



Jarðhitasvæðið á Glerárdal. Hermireikningar  
með forritinu PT

**Guðni Axelsson**

**Greinargerð GAX-87-05**

JARÐHITASVÆÐIÐ Á GLERÁRDAL  
HERMIREIKNINGAR MEÐ FORRITINU PT

## 1. INNGANGUR

Í þessari greinargerð er fjallað um hermireikninga sem gerðir voru fyrir jarðhitasvæðið á Glerárdal. Þeir reikningar voru gerðir með hermiforritinu PT, sem Jarðhitadeild Orkustofnunar hefur nýlega áskotnast eintak af. Forritið var skrifað af Guðmundi Böðvarssyni og samstarfsmönnum hans á Lawrence Berkeley Laboratory í Kaliforníu í Bandaríkjunum (Guðmundur S. Böðvarsson, 1981). Tilgangur hermireikninganna var þrjúþættur:

- Í fyrsta lagi að prófa forritið og kanna á hvern hátt það geti nýst best við hermireikninga fyrir lághitakerfi á Íslandi, og jafnframt að móta tillögur um þær endurbætur sem mætti gera á forritinu á Orkustofnun.
- Í öðru lagi að þjálfra starfsmann/starfsmenn Orkustofnunar í flóknum hermireikningum, þannig að hægt sé að beita slíkum aðferðum í framtíðinni þegar ástæða þykir til.
- Í þriðja lagi að gera hermireikninga fyrir eitthvað ákveðið svæði og síðan bera niðurstöðurnar saman við niðurstöður fengnar með öðrum aðferðum (sjá viðauka).

Með forritinu PT má herma jafnt hita- og þrýstibreytingar í vökvafasa jarðhitakerfum og með annarri útgáfu af því (PTC) má einnig reikna breytingar í efnainnihaldi. Forritið leysir jöfnur fyrir flæði massa og orku í smábútalíkani af jarðhitakerfinu með svokallaðri "integrated finite difference"-aðferð.

Jarðhitakerfið á Glerárdal varð fyrir valinu þar sem til eru gögn um vatnsborð og vinnslu á svæðinu frá því það var virkjað, og jafnframt er svæðið lítið og virðist afmarkað. Á hinn bóginn hafa hvorki orðið merkjanlegar breytingar á efnainnihaldi vatns né kólnun á svæðinu og möguleikar forritsins til þess að herma slíkar breytingar nýtast því ekki í þessu tilfalli. Þess má geta að PT hefur verið notað við hermireikninga fyrir jarðhitasvæðið á Seltjarnarnesi (Helga Tulinius og fl., 1987).

## 2. LÍKÖN

Sett voru upp tvö líkön af jarðhitakerfinu sem reynt var að hafa í grófu samræmi við niðurstöður yfirborðsathugana á svæðinu (Ólafur G. Flóvenz og fl., 1984). Líkönin eru bæði tvívíð þannig að aðeins er gert ráð fyrir láréttu streymi. Annað líkanið (líkan A) er lokað, en nokkuð víðáttumikið. Hitt líkanið (líkan B) er mun minna, en opið til suðurs og að hluta til austurs. M.ö.o. þá er gengið útfrá því að innstreymi sé svo mikið úr suðri og austri að það haldi uppi föstum þrýstingi við austur- og suðurrönd líkansins. Líkönin eru sýnd á myndum 1 og 2 og smábútanetið fyrir líkan B er sýnt á mynd 3. Smábútanetið fyrir líkan A er eins og netið fyrir líkan B á þeim hluta sem er sameiginlegur með báðum líkönum.

Gögnin um viðbrögð jarðhitakerfisins eru birt á mynd 4. Þar er um að ræða samfelld gögn um vinnslu og vatnsborð í holu 7, vatnsborð í holu 5 fram á mitt ár 1985 og stakar vatnsborðsmælingar úr holu 8 fram á árið 1984. Báðum líkönum var skipt upp í fjögur svæði, eins og sýnt er á myndum 1 og 2, með mismunandi eiginleika (lekt, vatnsrýmd o.s.frv.).

Síðan voru viðbrögð líkananna við þeirri vinnslu sem verið hefur úr svæðinu reiknuð og eiginleikum svæðanna breytt þar til viðunandi samræmi fékkst milli mælds og reiknaðs vatnsborðs. Reiknað og mælt vatnsborð er sýnt á myndum 5, 6 og 7 fyrir líkan A og myndum 8, 9 og 10 fyrir líkan B. Upplýsingar um líkönin eru síðan birtar í töflum 1 og 2.

L Í K A N A - lokað kerfi					
upphafsþrýstingur $p_o = 3.67 \times 10^6 \text{ Pa}$					
fast innstreymi 3 l/s, 61°C, í búi 34					
Svæði	Stærð ( $\text{km}^2$ )	$kh$ ( $10^{-12} \text{ m}^3$ )	$k_{AV}/k_{NS}$	$S$ ( $\text{ms}^2$ )	$T_o$ (°C)
1	0.54	1060.	0.01	83.1	61.
2	0.26	34000.	0.01	1.53	61.
3	29.3	0.70	0.01	6740.	61.
4	85.	20.	0.01	5010.	61.

Tafla 1 Upplýsingar um líkan A

Hér gildir eftirfarandi:

- Upphafsprýstingurinn í kerfinu miðast við 350m dýpi í holu 7.
- Með stærð er átt við yfirborðsflatarmál svæðis.
- Í töflunni stendur  $kh$  fyrir margfeldi á lekt ( $k$ ) og þykkt ( $h$ ) kerfisins, og þar er  $k$  auk þess lekt í NS. Gert er ráð fyrir stefnuháðri lekt og er hlutfallið milli lektar í AV og NS gefið af  $k_{AV}/k_{NS}$ .
- Í töflunni stendur  $S$  fyrir heildarvatnsrýmd, eða geymslustuðul, hvers svæðis. Ef rýmd svæðis ræðst af þjappanleika bergs og vatns gildir  $S = V\rho\beta$  þar sem  $V$  er rúmmál svæðis,  $\rho$  eðlismassi vatnsins og  $\beta$  þjappanleiki bergs og vatns. Ef á hinn bóginn rýmd svæðis er af völdum frjáls vatnsborðs gildir  $S = A\phi/g$  þar sem  $A$  er yfirborðsflatarmál svæðis,  $\phi$  poruhluti þess og  $g$  þyngdarhröðunin.
- Reiknað er með að við upphaf vinnslu hafi hitastig í hverju svæði verið  $T_o$ .



L Í K A N B - opið kerfi					
upphafsþrýstingur $p_o = 3.80 \times 10^6 \text{ Pa}$					
fast innstreymi 3 l/s, 61°C, í búi 64					
Svæði	Stærð ( $\text{km}^2$ )	$kh$ ( $10^{-12} \text{ m}^3$ )	$k_{AV}/k_{NS}$	$S$ ( $\text{ms}^2$ )	$T_o$ (°C)
1	0.59	14.	0.1	255.	61.
2	0.14	1800.	0.1	5.5	61.
3	0.042	164.	0.02	82.4	61.
4	2.66	19.	0.1	314.	5.

Tafla 2 Upplýsingar um líkan B

### 3. UMRÆÐA

Ef niðurstöður hermireikninganna á myndum 5 til 10 eru skoðaðar sést að all gott samræmi er milli reiknaðs og mælds niðurdráttar. Einnig sest að samræmið er öllu betra fyrir líkan B. Þó tókst ekki alveg að herma lækun vatnsborðs í upphafi og hækkun vatnsborðs 1984, 1985 og 1986 þannig að samræmi væri þar á milli. M.ö.o. þá er hækkun vatnsborðsins meiri en hún ætti að vera skv. lækun vatnsborðsins í upphafi og líkönunum. Þetta gæti endurspeglad eitt eða fleiri eftirfarandi atriða:

- Breytingar í jarðhitakerfinu eða tengslum holu 7 við það, eftir að vinnsla hófst.
- Samband vinnslu og vatnsborðs gæti verið ólínulegt, t.d. vegna breytinga sem verða í lekt (sprunguvídd) við hið mikla þrýstifall sem verður í kerfinu.
- Upphafsprýstingur,  $p_o$  gæti verið vanáætlaður.
- Þetta ósamræmi gæti einnig endurspeglad takmörk hins tvívíða líkans.

Ef við berum nú myndir 5 og 8 saman við niðurstöðurnar í viðaukanum sést að samræmi milli mælds vatnsborðs og vatnsborðs (holu 7) reiknuðu með þjöppuðu líkani er síst verra. En það sem hermireikningar með smábútalíkani og PT hafa fram yfir hinar einföldu aðferðir er að með þeim er einnig hægt að herma vatnsborðsbreytingar í holum 5 og 8 (myndir 6, 7, 9 og 10).

Ef við nú snúum okkur að líkönunum sjálfum þá hlýtur strax að vekja athygli hve ólík þau eru. Þetta endurspeglar aðeins þann mun sem er á líkani annars vegar og raunverulegu jarðhitakerfi hins vegar. Líkönin byggja svo til eingöngu á vatnsborðsmælingum úr tveim til þrem holum og eru þau því alls ekki einhlítar lausnir. Þau eru þó góð til þess að spá

niðurdrætti í framtíðinni, enda byggð á gögnum um niðurdrátt.

Það sem einkennir bæði líkönin eru lítil svæði með góðri lekt, en mjög lágrí lekt þar fyrir utan. Í báðum líkönunum hefur svæði 2 góða lekt, en holur 5 og 7 eru innan þess. Hér gæti verið um eina eða fleiri sprungur að ræða sem tengja holur 5 og 7. Í báðum líkönunum er gert ráð fyrir misleitinni lekt. Það reyndist nauðsynlegt til þess að hægt væri að herma hinn hæga niðurdrátt í holu 8, en það er jafnframt í samræmi við jarðfræði svæðisins.

Í PT er aðeins gert ráð fyrir rýmd vegna þjappanleika bergs og vatns. Við reikningana kom fljótlega í ljós að rýmdin þurfti að vera meiri en þjappanleiki bergs og vatns gat gefið. Þetta þýðir að annað hvort er jarðhitakerfið stærra en líkönin, eða það sem líklegra er að rýmdin sé að einhverju leyti vegna frjáls vatnsborðs. Farið var í kringum þetta með því að hafa þjappanleika bergs og vatns mun meiri en raunverulegt er og líkja þannig eftir rýmd vegna frjáls vatnsborðs. Þetta veldur því að stærð líkananna er ekki raunveruleg stærð kerfisins. Ef rýmdin er vegna þjappanleika þá er kerfið stærra, t.d. þyrfti líkan A að vera mun stærra en þeir 115 km<sup>2</sup> sem það er, sem alls ekki virðist raunhæft. Ef á hinn bóginn rýmdin er að einhverju leyti vegna frjáls vatnsborðs þá væri kerfið töluvert minna en líkönin, og virðist það vel raunhæft.

Í báðum líkönunum er gert ráð fyrir 3 l/s föstu innstreymi inn í kerfið. Annars vegar var þetta gert til þess að reyna að herma ósamræmið milli lækkunar vatnsborðs í upphafi og hækkunar síðar. Þetta hafði einhver, en þó lítil, áhrif í þá átt. Hins vegar var þetta gert til þess að taka tillit til náttúrulegs sjálfrennslis af jarðhitasvæðinu.

Þessir hermireikningar voru nokkuð tímafrekir. Það að breyta líkaninu og reikna viðbrögð þess þar til viðunandi samræmi fékkst tók u.þ.b. 50 keyrslur á PT og viku vinnu, fyrir hvort líkan fyrir sig. Einnig tók um viku að koma upplýsingum um smábútanetið á tölvutækt form. Það er mjög seinvirkt og mætti gera mun sjálfvirkara. Allar meiri háttar breytingar á smábútaneti eru einnig mjög seinvirkar og takmarkaði það töluvert það sem gert var í þessu tilfelli.

#### 4. VINNSLUSPÁ

Líkönin tvö voru að síðustu notað til þess að reikna vinnsluspár fyrir jarðhitasvæðið í Glerárdal. Niðurstöðurnar, fyrir 20, 26 og 32 l/s vinnslu, eru birtar á myndum 11 til 16. Töluverður munur er á spánum, en það stafar af því að hér er annars vegar um opið líkan að ræða og hins vegar lokað. Þannig fást spár sem gefa efri og neðri mörk. Í framtíðinni verður niðurdráttur væntanlega einhvers staðar á milli þessara marka. Við spárnar þarf að bæta niðurdrætti vegna iðustreymistaps í holu 7. Það hefur verið gert í töflu 3 sem sýnir áætlað vatnsborð í holu 7 við áramótin 1999/2000.

