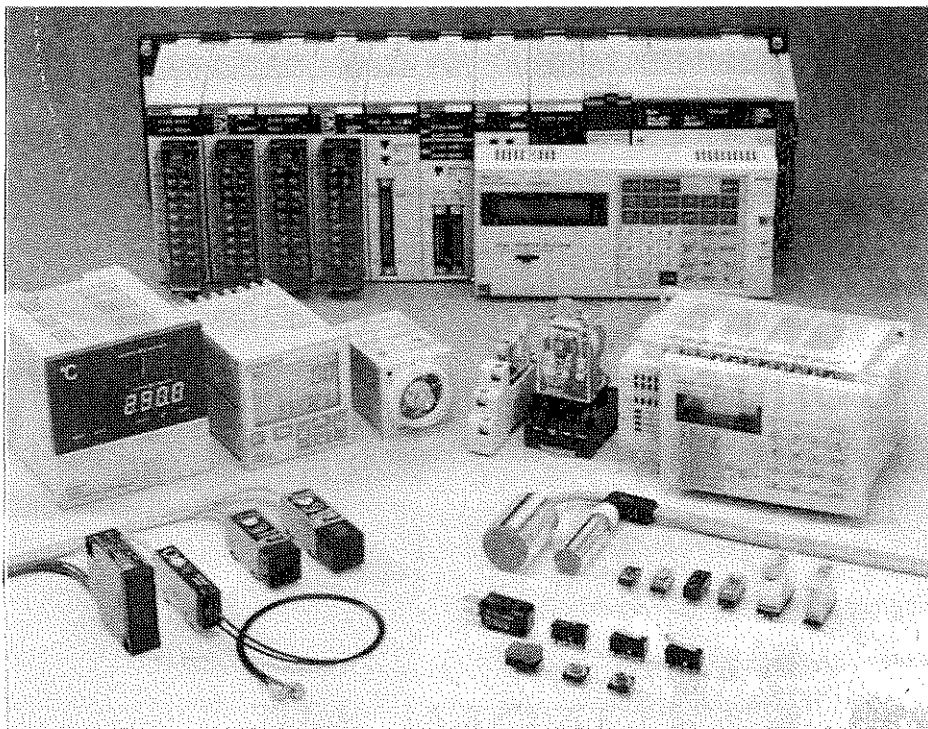
### 2. LIDAR OG SÖKKLAR

5-110VDC, 6-220VAC, 3-20A. Til festinga í sökklar og á prentplötur.

## OMRON SJÁLFVIRKNI- BÚNAÐUR

Með yfir 100.000 vörunúmer býður OMRON upp á meira úrval búnaðar til nota í sjálfvirkni en nokkurt annað fyrirtæki.

Rofar, liðar, tímaliðar, teljarar, namar, hitareglar. Í stuttu máli allt sem þarf til þróaðs sjálfvirknibúnaðar, allt frá sama framleiðanda og allt í sama gæðaflokki.



 **Tæknival**

SKEIFAN 17, 108 REYKJAVÍK

SÖLUDEILD ☎ (9)1-681665

ÞJÓNUSTA ☎ (9)1-683020

FAX ☎ (0)1-680661

# STJÓRNTÆKI FYRIR SNJÓBRÆÐSLUKERFI

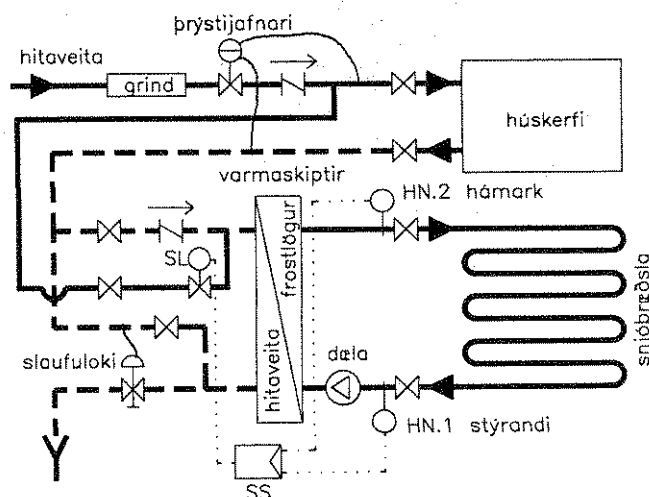
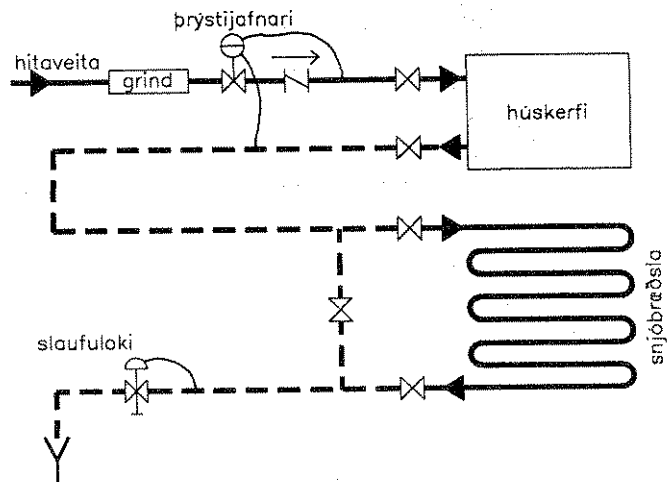
Snjóbræðslukerfi geta verið byggð upp á marga vegu. Þar ræður stærð á flötum sem hita á upp og með hverju er hitað.

Einfaldasta kerfið er að nota eingöngu húsafrennsli til snjóbræðslunnar. Síðan má bæta við útfærslum svo sem skerpingu frá hitaveitu, hringrásardælu, frostlagarvarmaskipti o. fl.

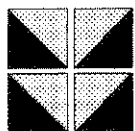
Stýringar fyrir þessi snjóbræðslukerfi geta einnig verið margvíslegar, allt frá því að hafa enga stýringu upp í flóknari stýringar með ýmsum gerðum af stjórnlokum, hitanemum (hámark-/lágmark) og stjórnstöðvum. Þessar stýringar geta verið annaðhvort sjálfknúnar eða rafknúnar.

VARMÍ HF selur sjálfknúin stjórn-tæki frá þýska fyrirtækinu **Iwka Regler + Kompensatoren** og rafknúin stjórn-tæki frá svissneska fyrirtækinu **Staeafa Control System**.

VARMÍ HF veitir verkfræðilega ráðgjöf við val á tækjum.



**Staeafa  
Control  
System**



**VARMÍ HF**

LAUGAVEGI 168 · 125 REYKJAVÍK · SÍMI / FAX : 17560 / 624110

Hrefna Kristmannsdóttir, jarðefnafr.  
Orkustofnun

## SÚREFNISUPPTAKA, ÚTFELLINGAR OG MENGUN VATNS Í SNJÓBRÆÐSLULÖGNUM



*Hrefna Kristmannsdóttir*

### Inngangur

Áberandi er í þeirri umfjöllun, sem verið hefur um snjóbræðslulagnir gegnum tíðina, að umræðan hefur alfarið snúist um tæknihlíðina og nær ekkert hefur verið fjallað um hitaveituvatnið og hugsanleg mengunaráhrif. Má vera að þar sé angi af þeirri útbreiddu trú manna að íslenskt hitaveituvatn sé vandræðalaust til allra nota og jafnvel stórhollt til beinnar neyslu. Eins og verið hefur að koma í ljós á undanförunum árum er þessi trú manna ekki alfarið rétt, þótt á mörgum stöðum sé hitaveituvatn vissulega vandræðalítið í nýtingu og meinlaust til neyslu.

Í þessu erindi verður fyrst og fremst fjallað um þá þætti, sem varða eiginleika vatnsins og áhrif snjóbræðslukerfa á hitaveitukerfin. Er þar einkum litið til útfellinga, sem orðið geta í vatni, svo og mengunar og súrefnisupptöku í tvöföldum kerfum, þar sem vatnið fer í almenna dreifingu eftir að hafa farið gegnum snjóbræðslukerfi.

Þau atriði, sem tekið er á eru:

1. Mikilvægi þess að þekkja vatnsgerð við hönnun kerfis.
2. Mengun í tvöföldum hitakerfum vegna:
  - a. Upptöku súrefnis eða lífrænna efna í umhverfi röranna.
  - b. Útleysni efna úr plastinu sjálfu.

Á Orkustofnun hefur um langan tíma verið unnið að rannsóknum á jarðhita og nýtingu hans. Á síðari árum hefur aukin áhersla verið lögð á þjónustu stofnunarinnar við hitaveitur, einkum á því sviði er lýtur að rekstri hitaveitna og vinnslueftirliti með jarðhitasvæðum.

Í lághitavatni næst í fæstum tilvikum nægileg yfirmettun með tilliti til efnasambanda til að útfelling verði í snjóbræðslukerfum. Einnig eru hvörf hægari við þann lága hita, sem eru venjulega í snjóbræðslukerfum, svo jafnvel þótt yfirmettun náist er ekki líklegt að útfelling verði.

Í allflestum tilvikum eru snjóbræðslukerfi, sem nota affallsvatn, byggð á beinni hitun en ekki á varmaskiptum og frostlegi. Vatn, sem mengast eða tekur í sig súrefni getur því komist í dreifikerfi hitaveitna og valdið þar vandræðum.

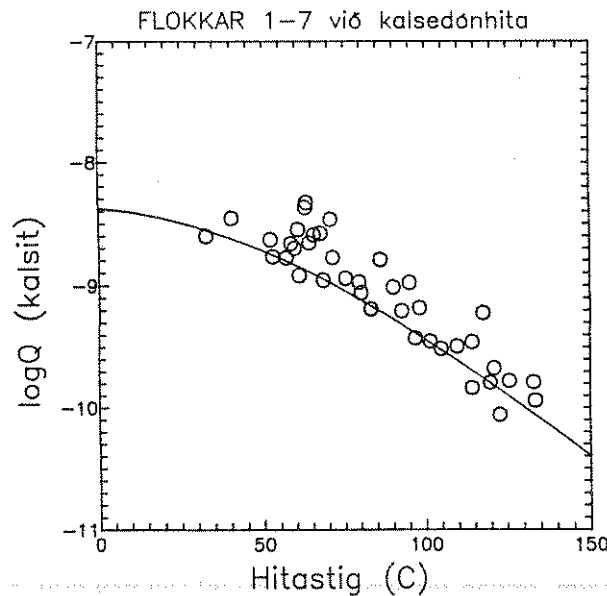
Sum plaströr eru við framleiðslu meðhöndluð með eitruðum efnasamböndum og því getur verið hætt á efnamengun vatns, sem um þau rennur. Fari vatnið aftur inn í dreifikerfi hitaveitunnar getur verið hætt á slysi.

Lífræn efni og olía geta flætt gegnum veggja plaströra og því getur orðið mengun í heitavatnskerfum af slíkum sökum, þar sem um tvöföld kerfi er að ræða.

### Útfellingahætta við jarðhitanytingu

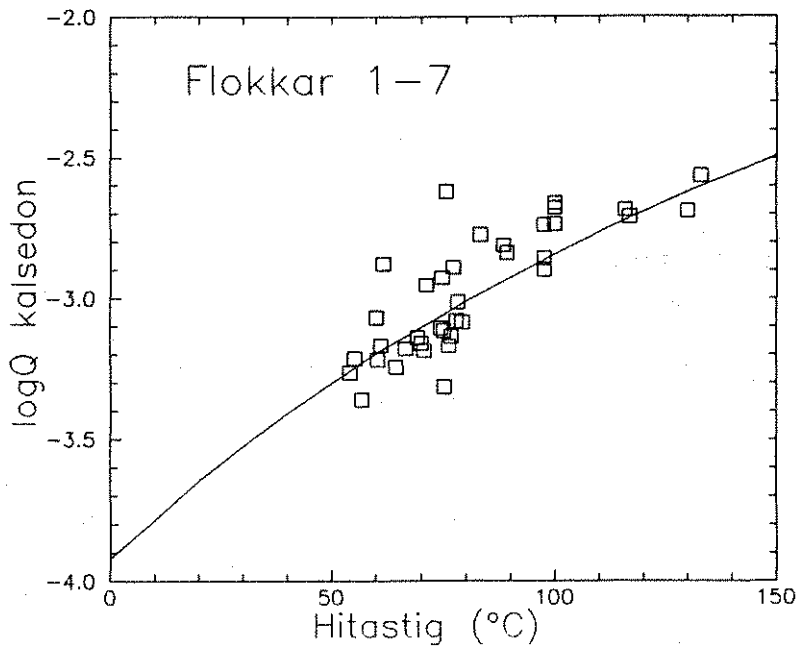
Jarðhitavatn er mettað af ýmsum steindum og efnasamböndum. Við eðlisbreytingar í vatninu svo sem kælingu, afloftun við suðu, blöndun við annað vatn eða jafnvel upphitun, getur það orðið yfirmettað. Þegar yfirmettun verður er hætt á að efnið falli út úr vatninu uns mettun er náð að nýju við hinar breyttu aðstæður (Hrefna Kristmannsdóttir, 1988, 1990).

Allt jarðhitavatn á Íslandi er við náttúrulegar aðstæður nær nákvæmlega mettað af kalki, eins og sýnt er mynd 1, þar sem jónamargfeldi kalsíums og karbónats eru teiknuð á móti hita inn á mynd, sem sýnir fræðilegt jafnvægi kalks á móti hita. Þar sem uppleysanleiki kalks lækkar með hækkuðum hita þá veldur kæling hitaveituvatns við nýtingu alls ekki útfellingu. Kalk er eitt af fáum efnum, sem svo er ástatt um, en yfirleitt vex uppleysanleiki efna með hækkuðum hita. Uppleysanleiki kalksins er háður sýrustigi, og loftun vatnsins (sem leiðir til hækkunar pH) veldur því oft yfirmettun með tilliti til kalks og sömuleiðis suða vatns. Blöndun misheits vatns leiðir einnig oft til yfirmettunar á blöndunni.



Mynd 1. Kalkmettun hitaveituvatns á Íslandi (flokkar 1-7), skv. flokkun Hrefnu Kristmannsdóttur, 1990). Lausnarmargfeldin eru teiknuð inn svo og fræðilegur jafnvægisferill fyrir kalksteindina kalsít.

Styrkur kísils í lághitavatni stjórnast af jafnvægi við kísilsteindina kalsedon (mynd 2). Hætta á kísilútfellingum verður þó yfirleitt ekki fyrir en eftir að yfirmettun verður í vatninu á kísilsambandinu ópal, sem er ókristölluð kísilsteind. Lághitavatn verður yfirleitt ekki yfirmettað af ópal fyrir en við hita um og undir 20°C og eru því sjaldan nein vandkvæði vegna kísilútfellinga við venjulegan hitaveiturekstur. Útfellingar álsilikata hafa orðið við nýtingu háhitavatns og næst mettun fyrir álsiliköt við nokkru hærri hita en fyrir ópal.



Mynd 2. Jafnvægisferill fyrir kísilsteindina kalsedón á móti hita. Tilsvarandi lausnarmargfeldi fyrir hitaveituvatn á Íslandi (flokkar 1-7 skv. skýrslu Hrefnu Kristmannsdóttur, 1990) er einnig sýnt.

Jarðhitahitavatn, sem inniheldur brennisteinsvetni ( $H_2S$ ) myndar gjarna járn-súlfíðhúð innan á stálrörum þar sem vatnið er tærandi og leysir út járn úr stálrörum, sem svo fellur út flótlega aftur sem súlfíð. Ýmsar aðrar gerðir útfellinga eru þekktar við jarðhitanýtingu á Íslandi og er sýnt yfirlit yfir þær í töflu 1.

Tafla 1. Helstu gerðir útfellinga, sem þekktar eru við jarðhitanýtingu á Íslandi.

Gerðir útfellinga	Háhitavatn	Lághitavatn	Upphitað vatn	Útfellingastaður	
				Í holu	Á yfirborði
Kalk (kalsít, aragónít)	x	x		x	x
Kísill	x			x	x
Magnesium-sílikat		x	x		x
Járn-sílikat	x			x	
Síliköt				x	
Járn-magnesium-sílikat	x				
Zink-sílikat		x			x
Ál-sílikat	x				x
Járn-súlfíð				x	x
FeS <sub>2</sub> (pyrít markasít)	x			x	x
FeS (pyrrótít)	x	x		x	x
Járnoxíð				x	x
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (magnetít)	x				x
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (hematít)	x	x			x
Járnklóríð	x				x
FeCl <sub>3</sub>					
Önnur				x	x
málm-súlfíð	x				
Kalsíum súlfat (anhydrit)	x			x	

Eins og fram kemur í töflu 1 hafa margskonar útfellingar komið fram við jarðhitanýtingu á Íslandi en það eru aðeins örfá efnasambönd sem valdið hafa verulegum vandræðum í hitaveitum. Þau helstu eru kalk, kísill, magnesiúmsambönd og álsíliköt.