Vinnsla (l/s)	Iðustr.tap (m)	Vatnsborð	
		Líkan B (m)	Líkan A (m)
20	19	161	254
26	32	238	340
32	48	318	435

**Tafla 3** Áætlað vatnsborð við upphaf 2000 í holu 7

Eins og sést í töflunni þá er hér gott samræmi við vinnsluspárnar í viðaukanum. Það sem hermireikningar með PT hafa þó framyfir er að einnig er hægt að reikna kólnun í líkaninu. Þetta var gert fyrir líkan B og eru tvö dæmi sýnd á myndum 17 og 18. Á það verður þó að leggja áherslu að hér er um fullkomlega óraunhæfar áætlanir að ræða. Í fyrsta lagi er það vegna þess að líkanið er einungis tvívítt, en í jarðhitakerfi eins og hér um ræðir verður sennilega um kólnun að ofan að ræða, sem er aðeins hægt að gera ráð fyrir í þrívíðu líkani. Í öðru lagi hefur enn ekki orðið vart kólnunar á vatni úr holu 7, og því engin gögn hægt að leggja til grundvallar slíkum reikningum.

##### 5. NIÐURSTÖÐUR OG TILLÖGUR

1. Ef gera á hermireikninga og vinnsluspár fyrir stórt jarðhitakerfi eða mörg kerfi, sem eru hugsanlega tengd innbyrðis, reikna niðurdrátt, kólnun og breytingar á efnainnihaldi, þá er nauðsynlegt að setja upp flókið smábútalíkan og reikna viðbrögð þess með PT eða sambærilegu forriti.
2. Ef gera á hermireikninga og vinnsluspár fyrir lítið jarðhitakerfi með fáar holur, og aðeins er ætlunin að reikna niðurdrátt, þá er rétt að nota einfaldar aðferðir líkt og í viðaukanum hér. Þær aðferðir taka mun minni tíma og gefa jafn góðar niðurstöður í slíkum tilfellum.
3. Í PT er aðeins gert ráð fyrir rýmd vegna þjappanleika bergs og vatns. Þetta mætti gera almennara þannig að t.d. væri hægt að gera ráð fyrir rýmd vegna frjáls vatnsborðs t.d. Einnig er rýmd vegna þjappanleika bergs og vatns vitlaust skilgreind í PT, eða

$$S = V\rho\phi(\beta_v + \beta_b)$$

þar sem  $\beta_v$  er þjappanleiki vatns og  $\beta_b$  er þjappanleiki bergs. Réttari skilgreining er

$$S = V\rho(\phi\beta_v + (1-\phi)\beta_b)$$

4. Ef nota á PT á Orkustofnun í framtíðinni mætti gera forritið mun þjálfa í notkun. Skrifa mætti hjálparforrit fyrir inntak forritsins á gögnum og smábútaneti. Sérstaklega forrit sem gerði inntak og breytingar á smábútaneti sjálfvirkara en nú er. Einnig mætti endurbæta úttak eða útskrift forritsins.



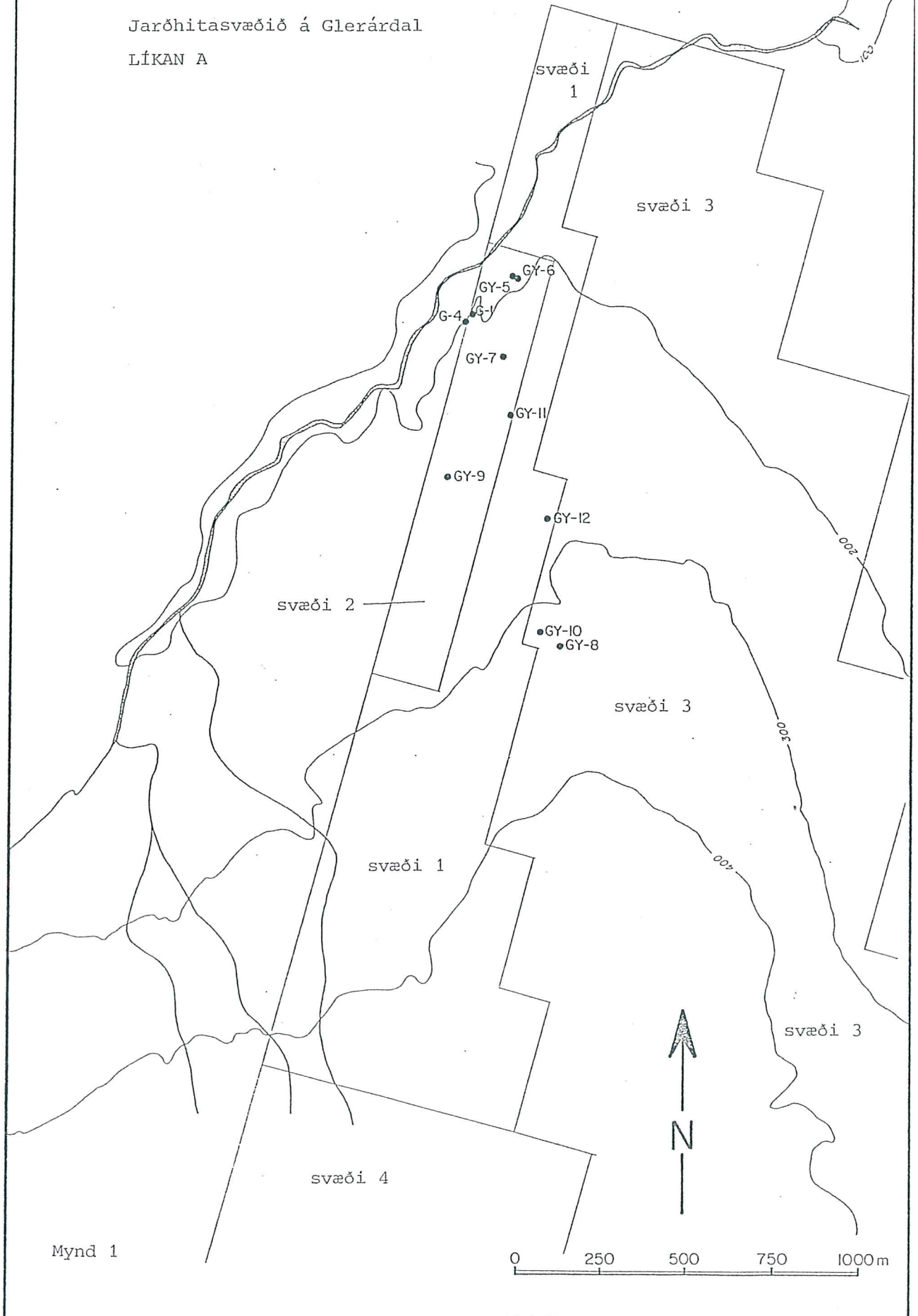
5. Fyrir Glerárdalinn mætti setja upp þrívítt, eða hálf-þrívítt líkan. Þannig mætti taka tillit til lóðréttis jafnt sem láréttis streymis í kerfinu, taka á raunhæfari hátt tillit til áhrifa frjáls vatnsborðs og áætla mögulega kólnun af nokkru raunsæi.

#### HEIMILDIR

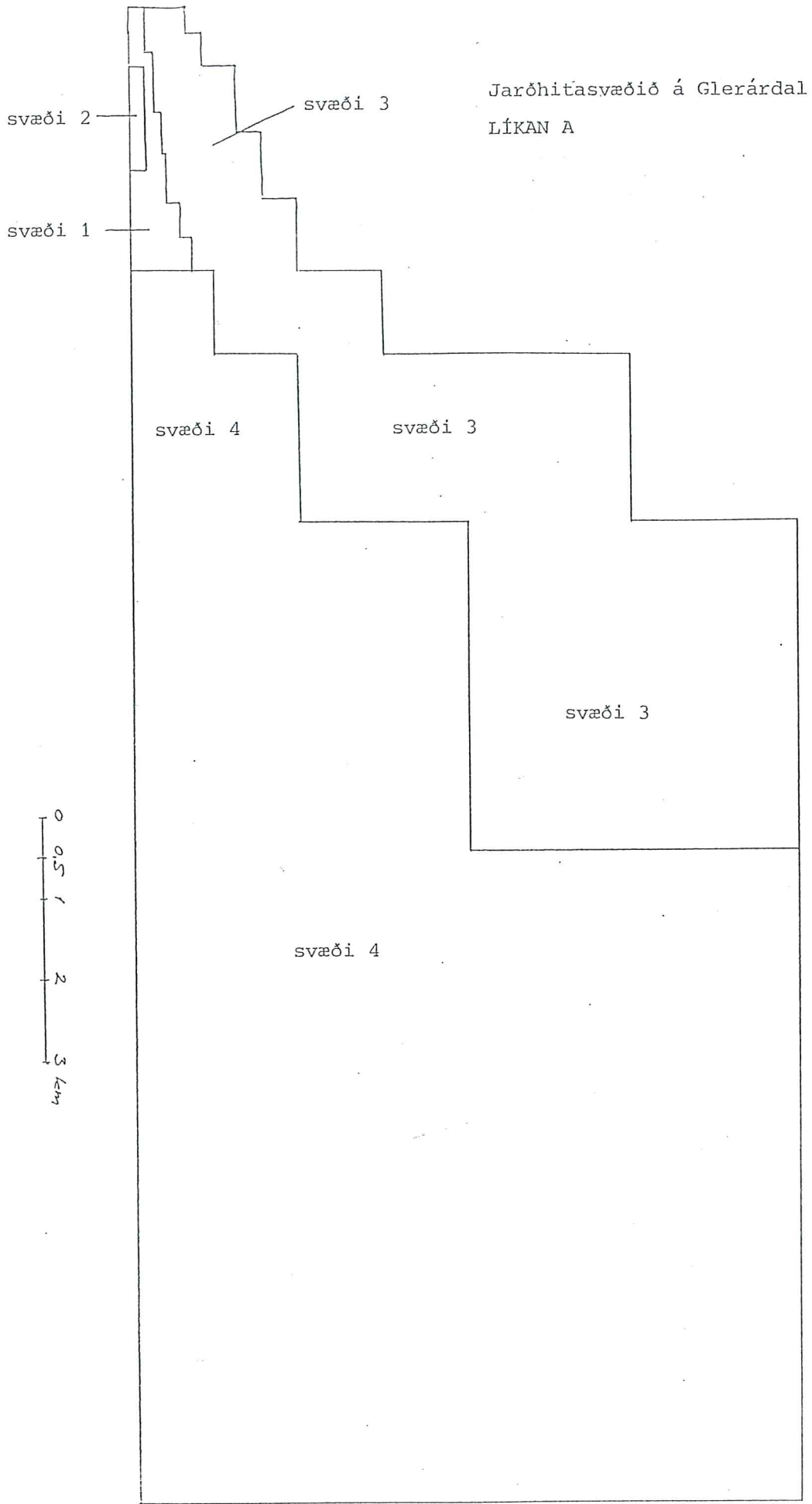
- Guðmundur S. Böðvarsson, 1981: Mathematical modeling of the behavior of geothermal systems under exploitation. PhD ritgerð, University of California, Berkeley, 348s.
- Helga Tulinius, Amanda L. Spencer, Guðmundur S. Böðvarsson, Hrefna Kristmannsdóttir, Þorsteinn Thorsteinsson og Árný E. Sveinbjörnssdóttir, 1987: Reservoir studies of the Seltjarnarnes geothermal field, Iceland. Orkustofnun, OS-87032/JHD-07, 55s.
- Ólafur G. Flóvenz, Sigmundur Einarsson, Ásgrímur Guðmundsson, Þorsteinn Thorsteinsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1984: Jarðhitarannsóknir á Glerárdal 1980 - 1983. Orkustofnun, OS-84075/JHD-13, 89s.