Þær útfellingar, sem mestum vandamálum valda við nýtingu lághitavats á Íslandi eru **kalkútfellingar**. Halda má kalkútfellingunum í lágmarki með því að gera góða úttekt á vinnslueiginleikum vatnsins og sníða hönnun veitu að niðurstöðum hennar.

Selta hefur hvetjandi áhrif á öll efnahvörf í vatninu, þar á meðal súrefnistæringu og útfellingar og því er saltmengað hitaveituvatn mun lakara til nýtingar en ferskt. Almennt má segja að búast má við tæringu og útfellingu í vatni, sem hefur klóríðstyrk 100 mg/l eða meira. Salta vatnið er mettað með tilliti til sömu steinda og það ferska, en útfellingahætta er miklu meiri þar sem hvörfunarhraði er meiri en í ferska vatninu.

### Útfellingar í snjóbræðslukerfum

Í snjóbræðslukerfum fer hiti vatnsins langt niður fyrir það sem venjulegt er í hitaveitukerfum. Getur því verið aukin hætta á að yfirmettun verði með tilliti til ýmissa efnasambanda, sem ekki verða yfirmettuð í venjulegum hitaveitukerfum. Verði yfirmettun er orðin hætta á útfellingu, þótt ýmsir þættir hafi áhrif á það hvort og hversu ör hún verður. Uppleysanleiki kalks eykst með lækkanði hita og því er ekki hætta á kalkútfellingum við kælingu vatnsins. Uppleysanleiki flestra silikata minnkar hins vegar með lækkanði hita. Efnahvörf eru því hraðari sem hiti er hærri, þannig að við eins lágan hita og gjarna er í snjóbræðslukerfum er minni útfellingahætta en ef yfirmettun efna verður við hærri hita. Í saltmenguðu vatni gæti útfellingahætta þó verið talsverð, jafnvel við lágan hita, þar sem aukin selta virkar hvetjandi á efnahvörfin.

Örfá dæmi eru þekkt um útfellingar í snjóbræðslukerfum. Á Seltjarnarnesi hefur bæjarfélagið sett upp snjóbræðslu við flestar opinberar byggingar og nær það nú yfir um 9300 m<sup>2</sup> auk allra annarra kerfa, sem einkaaðilar hafa sett upp. Hitaveituvatnið á Seltjarnarnesi er talsvert saltmengað. Óþalmettun verður ekki í vatninu fyrr en við um 20°C. Kerfin, sem bæjarfélagið hefur sett upp, eru með plastlögnum og notað er bakrásarvatn með sjálfvirkri innspýtingu af hitaveituvatni ef mjög kalt er til að varna því að frjósi í kerfunum. Vart hefur orðið við útfellingar í nokkrum snjóbræðslukerfanna á Seltjarnarnesi. Efnarannsóknastofu Orkustofnunar barst sýni til athugunar haustið 1989 frá snjóbræðslukerfi við Eiðistorg og var það rannsakað allnákvæmlega. Sýnið var nær ókristallað, en röntgenlínurit benti til að mikill ókristallaður kísill væri í því. Efnagreining sýndi að efnið var álsilikat með 61% kísli og 7% áli og afgangurinn að mestu vatn. Þessi útfelling er því að mestu illa kristallað álsilikat ekki ósvipað og féll út við nýtingu háhitavats í hitaveitunum í Hveragerði og Reykjahlíð. Þetta efnasamband er illa þekkt og ekkert vitað um efnavarmafræðilega eiginleika þess en reynslan hefur sýnt að það féll út við 5-10°C herra hitastig en óþalmettun náðist við. Ekki er því ósennilegt að hætta gæti verið á slíkri útfellingu frá um 30°C hita í lághitavatni eins og á Seltjarnarnesi. Líklegt að við svo lágan hita geti náðst talsvert mikil yfirmettun áður en fer að falla út og því mest hætta á útfellingu þar sem til staðar eru hvatar eins og há selta í vatninu.

Við hönnun snjóbræðslukerfa þarf því greinilega að taka mið af eiginleikum vatnsins og ástæða er til að nota fremur forhitara þar sem vatnið er saltmengað heldur en beina hitun. Æskilegt væri að fram færu rannsóknir og tilraunir á útfellingahættu í hitaveituvatni af mismunandi gerðum við þær aðstæður sem eru í snjóbræðslukerfum.

### Jarðhitavatn og súrefni

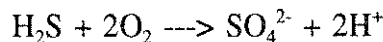
Mest allt jarðhitavatn hérlendis er að uppruna regnvatn, sem hefur sytrað niður í jörðina og hitnað þegar það komst í snertingu við heitt berg. Þegar regnvatnið fellur til jarðar er það mettað af súrefni sem hvarfast við bergið og súrefnismagn vatnsins lækkar. Allt vatn sem er heitara en 80°C þegar það kemur upp á yfirborð er súrefnissnautt. Þegar það kólnar og kemst í snertingu við andrúmsloft, dregur það til sín súrefni, sem leysist í vatninu, þannig



að ekki verður unnt að skilja það frá í gasskiljum, eins og t.d. köfnunarefni ( $N_2$ ). Súrefnið í vatninu verður síðan til þess að vatnið er tærandi þegar það kemur inn á dreifikerfi hitaveitna og hita-og neysluvatnskerfi húsa (Magnús Ólafsson, 1988 og 1989).

Súrefnistæring er hröðust í söltu vatni eða í öðru vatni sem hefur hátt efnainnihald. Hátt efnainnihald virkar hvetjandi á öll efnahvörf og verður tæring og útfelling efna hraðari í söltu og efnaríku vatni en efnasnauðu.

Víða er brennisteinsvetni ( $H_2S$ ) til staðar í jarðhitavatni og almennt má segja, að styrkur brennisteinsvetnis í vatni aukist með hækkandi hita þess. Brennisteinsvetni er þeirrar náttúru að það eyðir súrefni úr vatninu á þann hátt að hvarfast við súrefnið og mynda súlfat- ( $SO_4^{2-}$ ) og vetnisjónir ( $H^+$ ) á eftirfarandi hátt:



Efnahvarf þetta gengur hratt fyrir sig og eyðast bæði efnin ( $H_2S$  og  $O_2$ ) þar til annað er uppuríð. Súrefni og brennisteinsvetni eru því aldrei til staðar saman, ef þau hafa fengið tíma til að hvarfast.

Brennisteinsvetni er á þennan hátt hentugt efni til að eyða súrefni úr vatni. Á nokkrum stöðum, þar sem súrefni er í eða kemst í heitt vatn hjá hitaveitum, en brennisteinsvetni er ekki til staðar til að eyða því, hefur verið gripið til þess ráðs að blanda natríum-súlfíti ( $Na_2SO_3$ ) í vatnið til að eyða súrefninu.

Uppleyst súrefni í jarðhitavatni er líklega það efni sem hefur valdið hvað mestum erfiðleikum við rekstur hitaveitna hérlendis. Súrefnið veldur málmæringu á stálhlutum sem vatnið fer um, svo sem rörum og ofnum.

Í grófum dráttum má segja að það eru einkum þrjár ástæður fyrir súrefni í heitu vatni hjá hitaveitum:

Þar sem fremur kalt jarðhitavatn er tekið grunnt er oft hætta á því að uppleyst súrfi geti verið í vatninu.

Þar sem súrefni andrúmsloftsins kemst í snertingu við heitt vatn í miðlunargeymum.

Þar sem súrefni andrúmsloftsins nær að "streyma" inn í aðveitueðar úr plasti.

### Súrefnisupptaka í plaströrum

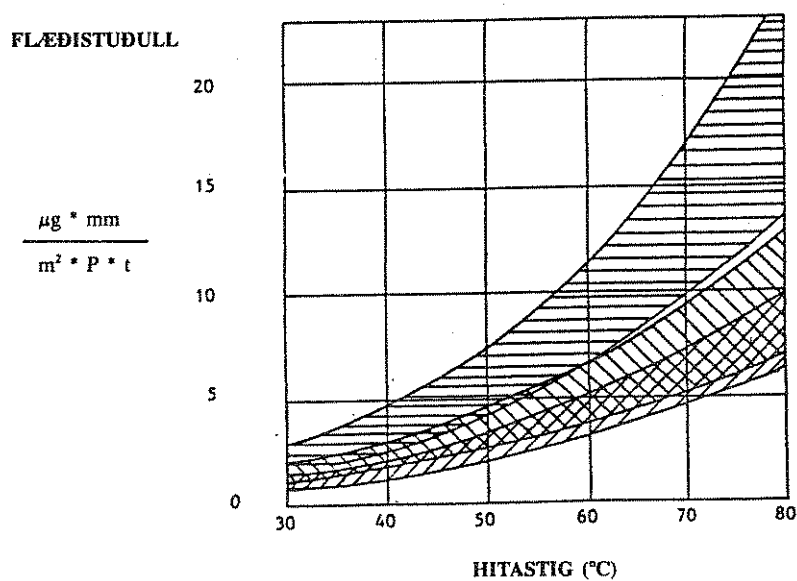
Það hefur lengi verið þekkt á meðal framleiðenda og notenda plaströra, að rörin hleypa í gegnum sig súrefni andrúmsloftsins. Röraframleiðendur hafa staðið fyrir ýmsum mælingum og tilraunum til úrbóta. Við rannsóknir þessar hefur komið í ljós að hraði súrefnisupptöku er háður mörgum þáttum, svo sem hita vatnsins sem um rörið fer, veggþykkt og yfirborðsflatarmáli rörsins og dvalartíma vatnsins í rörinu. Þannig minnkar upptaka súrefnis eftir því sem hiti vatnsins lækkar og veggþykkt rөрanna verður meiri.