Jarðhitasvæðið á Glerárdal  
LÍKAN A



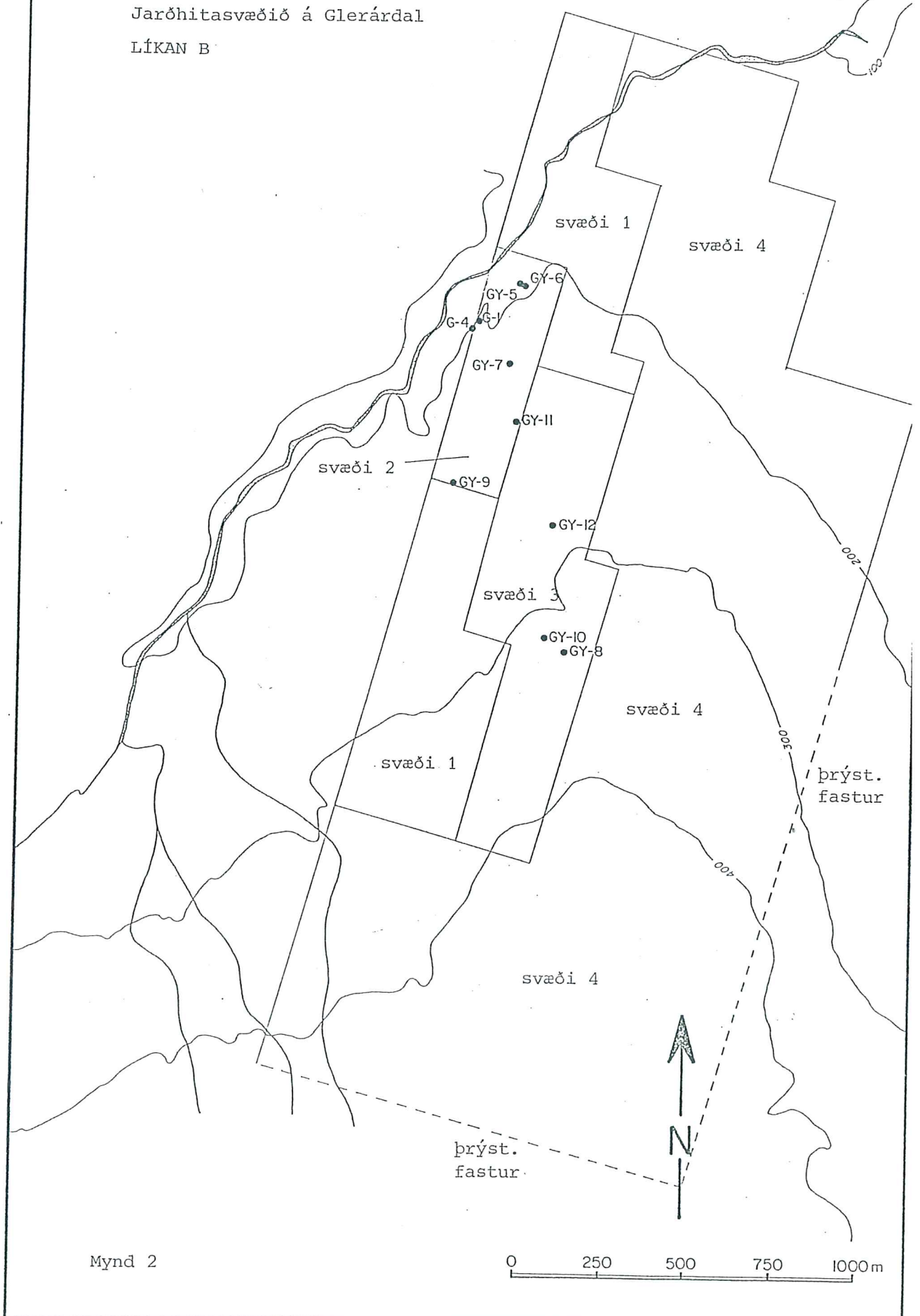




Mynd 1 frh.



Jarðhitasvæðið á Glerárdal  
LÍKAN B



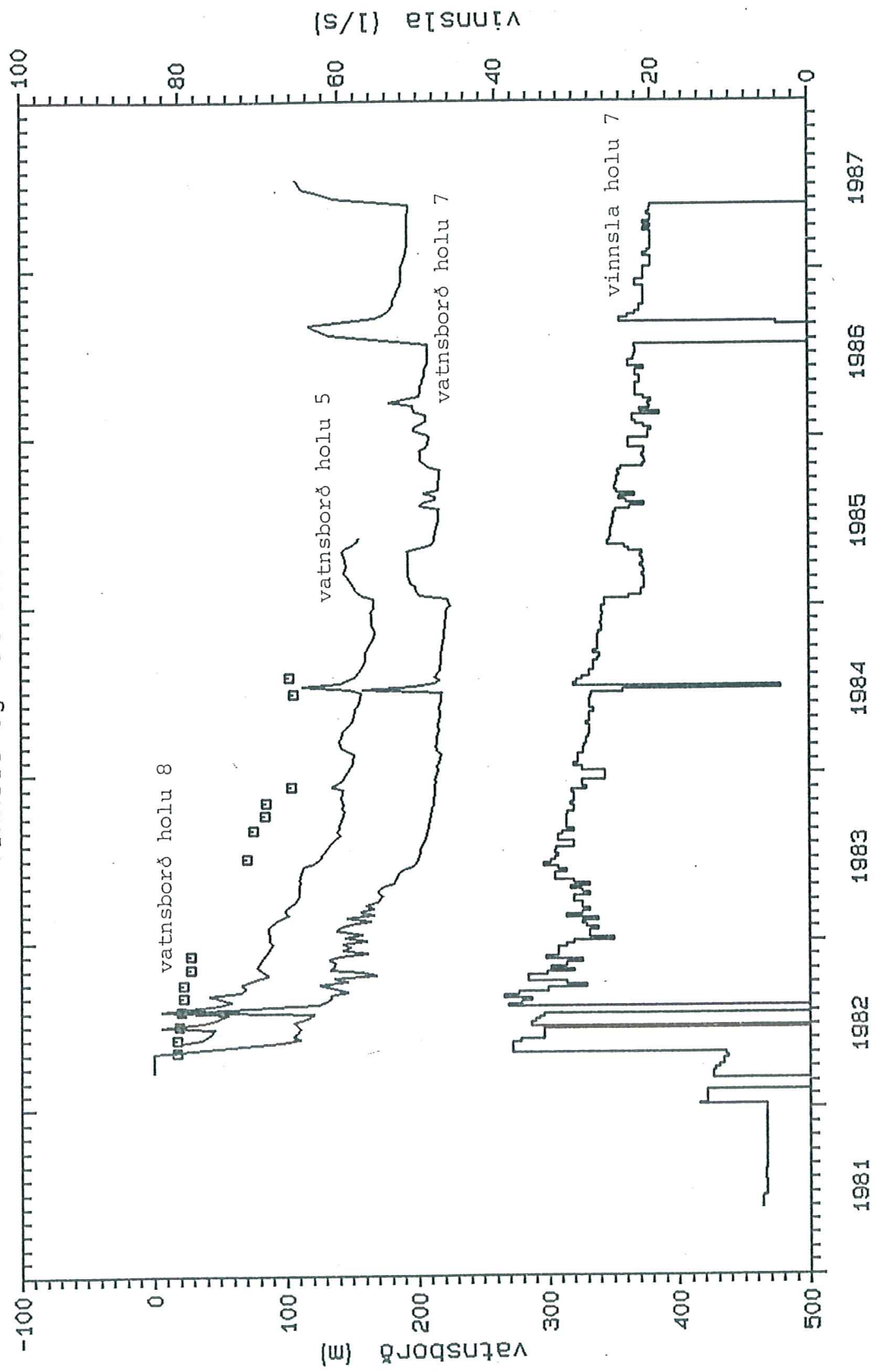
Mynd 2

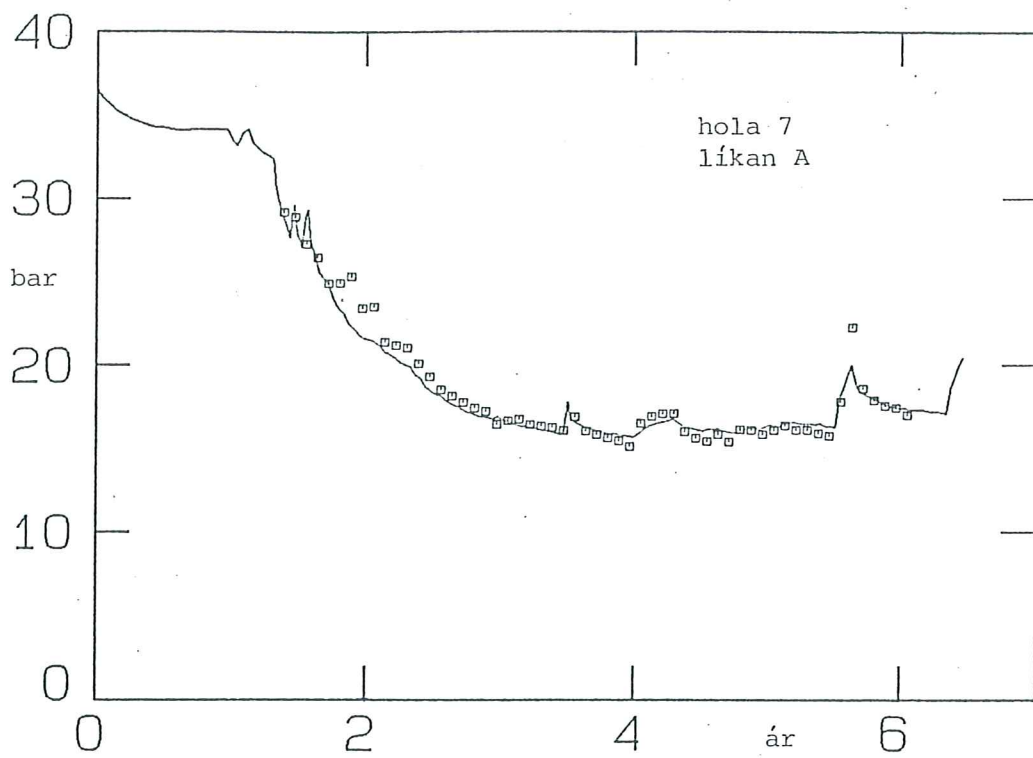




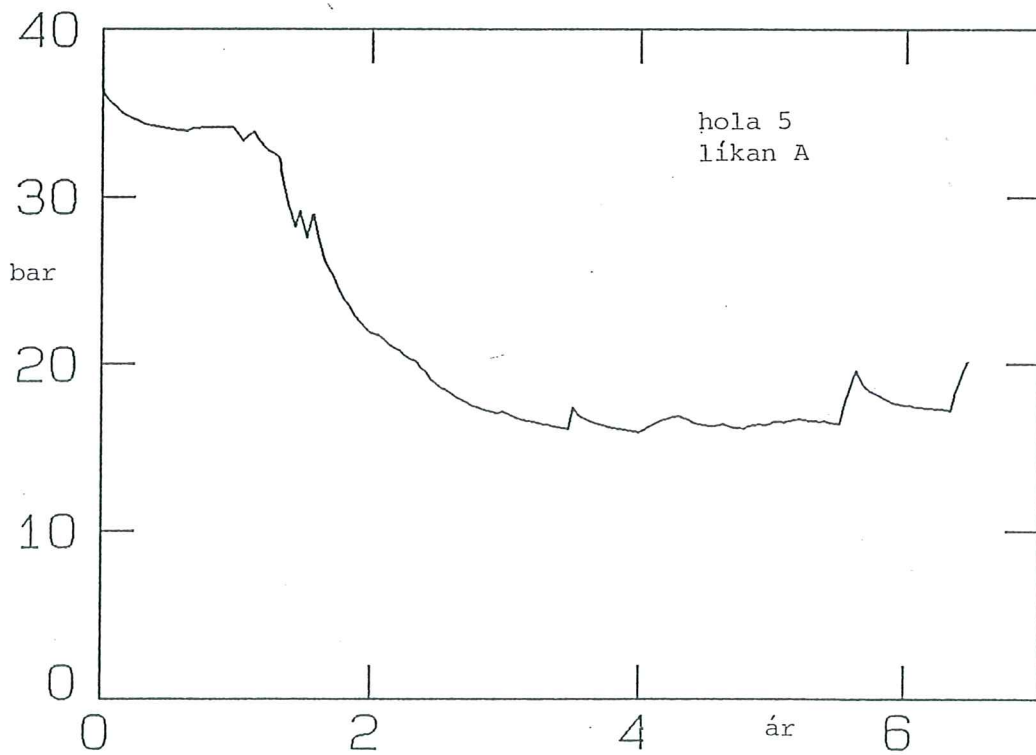
# Jarðhitakerfið Glerárdal

## Vinnsla og vatnsborð

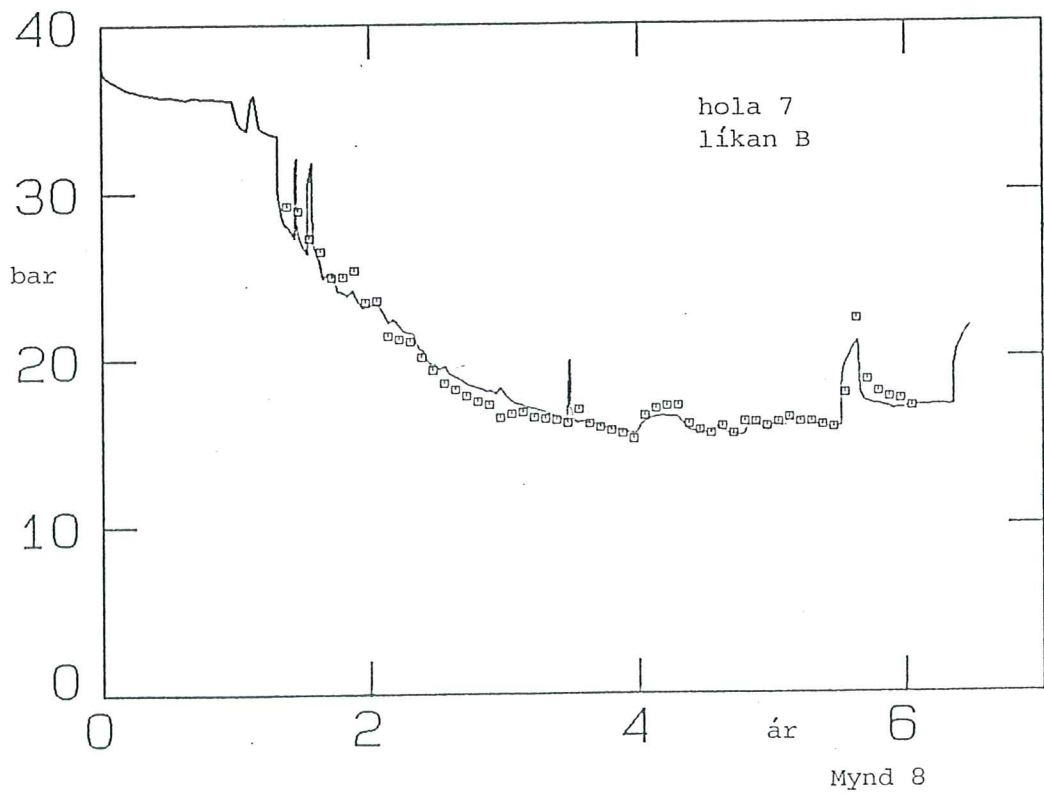
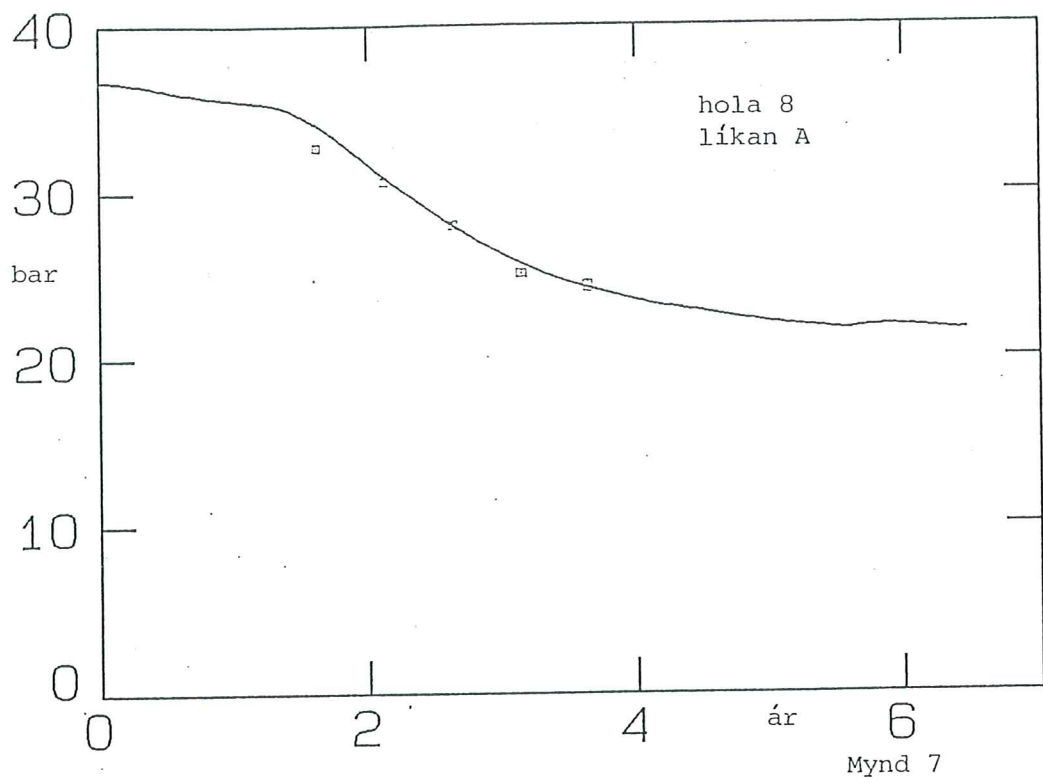