Til að lýsa innstreymiinu er yfirleitt stuðst við svokallaðan flæðistuðul. Flæðistuðullinn tekur til þeirra þátta, sem hafa áhrif á innstreymið, annara en hita og hann má setja fram á eftirfarandi hátt, sem fall af hita vatnsins:

$$\mu\text{g} * \text{mm}$$

$$\text{m}^2 * P * t$$

þar sem  $\mu\text{g}$  er uppleyst súrefni í míkrogrömmum,  $\text{mm}$  er veggþykkt rörs í millimetrum,  $\text{m}^2$  er yfirbörðsflatarmál rörs í fermetrum,  $P$  er mismunaprýstingur súrefnis í bar og  $t$  er dvalartími vatnsins í rörinu í sekúndum. Á mynd 3 er sýnt hvernig súrefnisinnstreymið breytist sem fall af hita vatnsins í mismunadi plaströrum (Ásbjörn Einarsson ofl. 1985).



Mynd 3. Áhrif hita á flæðistuðul í plaströrum (Ásbjörn Einarsson ofl. 1985).

### Súrefnisupptaka í snjóbræðslukerfum

Prófanir, sem gerðar voru fyrir nokkrum árum á vegum Sambands íslenskra hitaveitna (Ásbjörn Einarsson ofl. 1985) bentu til þess, að í flestum tilvikum væri óveruleg súrefnisupptaka í snjóbræðslukerfum, þar sem mjög dregur úr innstreymi súrefnis með lækkandi hita vatnsins. Í kerfum, sem rekin eru á affallsvatni eingöngu er þannig óveruleg hætta á innstreymi súrefnis. Sé hins vegar notað heitara vatn eykst innstreymishraðinn ört með hækkandi hita (mynd 3).

Fáar mælingar eru til af innstreymi súrefnis í plaströr í snjóbræðslukerfum. Mælt hefur verið súrefni við úttak nokkurra snjóbræðslukerfa á Seltjarnarnesi og reyndist vera óveruleg upptaka súrefnis í þeim. Mælingar fóru fram að vorlagi og var þá einungis bakrásarvatn á kerfunum.

Eins og fram hefur komið þá dregur verulega úr innstreymi súrefnis með hækkandi hita vatnsins. Jafnframt eru snjóbræðslukerfi að öllu jöfnu þakin steinhellum eða malbiki þannig að súrefni andrúmsloftsins á ekki greiðan aðgang að þeim. Þetta breytir þó ekki þeirri

staðreynd, að innstreymi súrefnis í plaströr getur verið verulegt vandamál og við hönnun snjóbræðslukerfa er nauðsynlegt að hafa það í huga.

### **Mengun vatns í snjóbræðslukerfum**

Plaströr hleypa auðveldlega í gegnum sig ýmsum lofttegundum, lífrænum efnum og olíu. Komist slík efni í bakrásarvatn í tvöföldum kerfum fer það aftur í dreifikerfið og mengar hitaveituvatnið.

Lághitavatn á Íslandi hefur verið álitid gott eða a. m. k. meinlaust til beinnar neyslu og annarra nota. Algengt er að það sé notað til matargerðar. Engin sérstök reglugerð er til um hvaða kröfur eigi að gera til hitaveituvatns né heldur um reglulegt eftirlit með neysluhæfni þess. Þar sem hitaveituvatn er yfirleitt ekki notað sem drykkjarvatn virðist eðlilegt að leggja annað mat á nothæfni þess. Verið er að vinna að reglugerð um kröfur til hitaveituvatns á vegum Heilbrigðisráðuneytisins, en nú miða heilbrigðisyfirvöld við drykkjavatnsstaðla frá World Health Organization (WHO) við mat á heitu vatni. Þótt væntanlega verði skilgreint í komandi reglugerð að hitaveituvatn sé notkunarvatn til baða og þvotta, en ekki drykkjarvatn, þá verður ávallt að gera þá kröfu til þess að það sé ekki beinlínis hættulegt. Þannig er eðlilegt að gerðar væru ráðstafanir til að hitaveituvatn mengist ekki verulega og að haft verði eftirlit með því. Við framleiðslu sumra gerða plaströra eru notuð eitruð efnasambönd og eru þessi rör ekki leyfileg til notkunar í neysluvatnsdreifikerfum. Samkvæmt nýlegri skýrslu eftir Leif Amby (1991) veldur upplausn lífrænna kolefna- og köfnunarefnissambanda úr plaströrum auknum vexti örvera í vatninu.

Hlálégt dæmi um slíkt innstreymi gegnum plaströr rákust höfundar á fyrir nokkrum árum þar sem lögð hafði verið plastlagn fyrir heitt vatn til nautabúsins í Hrísey og hún einangruð með mykju í sparnaðarskyni. Þegar skrúfað var frá heitavatnskrana á búinu lagði angan frá vatninu langar leiðir.

Snjóbræðslukerfi við íbúðarhús eru í flestum tilvikum úttektaskyld, en því er ekki stranglega framfylgt. Ekki er skráð hvaða gerð röra er notuð þó svo að teikningar séu lagðar inn. Hjá opinberum aðilum, sem leggja snjóbræðslukerfi er oft ekki heldur athugað sérstaklega, né skráð, hvaða gerð af rörum er notuð í hverju tilviki. Engar reglur eða staðlar eru til um hvaða rör skuli notuð í snjóbræðslukerfum.

### **Samantekt**

Við hönnun og lagningu snjóbræðslukerfa er nauðsynlegt að taka mið af efnasamsetningu hitaveituvatnsins og meta útfellingahættu við aðstæður í kerfinu. Þar sem vatn er saltmengað er öruggara að nota forhitara fremur en beina hitun.

Lítill hætta virðist á innstreymi súrefnis í snjóbræðslulagnir nema þegar hitastig hækkar vegna beinnar innspýtingar á hitaveituvatni. Þar sem olía og lífræn efni geta streymt gegnum vegg plaströra, þarf að fylgjast með mengunarhættu þar sem bakrásarvatn er tekið inn aftur í dreifikerfi hitaveitna.

Ástæða er til að setja reglur um efnisval í snjóbræðslulagnir til að takmarka mengun vegna útleysingar úr rörum. Einnig ætti að skrá gerð plaströra, sem notuð eru í kerfunum og framfylgja betur tilkynninga- og úttektarskyldu um kerfin.

**Heimildir:**

**Ásbjörn Einarsson, Hreinn Halldórsson og Albert Albertsson, 1985:** Mælingar á innstreymi súrefnis í gegnum vegg hitaþolinnna plaströra. Vetrarfundur SÍH, Nóvember 1985.

**Guðrún Sverrisdóttir, 1989:** Hitaveita Seltjarnarness. Útfelling í snjóbræðslukerfi á Eiðistorgi. Orkustofnun, Greinargerð GSv-89/07.

**Hrefna Kristmannsdóttir, 1988:** Útfellingar í hitaveitum. OS-88067/JHD-34 B.

**Hrefna Kristmannsdóttir, 1990:** Hitaveituvatn á Íslandi. Efnasamsetning og flokkun. OS-90042/JHD-23 B.

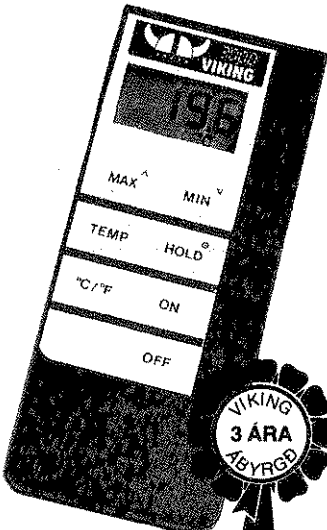
**Hrefna Kristmannsdóttir, 1990:** Útfelling í Hitaveitum. Sveitarstjórnarmál, 5. tbl., 280-287.

**Leif Amby, 1991:** Undersögelse av diffusjonsforhold i præisolerede fjernvarmerør av plast. DTI, Plastteknologi, Oktober 1991.

**Magnús Ólafsson, 1988:** Súrefnisupptaka í aðveituæðum úr plasti. OS-88032/JHD-16 B.

**Magnús Ólafsson, 1989:** Súrefnisupptaka í hitaþolnum plaströrum. Sveitarstjórnarmál, 3. tbl., 176-182.

**HITAMÆLAR**



- Mæla frá +200° til +1372°
- Geta mælt hitamismun
- Mikið úrval nema fánlegt
- SÉRLEGA HAGSTÆTT VERÐ !

**TÆKNIVAL**

SKEIFUNNI 17 • S. 681665

Ragnar Gunnarsson, iðnfr.  
framkv.stj. Verkvangs hf.



Ragnar Gunnarsson

## Helstu niðurstöður umræðuhóps um: LAGNING SNJÓBRÆÐSLUKERFA

Hver er besta dýpt á lögnum í snjóbræðsluplönum miðað við  $\varnothing$  25 mm og fjarlægð milli röra 250 mm ?

Miklar umræður urðu um þetta og höfðu margir margt til málanna að leggja. Í fyrstu virtist sem að 12-13 cm frá neðri brún röra að yfirborði hellna og í steypu 12-18 cm frá neðri brún röra að yfirborði steypu væri það sem menn væru sammála um. En þó voru alls ekki allir tilbúnir til þess að skrifa undir það. Bent var á að afkastageta snjóbræðslu myndi aukast um 15 % við hvern cm. sem hún væri nær yfirborðinu. Þá bentu aðrir á ( þeir sem vildu hafa 12-13 cm niður á rörin), að ef rörin væru komin of nálægt yfirborðinu mynduðust klakahryggir sem væri það versta sem gerist á snjóbræðsluflötum þ.e. þegar hálkublettir myndast. Menn voru sammála um það að hvar sem rörin enduðu væri aðalatriðið að það væri jöfn dýpt á þeim þannig að fyrrnefndir hálkublettir mynduðust ekki.

Varðandi undirvinnu voru allir sammála um nauðsyn þess að vanda vel til þjöppunar á fyllingum undir snjóbræðslum. Þá kom það fram að jarðvinnuverktakar hafa mikla tilhneigingu til þess að sökkva lögnum djúpt niður. Helgast það af vinnubrögðum sem viðhöfð eru þ.e. að notuð eru 1" rör fyrir leiðara og einnig vegna þess að vinnuvélar eru notaðar við söndun.

Út frá þessum umræðum kom í ljós í hvaða stöðu pípulagningamaðurinn er sem tengir snjóbræðsluna í lokin og á að fá hana til þess að virka. Oft er hann ekki kallaður til fyrr en búíð er að leggja í plönin og hann tekur við endum inn í tækjaklefa, síðan tengir hann bræðsluna skv. teikningum hönnuða, hleypir á og reynir að fá hana til þess að virka en það getur reynst erfitt ef lagnir eru á misjöfnu og/eða á of miklu dýpi.

Þó nokkrar umræður voru um steipt plön, þótti sumum of mikið gert af því að helluleggja. Aðalatriðið varðandi steipt plön er að vanda þjöppun vel því þá væri ekki nauðsyn á járnalög heldur að reita fletina niður með fúgum. Ef járnalög væri í steypu plani þá væri hún höfð yfir snjóbræðslunni. Og eins og áður er nefnt sama dýpt alstaðar niður á snjóbræðslulagnir.

Það álit kom fram að of litlar kröfur eru gerðar af hönnuðum til lagningar snjóbræðslulagna. Má þar til dæmis nefna val á sandi. Þó nokkur reynsla er komin fyrir því að leiðni og samsetning sands skiptir mjög miklu máli. Því er nauðsynlegt að samantekt og rannsóknir séu birtar þannig að hægt sé að samræma kröfur um ákveðnar sandblöndur.

Líta verður á það sem eðlilega kröfu verkkaupa að snjóbræðslur virki. Skiptar skoðnir voru á því hvort rör mættu frjósa og var það álit fundarmanna að það mætti gerast frá því "aldrei" til "15 sinnum".

Varðandi lagnir röra, kom það fram að það ætti ekki að leggja út rör með heitu vatni í . Þrýstiprófun ætti að framkvæmast með lofti en ekki vatni, samsetning röra ætti rétt á sér í plönnum ef notuð væru tengistykki úr kopar og með innleggi í rörin (mjög óvönduð tengistykki eru til hér á markaðnum).

Varðandi suðu væri reynslan sú að aðstæður úti á plönnum byðu ekki upp á það. Illmögulegt væri að koma í veg fyrir ryk og raka á vinnustað og því væri það í heildina séð betra ef góð tengistykki væru notuð. Því bæri samt ekki hægt að neita að best bæri að sjóða plast ef aðstæður byðu upp á það.

Einnig kom fram að minni verk séu einhversstaðar í "lausu lofti" þar sem pípulagningamaðurinn er allt í senn hönnuður, ráðgjafi, fagmaður, félagsráðgjafi og fjármálaráðgjafi og má því segja að hann sé búinn að taka æði mikla ábyrgð af verkkaupa og láta hafa sig út í vafasama hluti sem jafnvel geta valdið honum miklum óægindum. Hér er um að ræða öfugþróun sem átt hefur sér stað án þess að menn tækju eftir því.

Menn voru sammála um að ekki væri nokkur vafi á að mikið væri hægt að bæta fagmennsku hjá pípulagningamönnum, tæknimönnum og eftirliti.

**RAÞJÓNUSTA G.S.**

LOGAFOLD 97 112 REYKJAVÍK

**SÍMI: 67 13 42**

**Boðsími: 984 - 52125**

GUNNAR SIGURÐSSON

Löggiltur rafvirkjameistari

LOGAFOLD 97 112 REYKJAVÍK



**RAFLAGNIR**

**NÝLAGNIR**

**VIÐHALD**

**STÝRINGAR OG**

**STJÓRNTÆKI FYRIR**

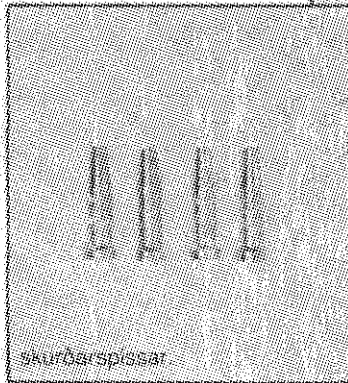
**HITA- OG**

**LOFTRÆSIKERFI**

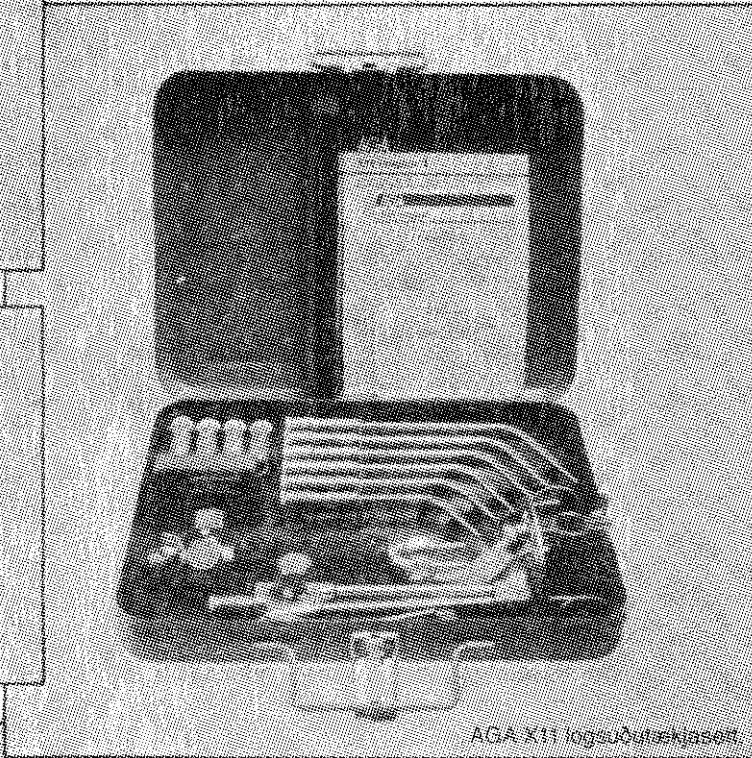
Mikið úrval af vörum  
til logsuðu og rafsuðu