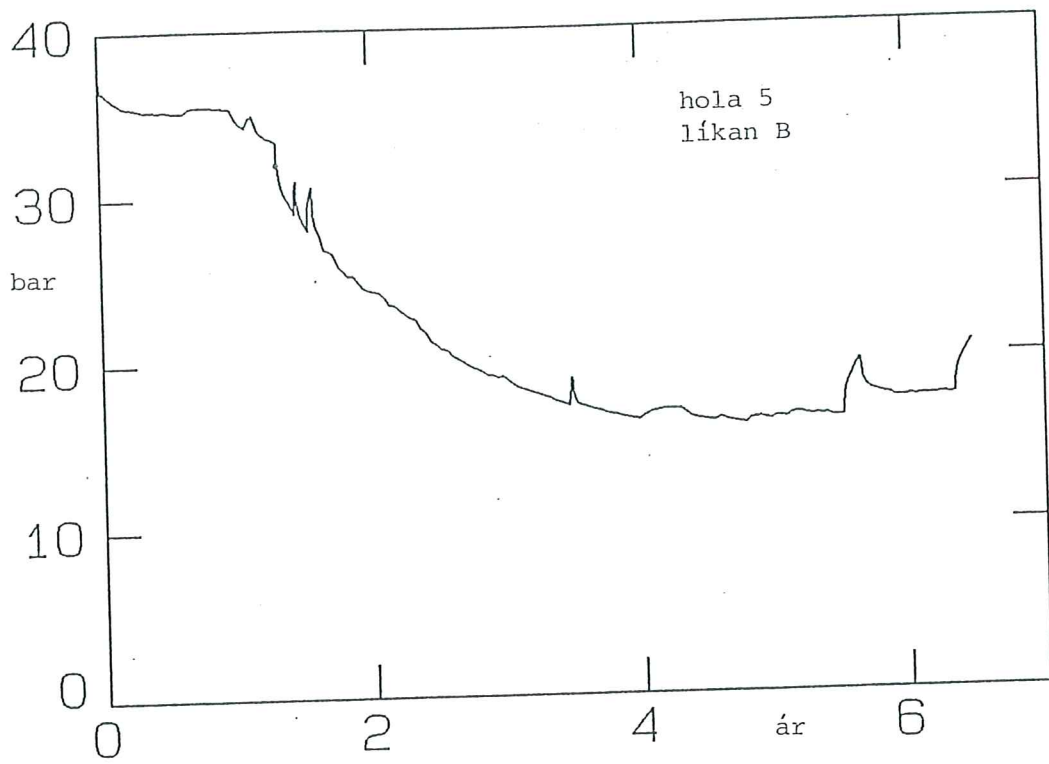
Mynd 5



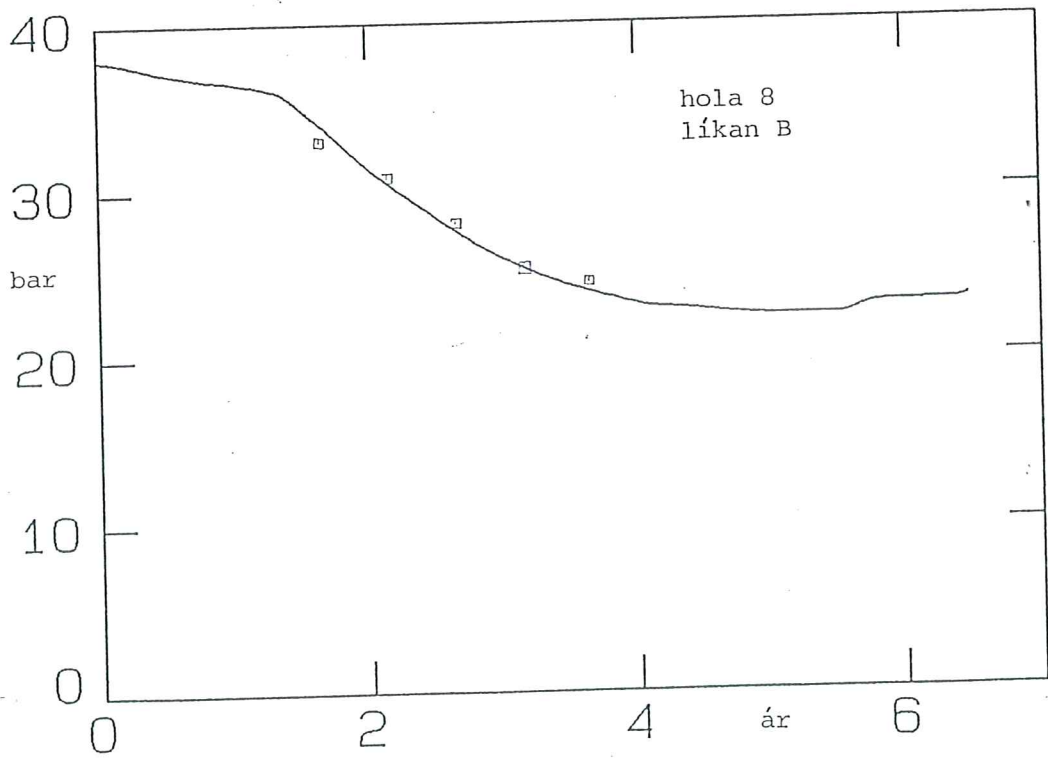
Mynd 6



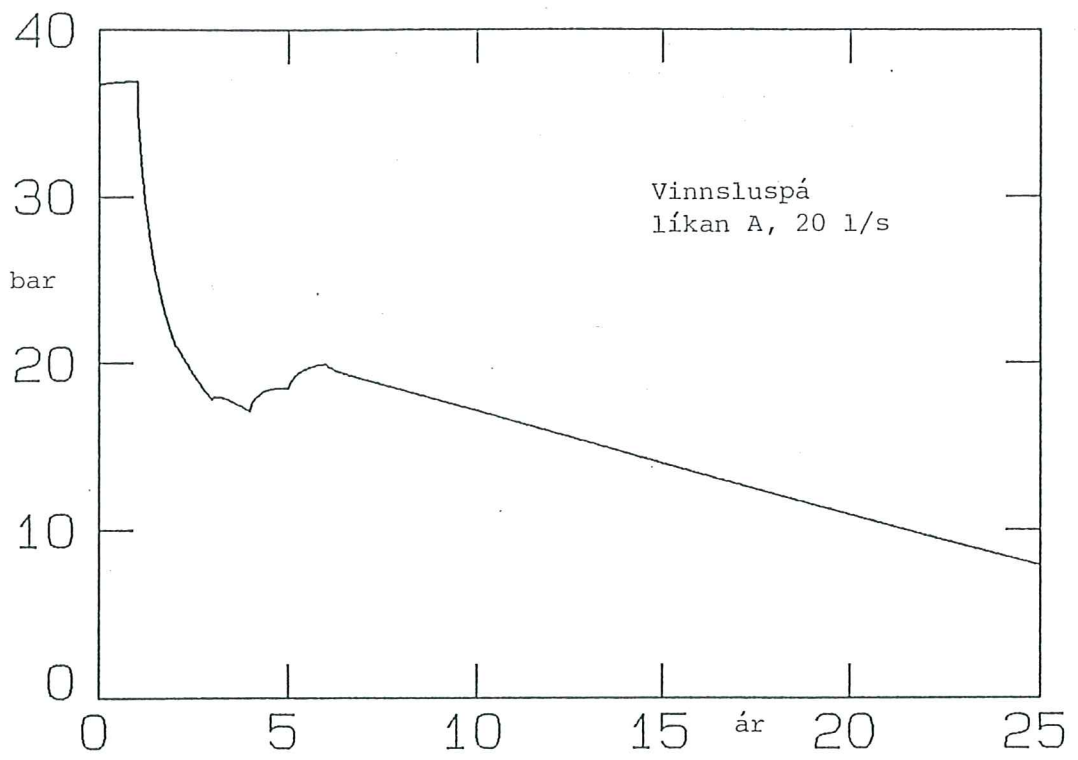




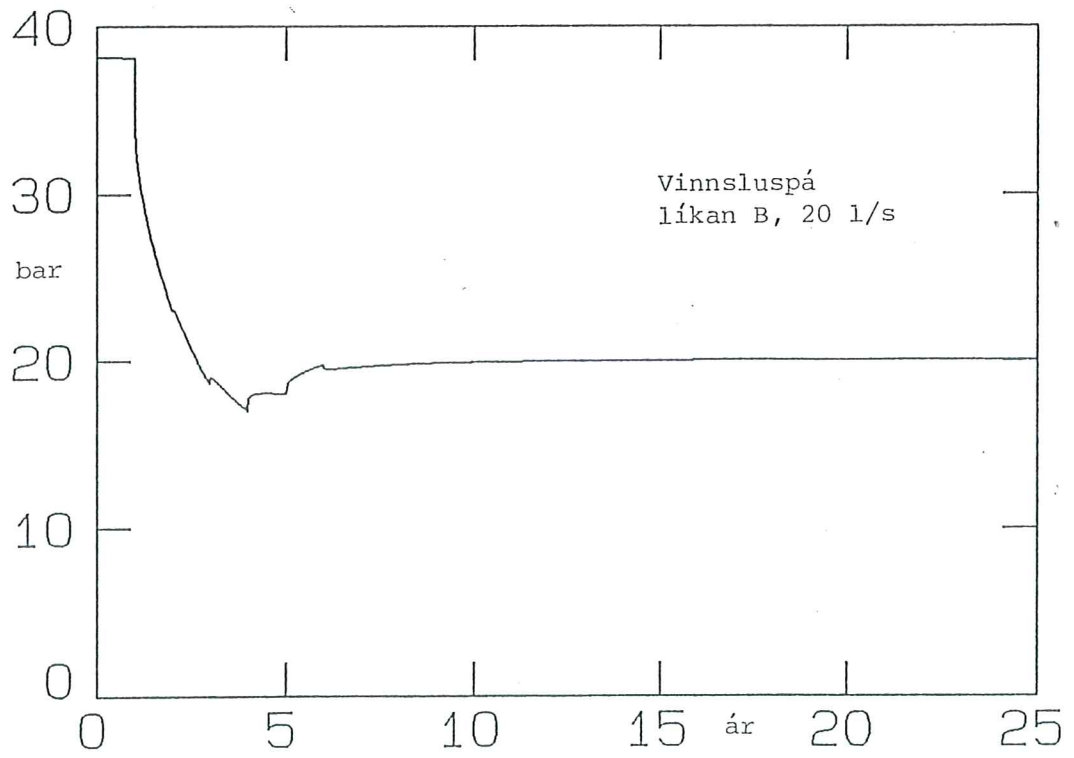
Mynd 9



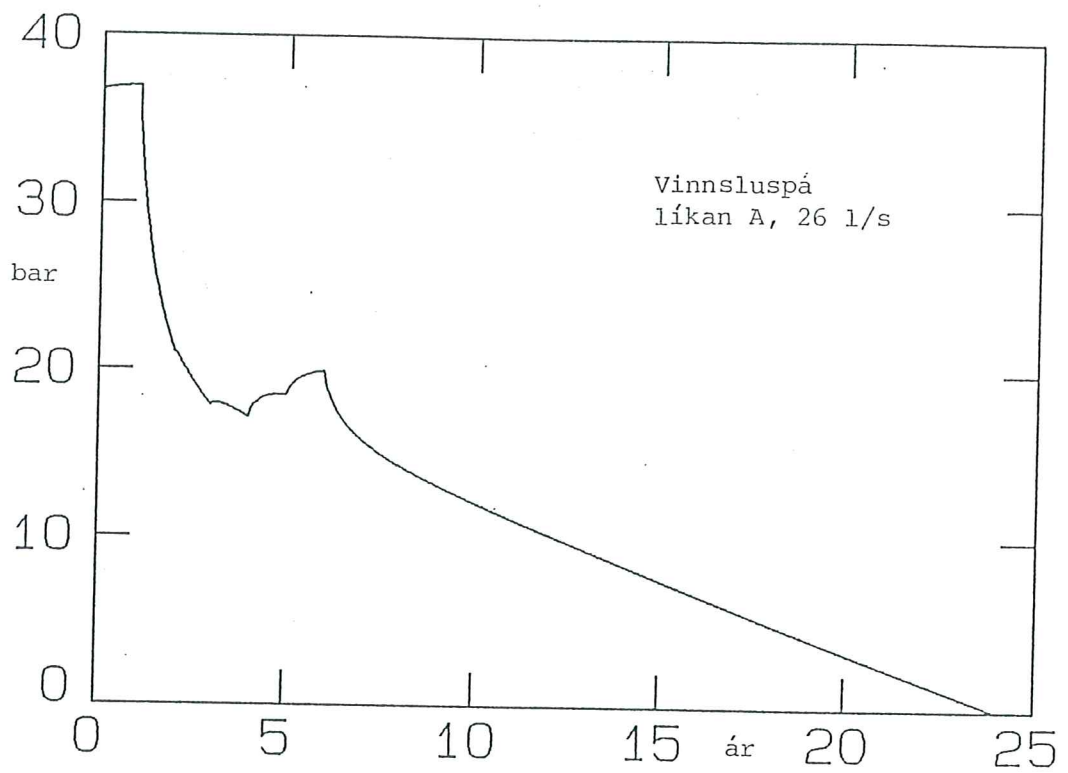
Mynd 10



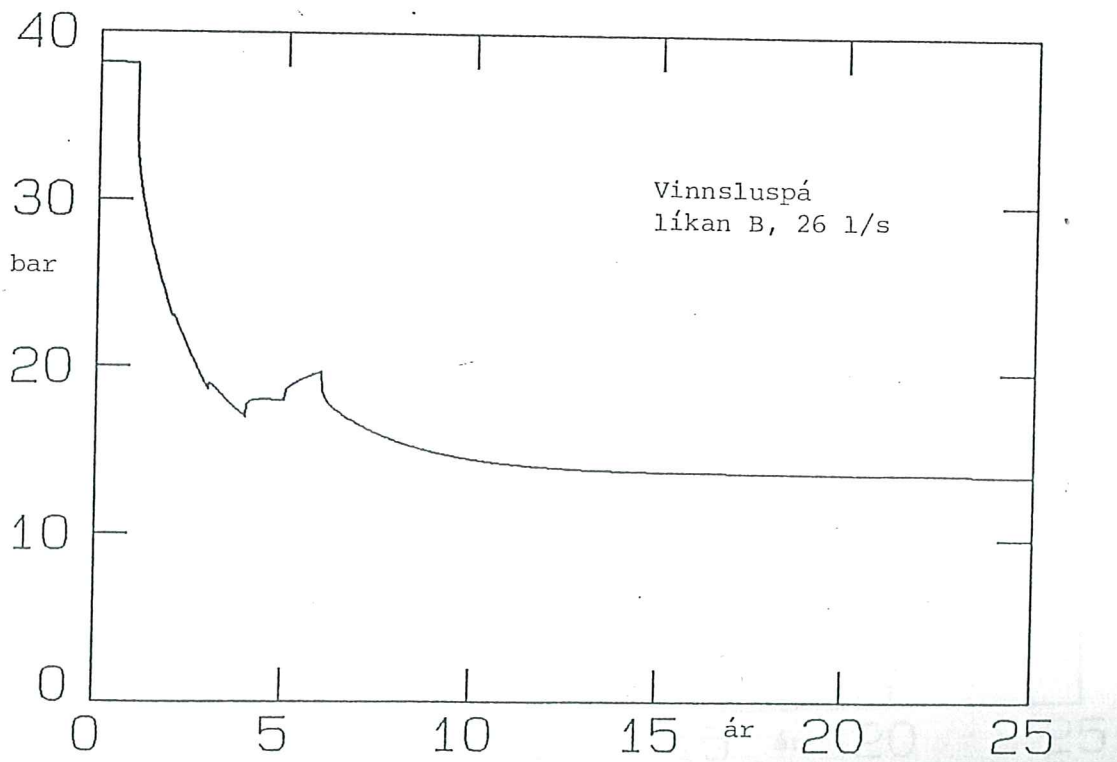
Mynd 11



Mynd 12

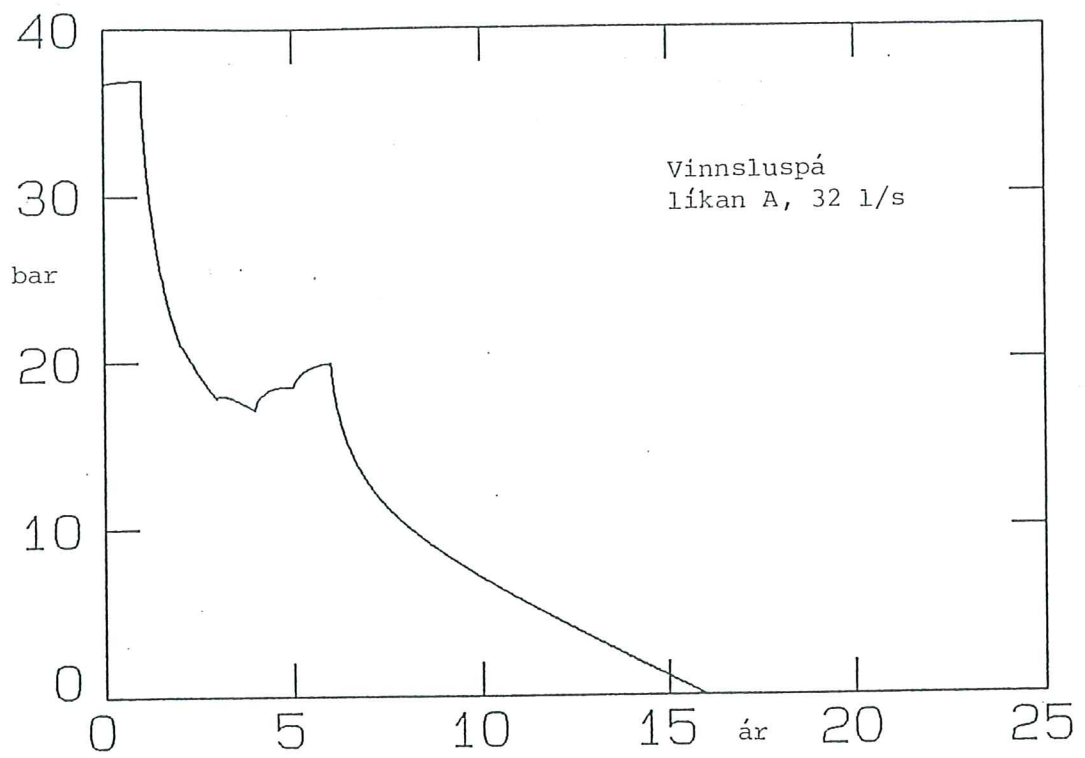


Mynd 13

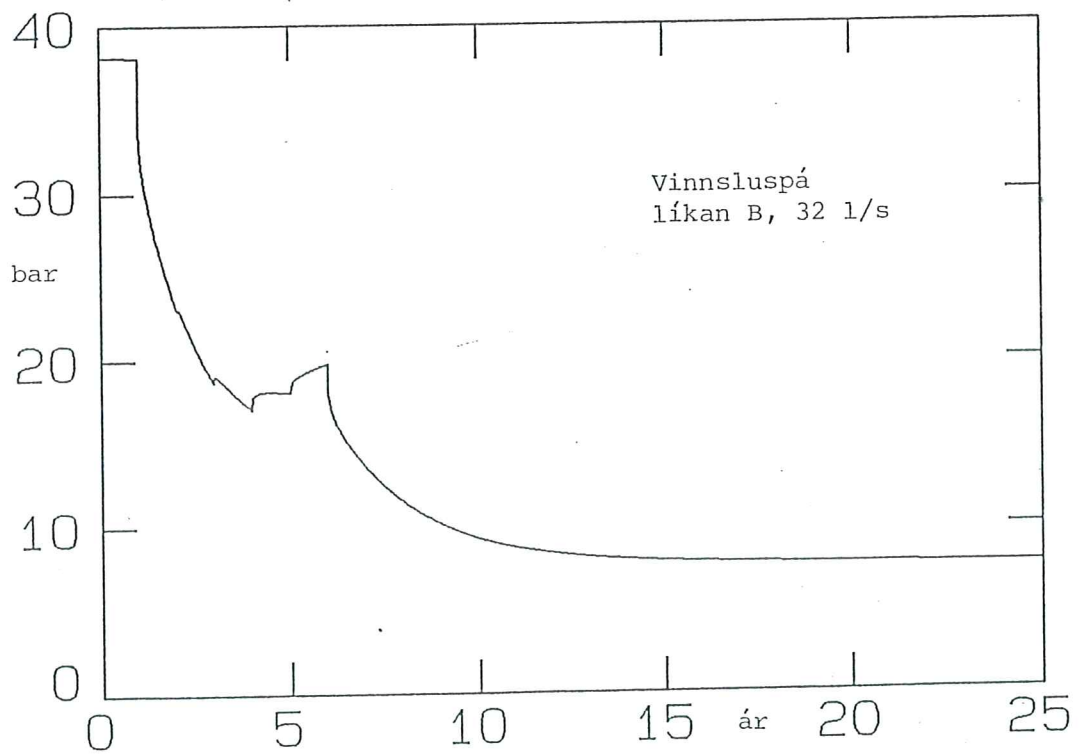


Mynd 14

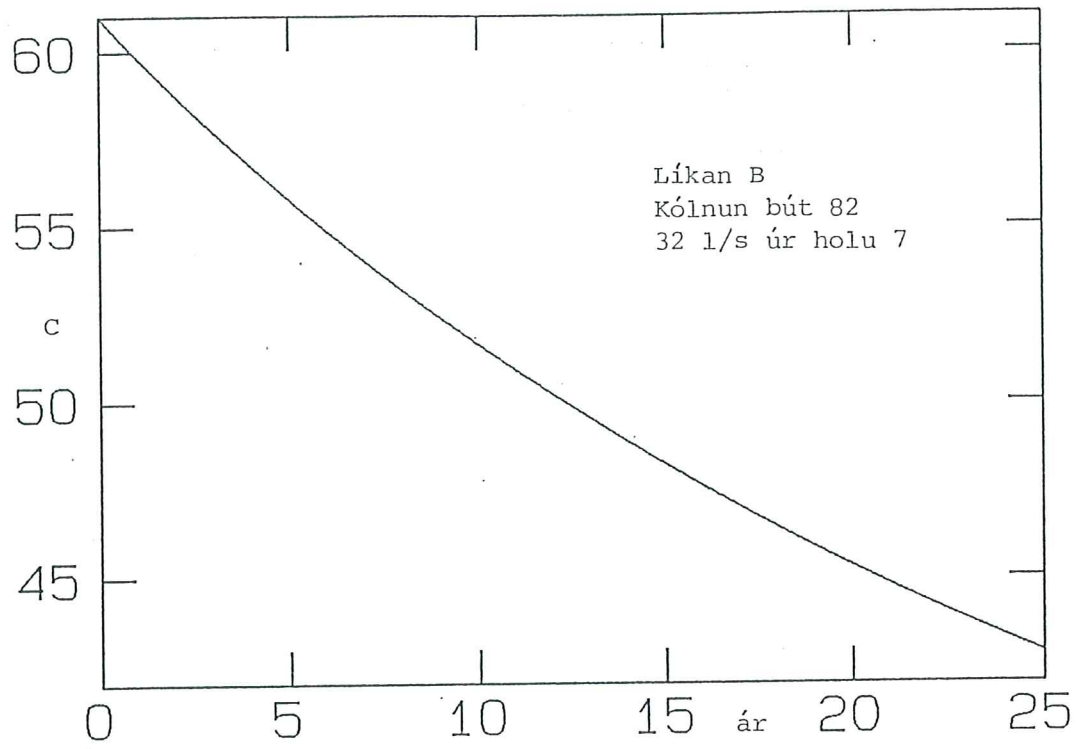




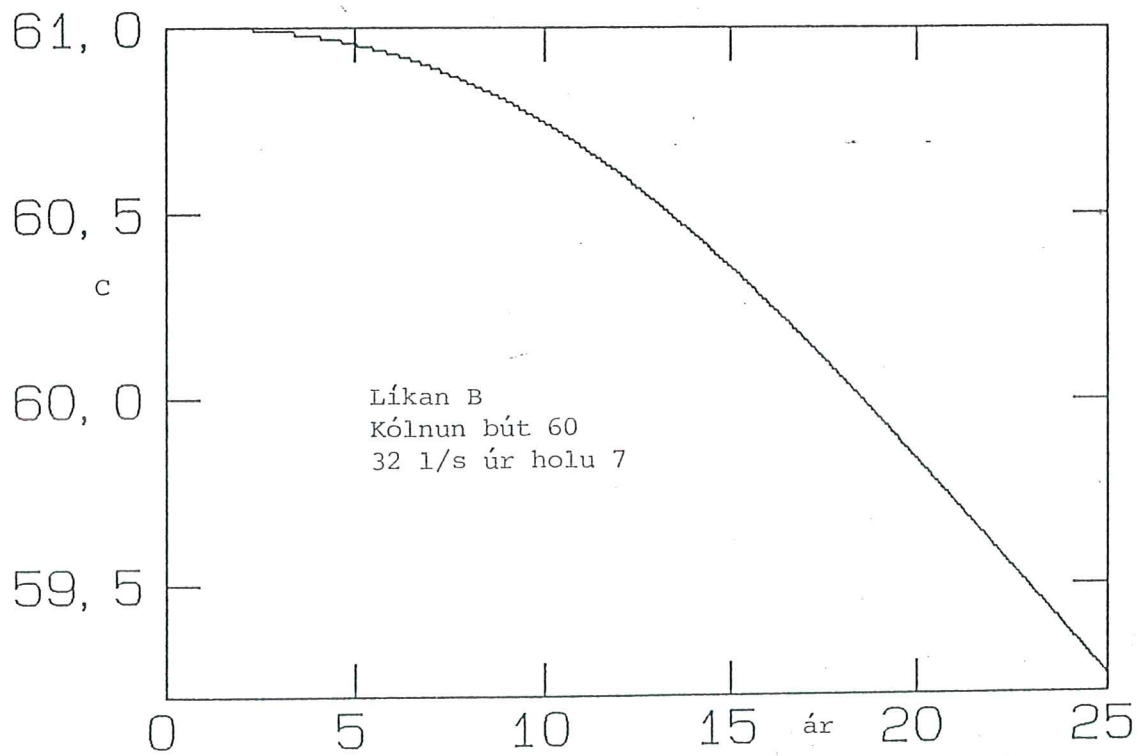
Mynd 15



Mynd 16



Mynd 17



Mynd 18

VIÐAUKI



*JARÐHITASVÆÐIÐ Á GLERÁRDAL**Einföld úttekt á vinnslusögu ásamt vinnsluspá*

Hér er lýst stuttri úttekt á vinnslusögu jarðhitasvæðisins á Glerárdal sem gerð var í þeim tilgangi að annars vegar meta eiginleika jarðhitakerfisins (t.d. lekt og stærð), og hins vegar spá fyrir um viðbrögð þess í framtíðinni. Við þessa úttekt eða túlkun voru eingöngu notuð einföld líkön og aðferðir. Þeim aðferðum er m.a. lýst nánar í skýrslu um Laugarnessvæðið í Reykjavík (Orkustofnun og Verkfræðistofan Vatnaskil, 1986). Þessar aðferðir eru gagnlegar þegar einungis vatnafræði kerfis (vinnsla, niðurdráttur) er til athugunar, og aðeins byggt á vatnsborðsgögnum úr einni (eða örfáum) holu(m). Þessar aðferðir nýtast illa ef túlka á vatnsborðsgögn úr mörgum holum og eins ef kerfi er í tengslum við önnur kerfi. Þessar aðferðir nýtast ekki ef túlka á eða spá breytingum á hitastigi eða efnainnihaldi. Gögnin, sem úttektin byggir á eru birt í mynd 4 hér að ofan. Þó eru hér notuð mánaðarleg meðaltöl. Einnig eru gögnin úr holu 7 leiðrétt fyrir iðustreymistapi.

Eins og sést á mynd 4 þá eru verulegar breytingar í vinnslu á því tímabili sem um er að ræða. Til þess að geta skoðað viðbrögð kerfisins óháð breytingum í vinnslu er hér brugðið á það ráð að reikna einingarniðurdrátt kerfisins, þ.e. viðbrögð þess við stöðugri dælingu á 1 l/s. Þetta var gert bæði fyrir holu 5 og holu 7 og eru niðurstöðurnar birtar á myndum V.1 og V.2.

Tvö einföld vatnafræðileg líkön voru síðan notuð til þess að túlka einingarniðurdrátt holu 5. Annars vegar líkan af einsleitu, óendanlegu hálfhrúmi með frjálsum vatnsborði, og hins vegar líkani af einsleitri lóðréttri rennu með frjálsum vatnsborði og tvívíðu vatnsstreymi. Fyrra líkanið gefur meðaltal á lekt (láréttri og lóðréttri) jarðhitakerfisins og næsta nágrennis þess. En seinna líkanið getur líkt eftir vatnsstreymi í sprungu/sprungusveim, t.d. við einn eða fleiri ganga. Með þessu móti fengust eftirfarandi niðurstöður:

hálfhrúm

$$k = 0.89 \times 10^{-15} m^2 \quad (k = \text{lekt})$$