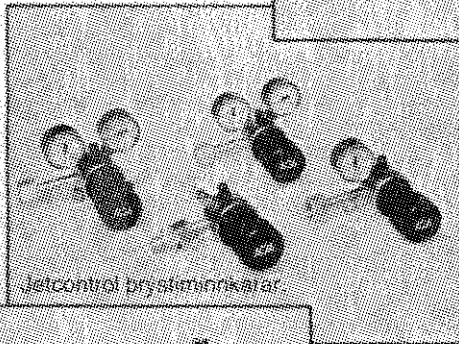
FR43  
dryggsloki-rakslagsventill



skufðarspissar



AGA X11 logsuðufækjaboltur



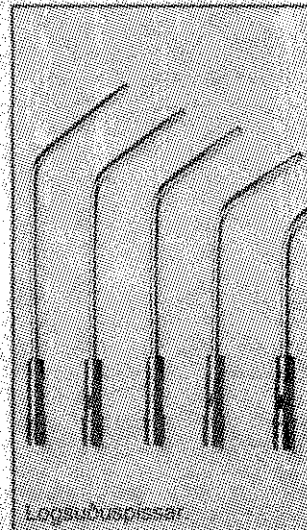
Jetcontrol þryggsloki-rakslagsventillar



Hraðfengi á gasslöngr



Logsuðuvir og  
övitt til löbningar



Logsuðuspissar

**...ÍSAGA H.F.**  
BREIÐHÖFÐA 11 – SÍMI 91-672420

# Lagnafélag Íslands

The Icelandic Heating, Ventilating and Sanitary Association  
P.O. BOX 8026, 128 Reykjavík, s:91 - 680660

## Breytt heimilisfang

NAFN

(SKRIFAÐ MED PRENTSTÖFUM)

STARFSHEITI

KENNITALA

HEIMILISFANG

SVEITARFÉLAG

PÓSTR.

# Lagnafélag Íslands

The Icelandic Heating, Ventilating and Sanitary Association  
P.O. BOX 8026, 128 Reykjavík, s:91 - 680660

NAFN

(SKRIFAÐ MED PRENTSTÖFUM)

STARFSHEITI

KENNITALA

SÍMI

HEIMILISFANG

SVEITARFÉLAG

PÓSTR.

Óska hér með að gerast félagi í LAGNAFÉLAGI ÍSLANDS

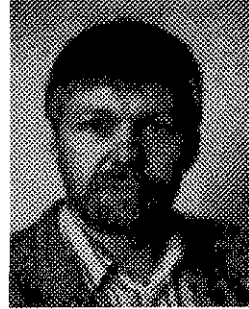
Óska eftir að fá sendar LAGNAFRÉTTIR nr.:

verð kr:

- |                          |   |         |
|--------------------------|---|---------|
| <input type="checkbox"/> | 1. Varmaendurvinnsla.....   | 1.500,- |
| <input type="checkbox"/> | 2. Snjóbræðslulagnir.....   | 1.500,- |
| <input type="checkbox"/> | 3. Eftirlit og úttekt á loftræsti- og hitakerfum.....   | 1.500,- |
| <input type="checkbox"/> | 4. Stjórnþúnaður, loftræsti- og hitakerfi.....  | 1.500,- |
| <input type="checkbox"/> | 5. Brunavarnarkerfi.....  | 1.500,- |
| <input type="checkbox"/> | 6. Leiðbeiningar varðandi uppsetningu á reyk-, hitageisla- og<br>brunalokum í loftræstikerfi..... | 1.500,- |
| <input type="checkbox"/> | 7. Lagnir í fiskeldi.....   | 1.500,- |
| <input type="checkbox"/> | 8. Håndbók fyrir lagnakerfi.....  | 1.500,- |
| <input type="checkbox"/> | 9. Fræðslufundur og tæknisýning á Akureyri.....   | 1.500,- |
| <input type="checkbox"/> | 10. Fræðslufundur og tæknisýning á Ísafirði.....  | 1.500,- |
| <input type="checkbox"/> | 11. Ráðstefna um fráveitur og sorp.....   | 1.500,- |
| <input type="checkbox"/> | 12. Fræðslufundur og tæknisýning á Egilsstöðum.....   | 1.500,- |
| <input type="checkbox"/> | 13. Ráðstefna um jarðvegshitun.....   | 1.500,- |



Árni Ragnarsson, verkfr.  
Orkustofnun



Árni Ragnarsson

## Helstu niðurstöður umræðuhóps um: STJÓRNKERFI, GÓLFHITUN OG ORKUNOTKUN

Snjóbræðslukerfi eru af ýmsu tagi, allt frá einföldum kerfum með nánast engri stýringu upp í stór kerfi með flóknum stýribúnaði. Mikilvægt er að viðhald og stilling stýribúnaðar sé í góðu lagi, en á því vill oft verða misbrestur. Góð stilling getur minnkað orkunotkun um 30-40%. Að ýmsu leyti er stýribúnaður því betri sem hann er einfaldari. Þar sem afrennslisvatn er notað er að nokkru leyti sjálfvirk stýring, þar sem hitastig afrennslisvatnsins hækkar með auknu álagi. Stýring snjóbræðslukerfis er háð kröfum um afköst, þ.e. bræðslutíma, en þær eru mjög mismunandi. Þar sem um beina innspýtingu heits vatns er að ræða þarf að gæta þess að hitinn inn á kerfið verði ekki of hár vegna plastlagnanna. Hönnuðir gefa yfirleitt upp hvernig stilla á kerfið m.t.t. hitastigs vatnsins, en oft vantar upplýsingar um nauðsynlegt rennsli.

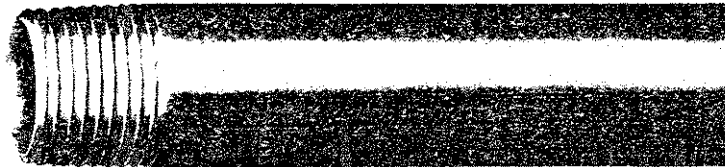
Eftirlit með snjóbræðslukerfum mætti oft vera betra, því algengt er að bilanir uppgötvist fyrst þegar hitaveitureikningurinn sýnir óeðlilega mikla vatnsnotkun. Æskilegt væri að gera meira af því að kanna rekstur snjóbræðslukerfa með mælingum líkt og nemendur í Tækniskóla Íslands hafa gert.

Gólfhitun hefur ekki náð mikilli útbreiðslu hér á landi, en þó hefur nokkuð verið lagt af slíkum kerfum á síðustu árum. Mikil þróun hefur orðið á þessu sviði á undanförunum árum og stýringar orðnar betri en áður var. Algengt er að frárennsli frá einstökum ofnum sé notað í gólfhitun. Oft eru gólfhitalagnir undir parketi eða flísam. Í flestum tilfellum er hægt að ná fullri upphitun með gólfhitun án þess að hitastig gólfplatans verði of hátt. Sagt var frá 7 ára reynslu af gólfhitun í 170 fermetra einbýlishúsi. Um er að ræða timburhús með parketi á gólfum. Reynslan af kerfinu er góð og vatnsnotkun tiltölulega lítil. Hins vegar kom fram að í sólskini vill verða heitt inni vegna þess hve mikill massi er hitaður upp og kerfið því seint að svara álagsbreytingum. Bent var á að gólfhitun skapar möguleika á að nýta jarðhitavatn við lægra hitastig en mögulegt er með hefðbundnu ofnakerfi. Einnig mætti bæta nýtingu hitaveituvatns með samspili ofnakerfis og gólfhita.

Almennt voru menn á þeirri skoðun að mikilvægt væri að hvetja til bættrar orkunýtingar. Þar sem affall frá hitaveitu er nýtt til snjóbræðslu yfir vetrarmánuðina mætti auka nýtinguna með því að nota affallið til jarðvegsupphitunar í góðum vor og sumar.

# VATNSRÖR

HEKLA hefur um árabíl flutt inn galvanhúðuð og svört vatnsrör frá *SÖNNICHSEN AS* í Noregi.



Í framtíðinni verða svörtu rörin frá *SÖNNICHSEN* í *GRÆNUM* lit til aðgreiningar frá öðrum rörum.

Veljið varanlegt - Veljið *SÖNNICHSEN* rör



**HEKLA**

LAUGAVEGI 174  
SÍMI 695500  
FAX 695588

Gunnar Þórðarson, verkfr.  
Reykjalundur

## Helstu niðurstöður umræðuhóps um: JARÐVEGSHITUN

Snjóbræðslu- og hitunarkerfi til grænmetisræktunar hafa gefið góða raun á undanförunum árum, en ekki eru líkur á fjölgun slíkra kerfa á næstunni, þar sem ekki er séð fram á umtalsverða aukningu í matjurtarækt.

Hins vegar hlýtur að teljast áhugavert fyrir sveitarfélög að kanna hvort ekki sé grundvöllur fyrir lagningu slíkra kerfa í garða og græn svæði, til upphitunar í byrjun og við lok gróðrartímabils.

Slík kerfi myndu lengja það umtalsvert, en hafa ber í huga að nauðsynlegt er að lækka hita smám saman að hausti til þess að gróður nái að undirbúa sig fyrir veturinn.



## LOFTRÆSTIÞJÓNUSTAN

### **Við sjáum um, og aðstoðum við**

Lofthitakerfi – loftræstikerfi – hitakerfi.  
Eftirlit með smíði/uppsetningu á loftræsti- og hitakerfum.  
Úttekt á loftræsti- og hitakerfum.  
Gerð handbóka til leiðbeininga við rekstur og viðhald.  
Hreinsun og viðgerðir á eldri loftræsti- og hitakerfum.  
Hreinsun útsogskerfa í fjölbýlishúsum.

**Alhliða blikksmíði.  
Tilboð – tímavinna.**

## LOFTRÆSTIÞJÓNUSTAN

*Kristján Ottósson*

YSTABÆ 11, 110 REYKJAVÍK

SÍMI 91-673328 – BÍLASÍMI 985-24428

K.T.: 410988-1009 – Boðsími: 984 - 54688

Guðmundur Guðlaugsson, véltæknifr.  
Iðnskólinn í Reykjavík



Guðmundur Guðlaugsson

Góðir ráðstefnugestir.

Við höfum í dag fengið ómældan fróðleik um notkun hitaveituvatns til snjóbræðslu, gólf- og jarðvegshitunar. Þessi fróðleikur spannar allt frá framleiðslu plaströra til frágangs þeirra í jarðveginum.

Þá höfum við fræðst um áhrif kerfanna og mengunarhættu þeim samfara.

Ekki gleymdist að sýna okkur efni og búnað til gerðar kerfanna allt frá rörum upp í fullkomnar stýringar.

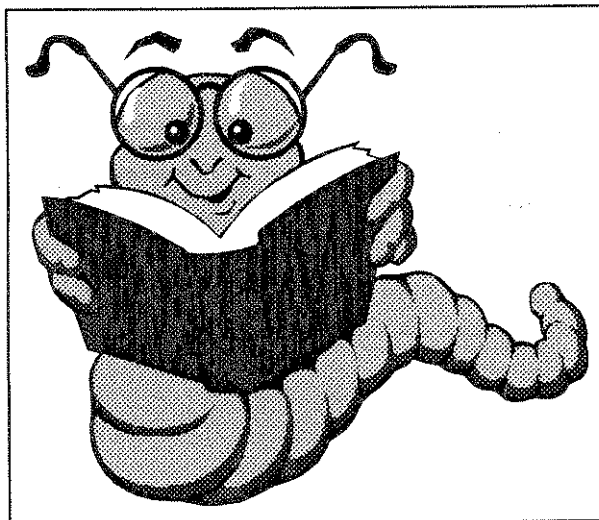
Ég er þess ekki umkominn að bæta hér við.

Ég vil því aðeins þakka Lagnafélaginu og öðrum þeim sem að ráðstefnunni stóðu mjög lofsvert framtak með von um að áhrif hennar skili sér sem fyrst í snjólausum götum og meiri gróðri.

Mig langar að þakka sérstaklega fyrir hönd okkar skólamanna fyrir að hafa fengið að vera hér með og vona að fróðleikurinn komist sem best til nemenda okkar, lagnamanna framtíðarinnar.

Loks vil ég þakka fundarritara, Unnari Stefánssyni hans störf og fundarstjóra, Maríu Jónu Gunnarsdóttur röggsama fundarstjórn.

Að svo mæltu segi ég þessari ráðstefnu slitið.



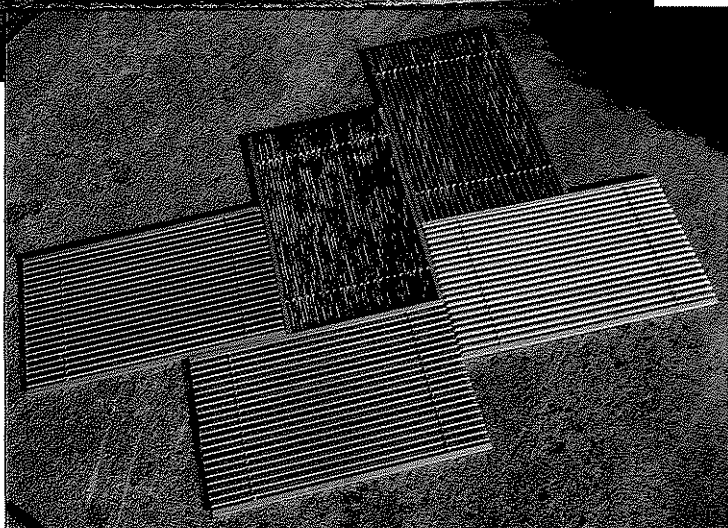
# BROXOFLEX BURSTAMOTTUR

endast og  
endast.....



## Skiljið óhreinindin eftir utandyra!

Það veður enginn inn  
á skítugum skóm þar sem  
**BROXOFLEX BURSTAMOTTA**  
er fyrir framan dyrnar!



**BLIKKSMIÐJAN**  
*TÆKNIDEILD ÓJ&K*

SMIÐSHÖFÐA 9  
112 REYKJAVÍK  
SÍMI (91)-685699

Undirritaður vill kaupa BROXOFLEX BURSTAMOTTU

Stk.

Litur:

Gulur

Rauður

Stærð 50x80cm  
Verð kr. 7.990,- með vsk.

Stærð 60x80cm  
Verð kr. 8.990,- með vsk.

Grænn

Blár

Svartur

GREIÐSLUFORM:

Í póstkrofu

Með greiðslukorti

Kort nr.