$$\phi = 0.0011 \quad (\phi = \text{poruhluti})$$

renna

$$kb = 4.4 \times 10^{-12} m^3 \quad (b = \text{breidd rennu})$$

$$\phi b = 0.36 m$$

Myndir V.3 og V.4 sýna að viðbrögð líkananna falla vel að einingarniðurdrætti holu 5. Lektargildin eru mjög lág eins og samanburðurinn í töflu V.1 leiðir í ljós.

Svæði	Lekt sky. hálfgrúmslíkani ( $m^2$ )
Glerárgil	$0.89 \times 10^{-15}$
Laugaland í Holtum	0.64
Laugaland og Ytri- Tjarnir í Eyjafirði	0.6 - 0.8
Hamar við Dalvík	11.
Laugarnes í Reykjavík	12.

**Tafla V.1** Samanburður á lekt nokkurra jarðhitasvæða

Til þess að meta vatnsrýmd kerfisins, sem ræðst af stærð þess, notum við svokallað þjappað líkan (mynd V.5). Þjappað vatnafræðilegt líkan samanstendur af nokkrum vatnsgeymum sem eru innbyrðis tengdir með viðnámum. Vatnsgeymarnir líkja eftir rýmd kerfisins og er rýmd ( $S$ ) geymis skilgreind þannig að geymir svarar viðbótarvatnsmassa  $m$  með þrýstibreytingu  $p = m/S$ . Viðnámín líkja eftir vatnsleiðni, eða straumviðnámi, kerfis og er leiðni þeirra ( $K$ ) skilgreind þannig að ef massastraumur um leiðarann er  $q$  þá verður þrýstifallið  $p = q/K$  yfir leiðarann. Fræðileg viðbrögð hins þjappaða líkans eru felld að vatnsborðsgögnum úr holu 7 og eru niðurstöðurnar sýndar á mynd V.6. Þar sést að herma má viðbrögð kerfisins all nákvæmlega með þjöppuðu líkani. Eiginleikar hins þjappaða líkans eru gefnir í töflu V.2. Þrýstingur í geymi 1 ( $S_1$ ) hermí þrýsting (vatnsborð) í holu 7.

$S_1$ ( $ms^2$ )	29.1
$S_2$ ( $ms^2$ )	668
$S_3$ ( $ms^2$ )	10700
$K_1$ ( $ms$ )	$5.4 \times 10^{-5}$
$K_2$ ( $ms$ )	$1.8 \times 10^{-5}$

**Tafla V.2** Eiginleikar þjappaðs líkans

Rýmd (stærð) jarðhitakerfisins er lítil. Í töflu V.3 er rýmd nokkurra jarðhitakerfa birt til fróðleiks. Rýmd Glerárgilskerfisins er meira en stærðargráðu minni en rýmd sæmilega afkastamikils svæðis eins og Laugarnessvæðisins, en hins vegar sambærileg við rýmd afkastalítills svæðis eins og Laugalands í Holtum.

Svæði	$S_1 + S_2$ ( $ms^2$ )	$\Sigma S_i$ ( $ms^2$ )
Glerárgil	700	11400
Laugaland í Holtum	3650	7100
Hamar við Dalvík	5800	115000
Laugarnes í Reykjavík	21800	382000

**Tafla V.3** Rýmd nokkurra jarðhitakerfa

Þó rýmd jarðhitakerfisins sé lítil samanborið við mörg önnur kerfi þá er rýmdin svo mikil að hún ræðst varla eingöngu af þjappanleika bergs og vatns í kerfinu. Ef svo væri þá þyrfti kerfið að vera um  $200 \text{ km}^2$  (reiknað með 1200 m þykkt og 5 % poruhluta) að flatarmáli. Rýmdin er því væntanlega að mestu vegna frjáls vatnsborðs kerfisins og þá þarf vatnskerfið aðeins að vera um  $2 \text{ km}^2$  (reiknað með 5 % poruhluta).

Hið þjappaða líkan var að síðustu notað til þess að reikna vinnsluspár fyrir jarðhitasvæðið í Glerárdal (vatnsborð í holu 7). Niðurstöðurnar, fyrir 20, 26 og 32 l/s vinnslu, eru birtar á myndum V.7, V.8 og V.9. Hér er bæði reiknað með opnu og lokuðu kerfi, en þannig fást spár sem gefa efri og neðri mörk. Í framtíðinni verður niðurdráttur væntanlega einhvers staðar á milli þessara marka. Við spárnar þarf að bæta niðurdrætti vegna iðustreymistaps í holu 7. Það hefur verið gert í töflu V.4 sem sýnir áætlað vatnsborð í holu 7 við áramótin 1999/2000.

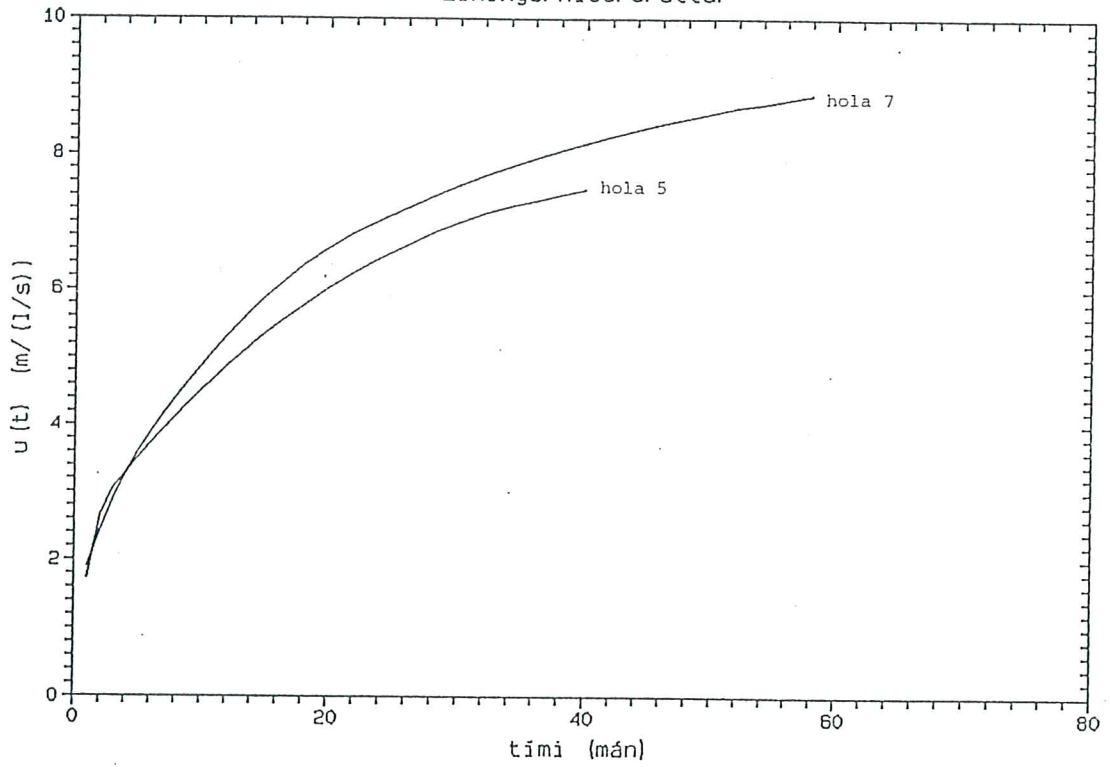
Vinnsla (l/s)	Iðustr.tap (m)	Vatnsborð	
		Opið kerfi (m)	Lokað kerfi (m)
20	19	174	254
26	32	242	335
32	48	313	419

**Tafla V.4** Áætlað vatnsborð við upphaf 2000 í holu 7

#### HEIMILD

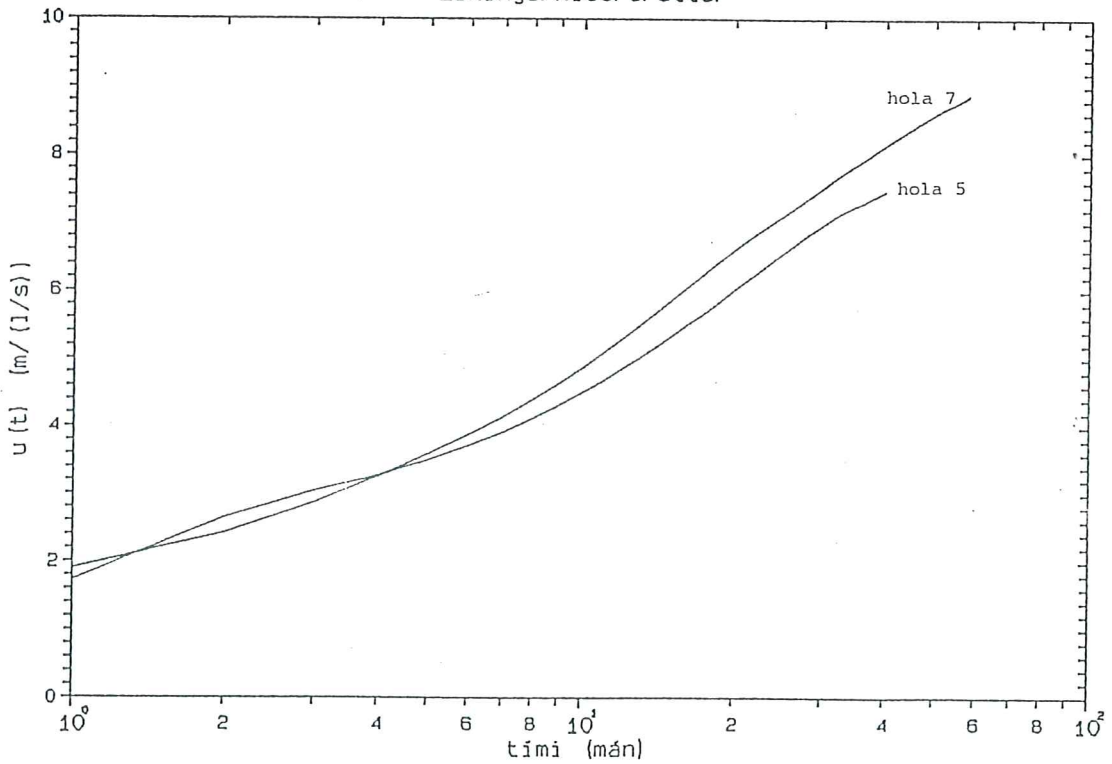
Orkustofnun og Verkfræðistofan Vatnaskil, 1986: Laugarnessvæði, vinnslusaga og framtíðarhorfur. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur, Hitaveita Reykjavíkur, 129s.

Glerárgil holur 7 og 5  
Einingarniðurdráttur



Mynd V.1

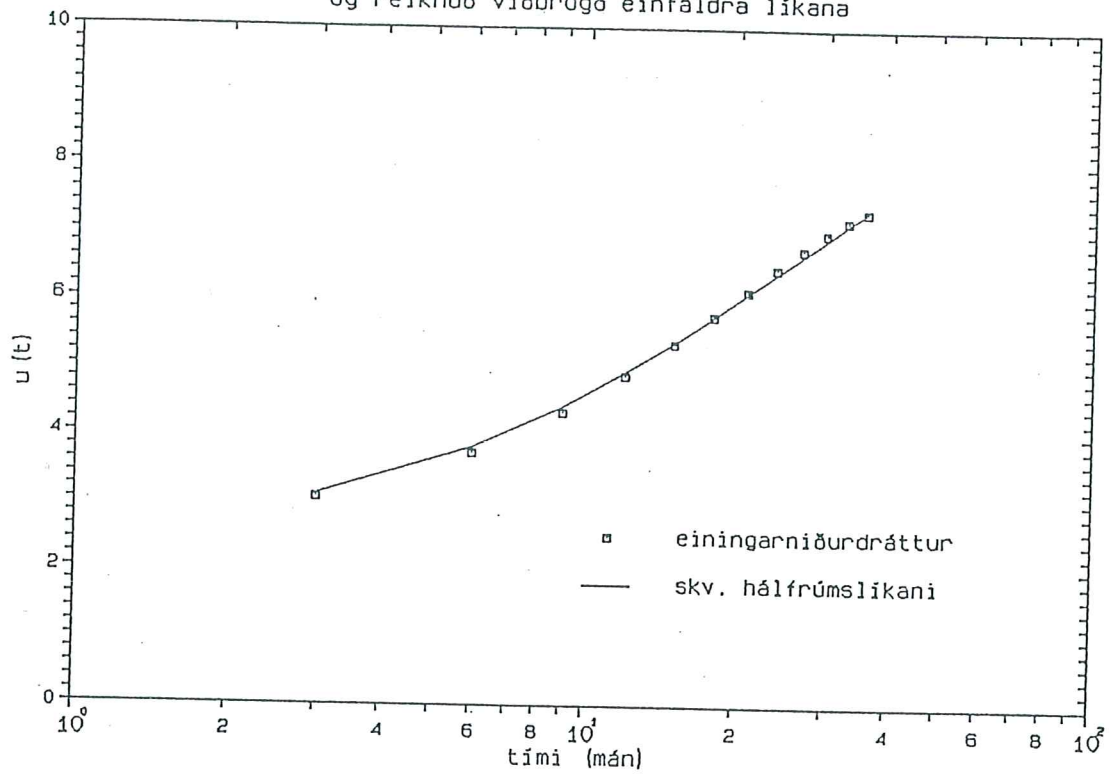
Glerárgil holur 5 og 7  
Einingarniðurdráttur