Gildir til

VISA

EUROCARD

SAMKORT

NAFN: \_\_\_\_\_

KT.: \_\_\_\_\_

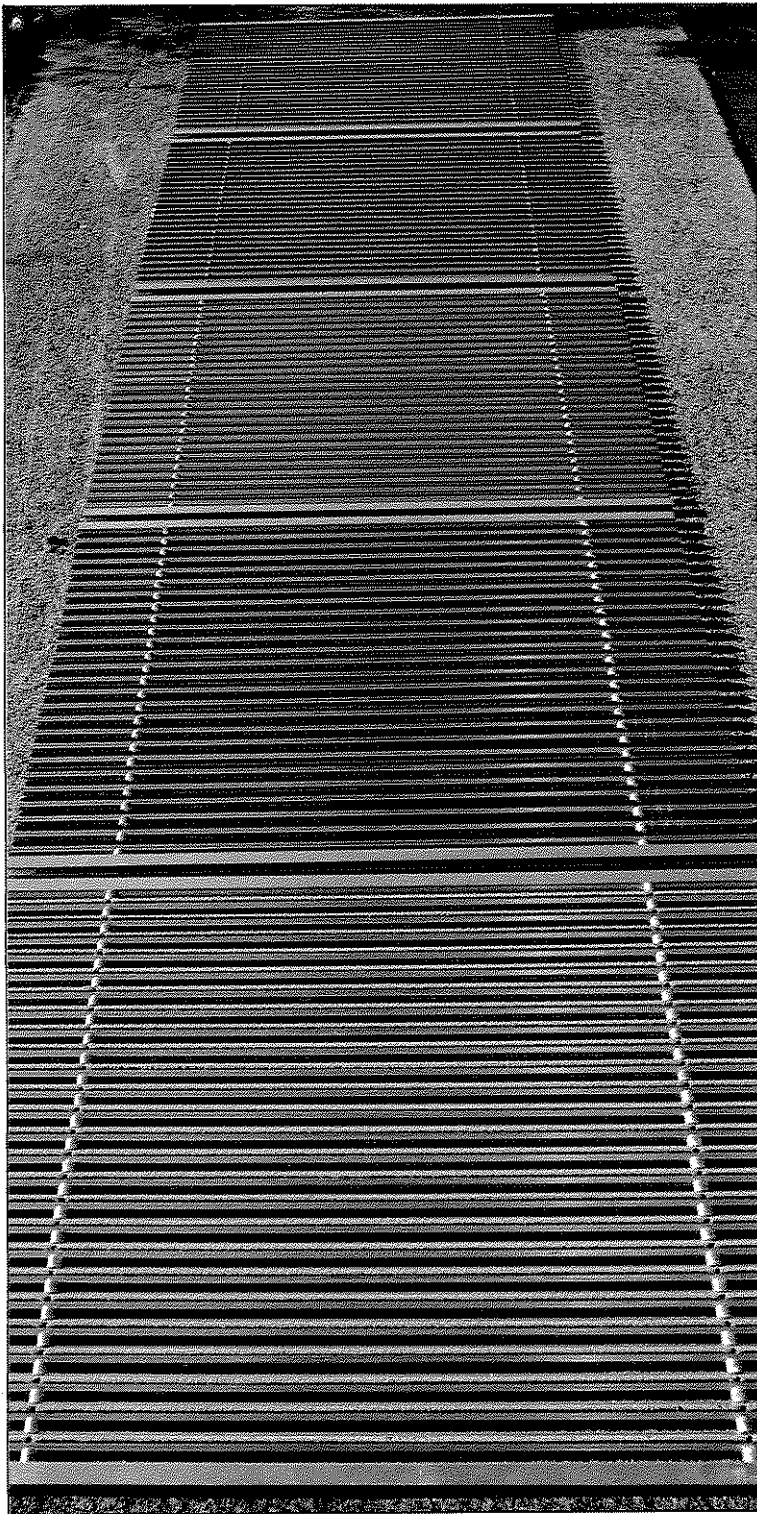
HEIMILI: \_\_\_\_\_

PÓSTNR. OG STAÐUR: \_\_\_\_\_

SÍMI: \_\_\_\_\_

DAGS.: \_\_\_\_\_

UNDIRSKRIFT: \_\_\_\_\_

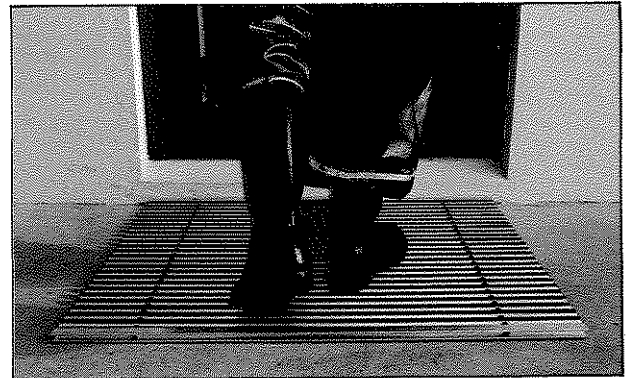


# Ein dugir ... til að halda óhreinindunum utan dyra!

Broxoflex burstamotturnar eru ætlaðar til notkunar jafnt úti sem inni. Þær eru framleiddar úr állistum með ídregnum nælonburstum sem gefa mun betri skóhreinun en venjulegar gólfmottur.

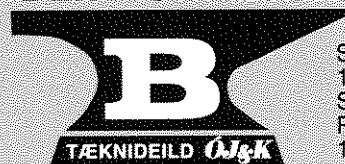
Broxoflex burstamottur hreinsa auðveldlega grófa sem fínmylnstraða skósóla. Óhreinindin falla á milli rimlanna við léttar strokur og berast því ekki inn á viðkvæm gólfefni.

Broxoflex burstamottunum má rúlla upp. Það gerir þrifin fljótlegri og auðveldari en ella. Motturnar fást með svörtum, rauðum, bláum, gulum eða grænum burstum og eru framleiddar í öllum stærðum.

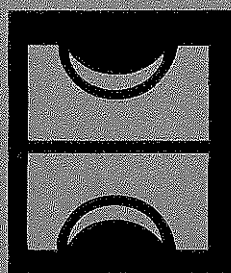


## BROXOFLEX BURSTAMOTTUR

**BLIKKSMÍÐJAN**

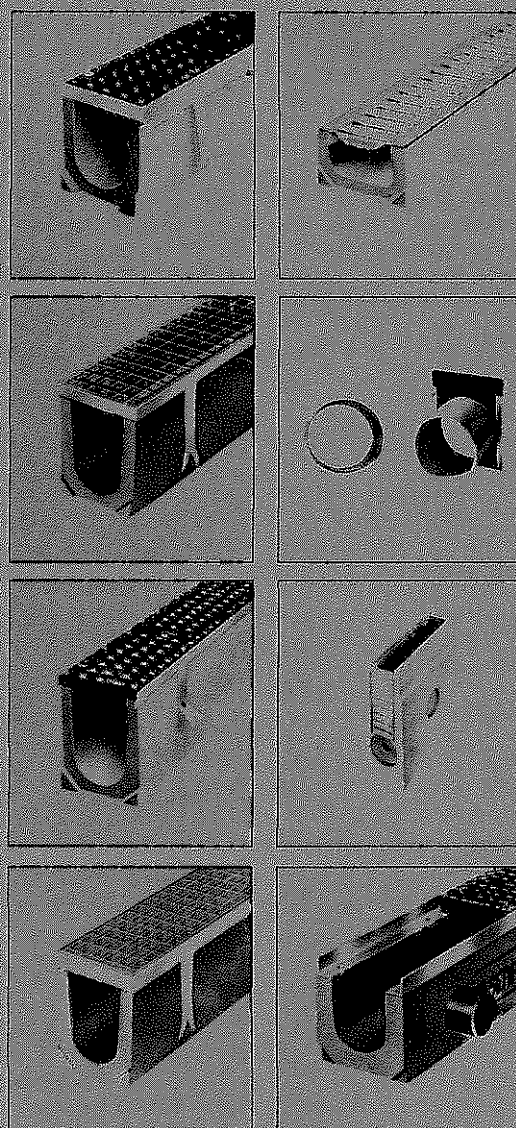


SMÍÐSHÖFÐA 9  
112 REYKJAVÍK  
SÍMI 685699  
POSTHÓLF 12345  
132 REYKJAVÍK



# hauraton

## Frárennslisstokkar



Hæfa ráðhúsi jafnt og heimilum,  
í bílskúrinn og fiskvinnsluna.

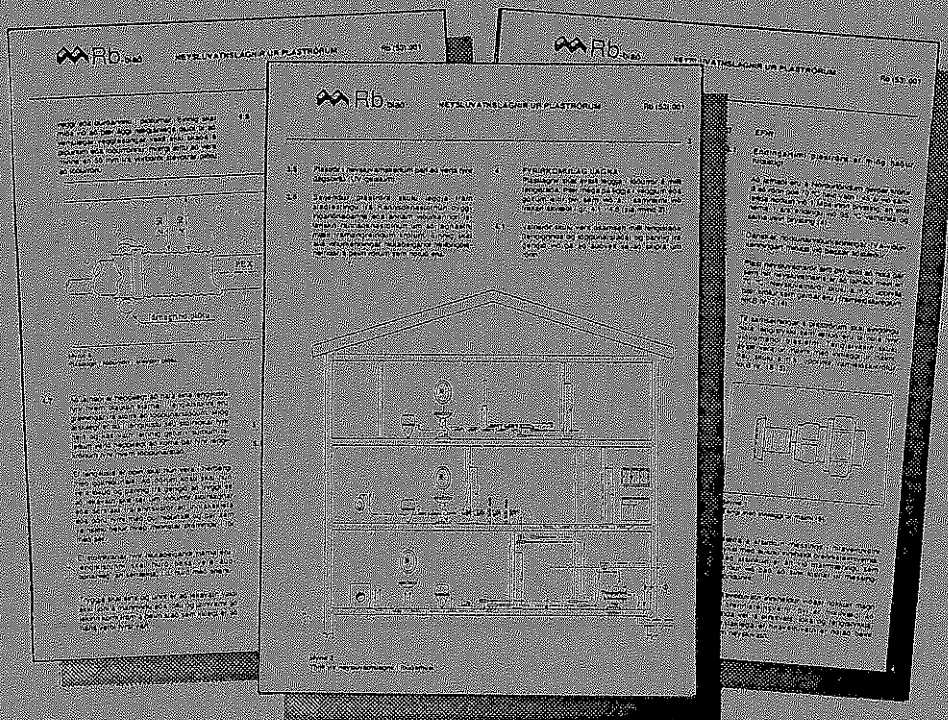
Hauraton frárennslisstokkar fást  
aðeins hjá HÚSASMÍÐJUNNI



**HÚSASMÍÐJAN**

# LAGNAMENN!

Komið er út nýtt Rb-tækniblað  
um neysluvatnslagnir úr plasti



Pantanir og nánari upplýsingar í síma 676000



Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins  
Keldnaholti - 112 Reykjavík - Sími 676000 - Fax 678811