Mynd V.2

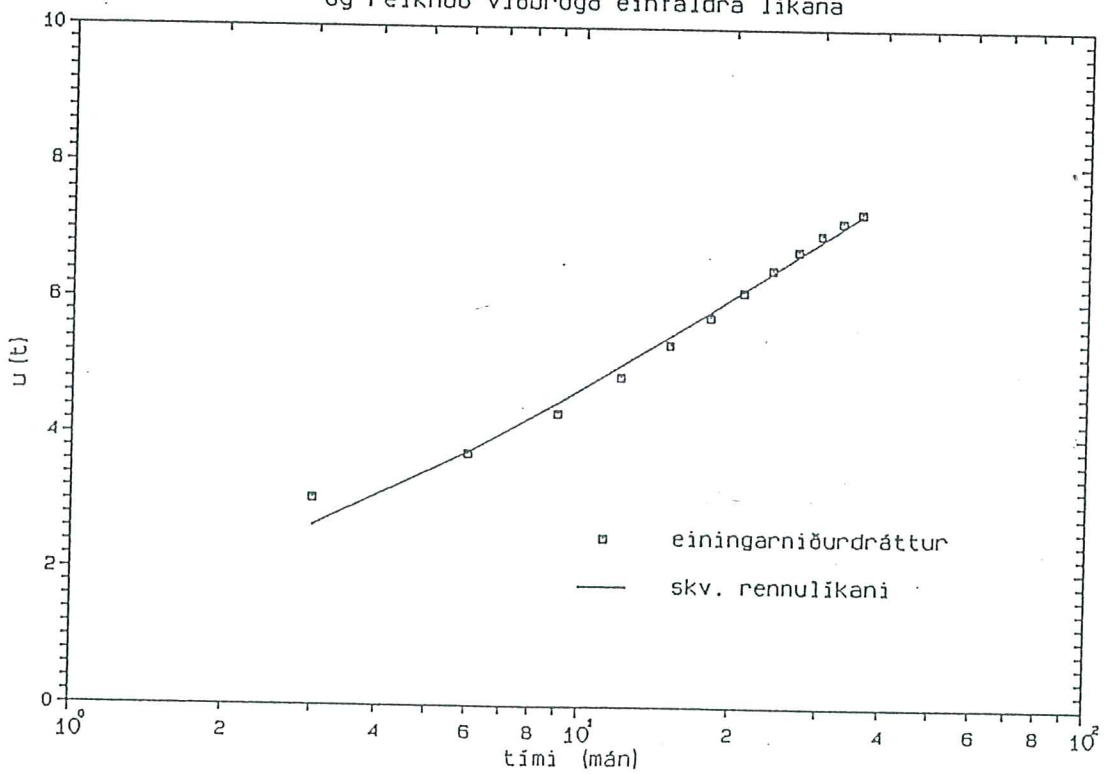


Einingarniðurdráttur holu 5  
og reiknuð viðbrögð einfaldra líkana



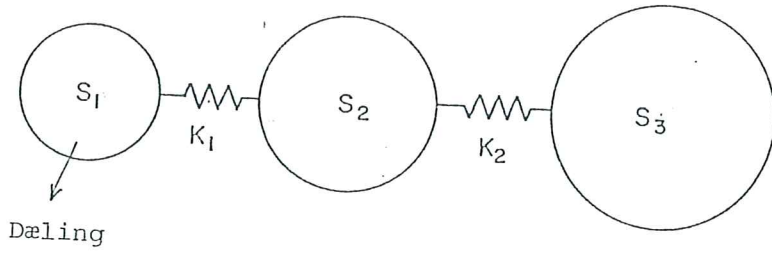
Mynd V.3

Einingarniðurdráttur holu 5  
og reiknuð viðbrögð einfaldra líkana



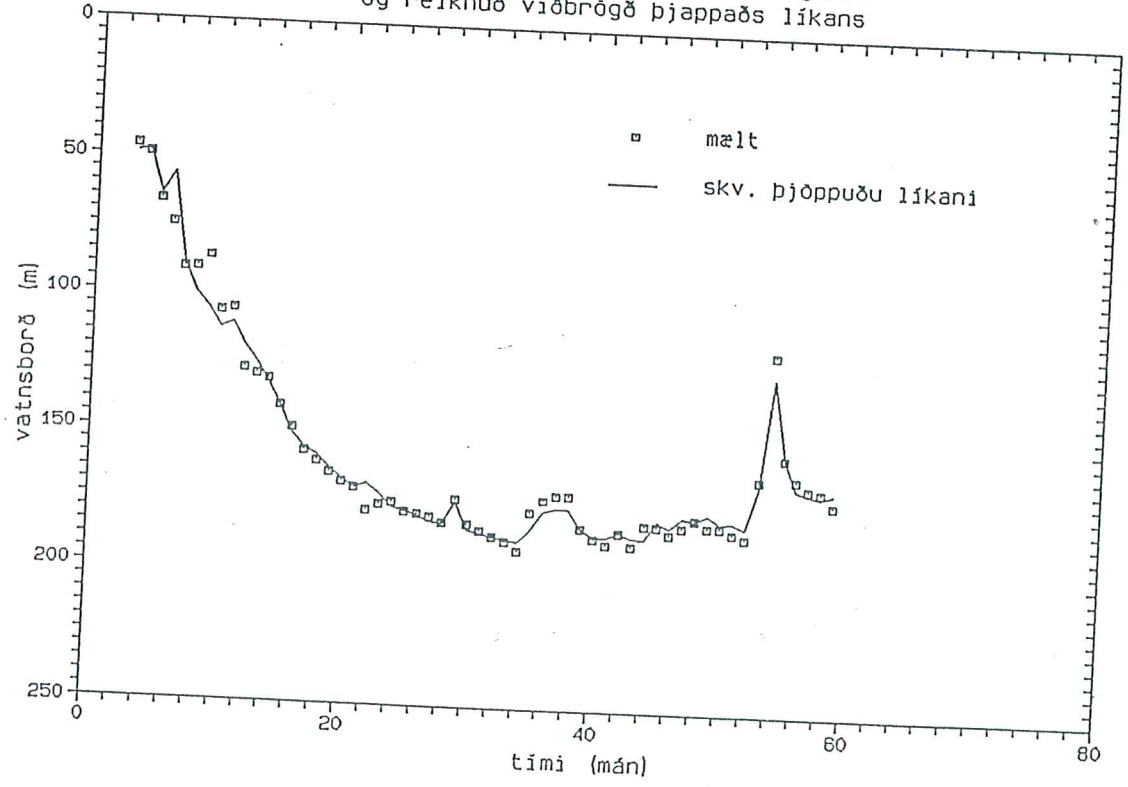
Mynd V.4

JHD-BM-9000-GAx  
86.05.0421



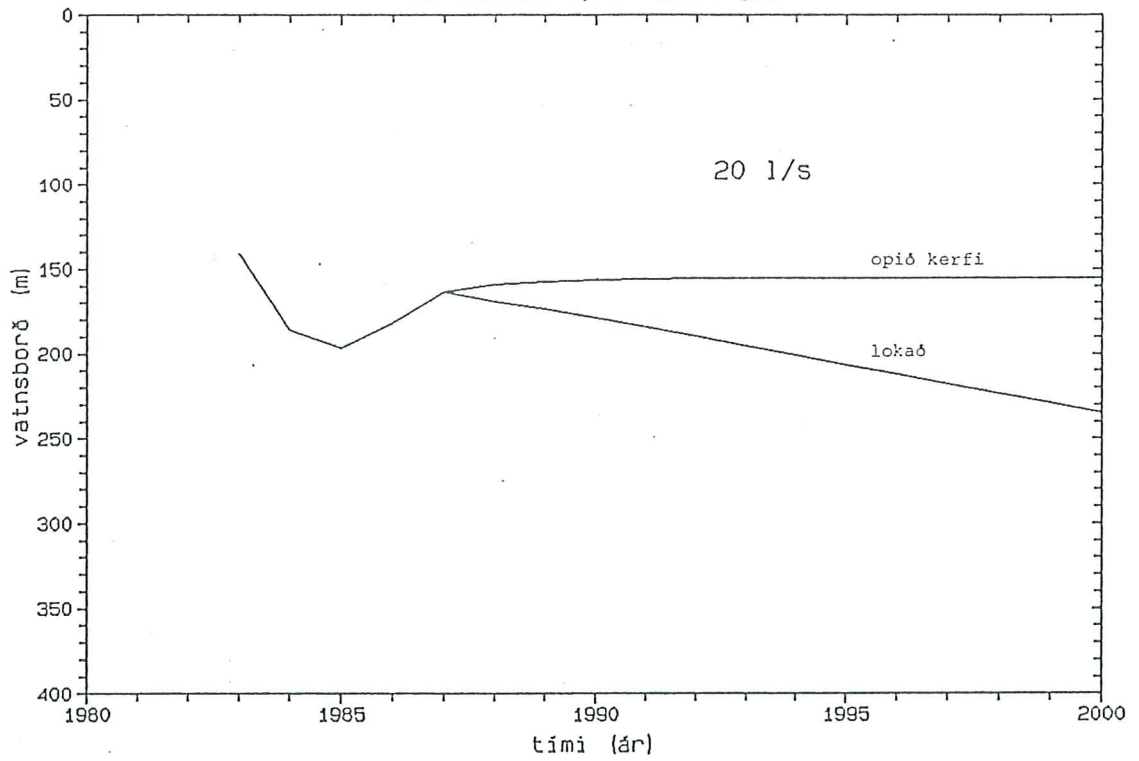
Mynd v.5

### Vatnsborð holu 7 Glerárgili og reiknuð viðbrögð þjappaðs líkans



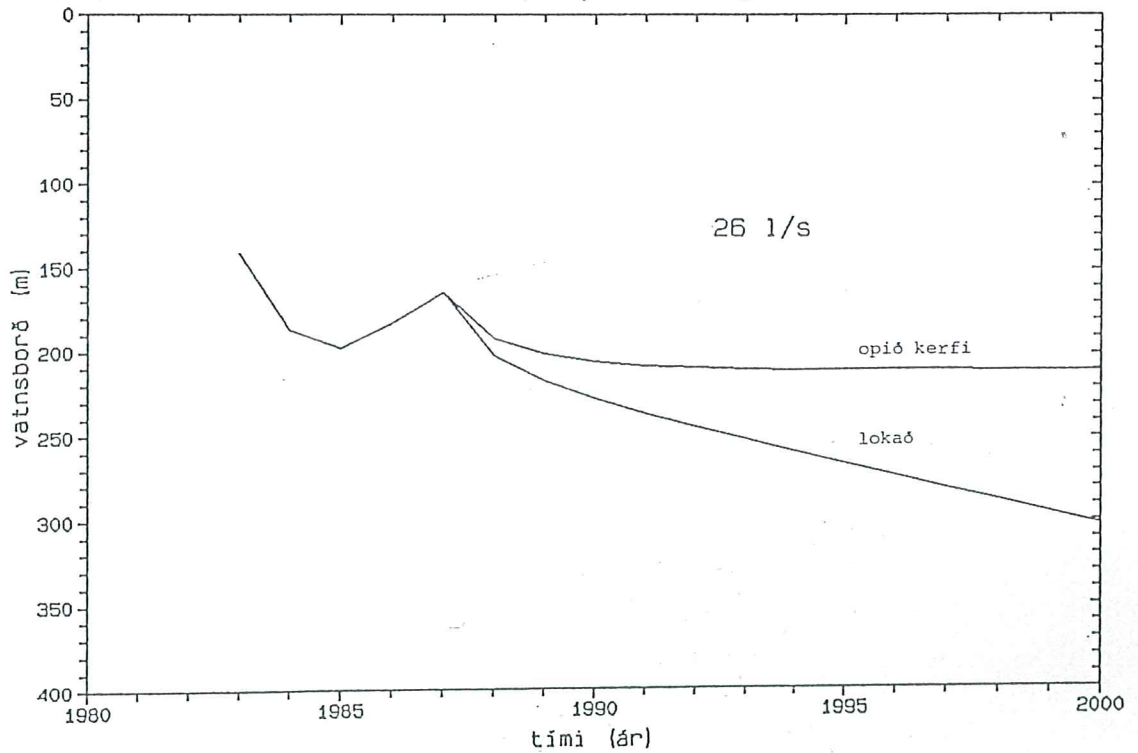
Mynd v.6

Hitaveita Akureyrar  
Vinnsluspá fyrir Glerárgil



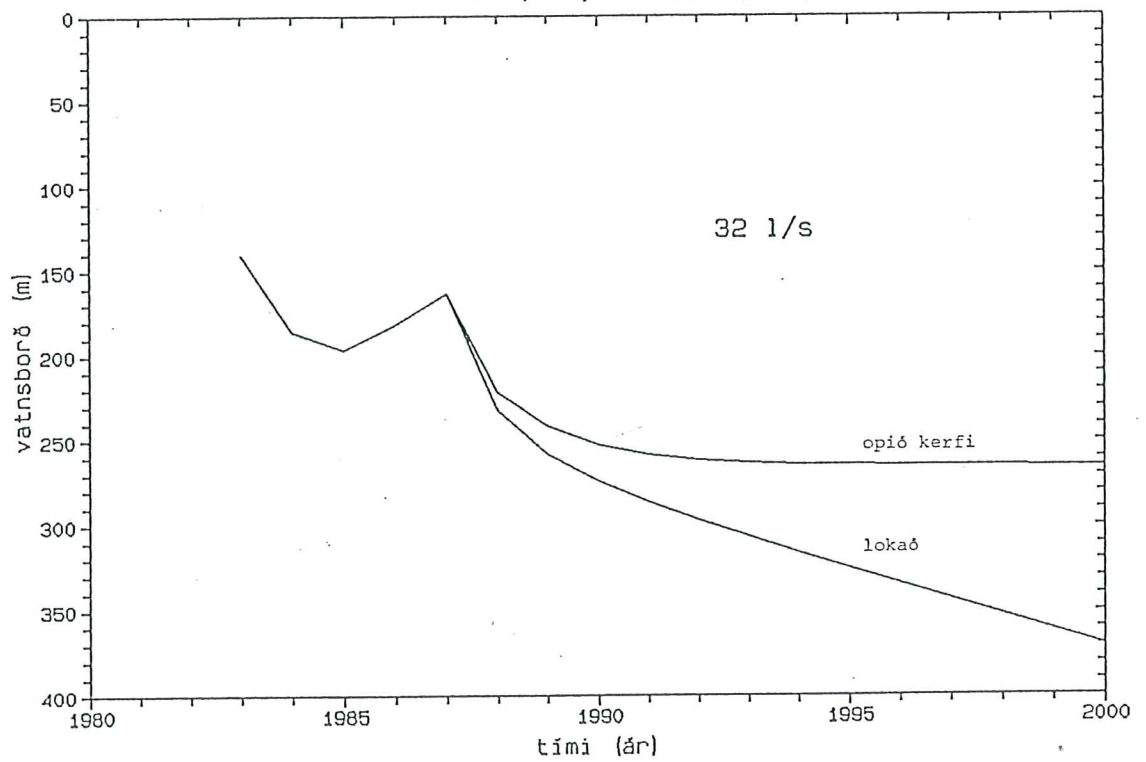
Mynd V.7

Hitaveita Akureyrar  
Vinnsluspá fyrir Glerárgil



Mynd V.8

Hitaveita Akureyrar  
Vinnsluspá fyrir Glerárgil



Mynd V.9