



**ORKUSTOFNUN**

**Rannsóknasvið**

## **SVIÐINHORNAHRAUN**

### **Berggrunnsrannsóknir og kort**

**Árni Hjartarson  
Þórólfur H. Hafstað**

*útlán*

**1997**

**OS-97016**





**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 520 767  
/os/pi/vod.os/jardfr.kort/hraun97.t

## **SVIÐINHORNAHRAUN**

### **Berggrunnsrannsóknir og kort**

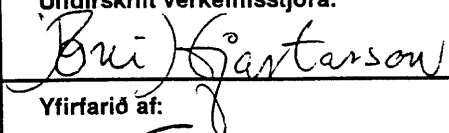

Árni Hjartarson  
Þórólfur H. Hafstað

OS-97016

Maí 1997

ORKUSTOFNUN: Kennitala 500269-5379 - Sími 569 6000 - Fax 5688896  
Netfang os@os.is - Heimasíða <http://www.os.is>



<b>Skýrsla nr.:</b> OS-97016	<b>Dags.:</b> Maf 1997	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> SVIÐINHORNAHRAUN Berggrunnsrannsóknir og kort	<b>Upplag:</b> 25	
	<b>Fjöldi síðna:</b> 32 + 2 kort og 3 snið	
<b>Höfundar:</b> Árni Hjartarson Þórólfur H. Hafstað	<b>Verkefnisstjóri:</b> Árni Hjartarson	
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Jarðfræðiúttekt, forrannsókn	<b>Verknúmer:</b> 520 767	
<b>Unnið fyrir:</b> Auðlindadeild Orkustofnunar		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Skýrslan fjallar um kortlagningu berggrunns á virkjunarsvæði svonefndrar Hraunavirkjunar og er framhald af vinnu undanfarinna tveggja ára. Markmið rannsókna er að gera jarðfræðikort af svæðinu frá Víðidal í suðri allt norður undir Fljótsdal til að fá mynd af jarðlagaskipan á helstu mannvirkjastöðum. Kortlagningin tekur mið af legu helstu mannvirkja, ekki síst jarðganga, samkvæmt áætlunum um Hraunavirkjun. Kortið tengist eldri aðliggjandi jarðfræðikortum. Svæðið er um 30 km langt. Jarðfræðikortin spanna 20 km breitt belti frá austri til vesturs og um 2,5 km þykkan jarðlagastafla, sem að mestu er gerður úr blágrýtislögum. Misgengi eru tíð og jarðlagahalli sumstaðar óreglulegur. Tvö kort fylgja skýrslunni, almennt jarðfræðikort og kort sem sýnir mannvirkjajarðfræði. Auk þess jarðlagasnið og langsníð eftir jarðgangaleiðum. Lagt er mat á berggæði og jarðtæknilega eiginleika bergsins einkum með tilliti til jarðgangagerðar. Jarðfræðikortin eru tölvuunnin í ArcInfo kortlagningarkerfi.		
<b>Lykilorð:</b> Jarðfræði, berggrunnur, jarðfræðikort, virkjunaráætlun, mannvirki, jarðgöng, berggæði	<b>ISBN-númer:</b>	
	<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b> 	
	<b>Yfirfarið af:</b> PI 	

## Efnisyfirlit

ÁGRIP	2
1 INNGANGUR	5
2 JARÐFRÆÐIKORTIN	6
2.1 Almenn jarðfræðikort	6
2.2 Mannvirkjajarðfræðikort	6
3 ALMENNT YFIRLIT UM BERGGRUNNINN Á HRAUNUM	7
4 JARÐLAGASYRPU	8
4.1 Geithellnadalssyrpa	8
4.2 Ódáðavatnssyrpa	8
4.3 Bótarsyrpa	9
4.4 Hornbrynjusyrpa	10
4.5 Marklækjarsyrpa	11
4.6 Teigsbjargssyrpa	12
4.7 Hnútusyrpa	13
4.8 Fossársyrpa	13
4.9 Sauðármóberg	14
4.10 Þverfells - Fossöldusyrpa	14
5 ALDURSGREININGAR OG TÍMATAL	15
5.1 Aldur Bótarsyrpu	18
5.2 Upphleðsluhraði	18
6 JARÐLAGAHALLI OG HÖGGUN	19
7 JARÐGANGNALEIÐIR	21
7.1 Suðurfjarðaveita	23
7.2 Hornbrynjugöng	24
8 HEIMILDIR	26
VIÐAUKI: Berggæði og mat vegna mannvirkja	29

## **Töflur**

Tafla 1. Rannsóknarúthöld	5
Tafla 2. Þykktir Bótarseta á nokkrum stöðum	10
Tafla 3. Aldursgreiningar á bergi á Austurlandi	16
Tafla 4. Hallamælingar jarðlaga	20
Tafla 5. Jarðgöng Hraunavirkjunar neðri	22

## **Myndir**

Mynd 1. Segulkvarði og jarðlagasyrpur	17
Mynd 2. Aldur hraunlaga og hæð í stafla	19
Mynd 3. Jarðgöng í mismunandi bergstafla	21

## **Kortablöð og jarðlagasnið**

Blað 1. Sviðinhornahraun, berggrunnskort, 1:50.000
Blað 2. Sviðinhornahraun, mannvirkjajarðfræði, 1:50.000
Blað 3. Sviðinhornahraun, langsnið eftir jarðgangaleiðum
Blað 4. Sviðinhornahraun, jarðlagasnið í Geithellnadal
Blað 5. Sviðinhornahraun, jarðlagasnið í Hornbrynju, Víðidal og Hamarsdal

## 1. INNGANGUR

Á undanförunum árum hefur verið unnið að kortlagningu berggrunns á virkjunarsvæði svonefndrar Hraunavirkjunar. Kortlagningin á Haunum hefur verið gerð í þremur atrennum undanfarin ár, eins og sýnt er í töflu 1. Þeir sem hafa komið að kortlagningunni eru Árni Hjartarson, Þórólfur H. Hafstað og Gunnar Ólafsson.

Tafla 1. Rannsóknarúthöld.

Dags.	Kortleggjarar	Aðsetur
9. - 20. ág. 1994	ÁH & ÞHH	Bjarnahíði og Hamarsá
12. - 20. sep. 1994	ÁH & ÞHH	Hamarsá
8. - 17. ág. 1995	ÁH & ÞHH	Bjarnahíði
22. - 31. ág. 1995	ÁH & ÞHH	Geithellnavatn
8. - 14. sep. 1995	ÁH & ÞHH	Geithellnavatn
12. - 21. ág. 1996	ÁH & GÓ	Leirás í Geithellnadal
28. ág. - 6. sep. 1996	ÁH & GÓ	Hamarsá og Bjarnahíði

Markmið rannsókna var að gera jarðfræðikort af svæðinu frá Víðidal í suðri og allt norður undir Fljótsdal og fá þannig mynd af jarðlagaskipan á helstu mannvirkjastöðum hinnar áformuðu Hraunavirkjunar. Kortlagningin var unnin með hliðsjón af legu helstu mannvirkja, ekki síst jarðganga, sem gert var ráð fyrir í frumáætlun Hauks Tómassonar (1992) og kostnaðaráætlun og kerfisgreiningu Erlings E. Jónassonar og Árna Snorrasonar (1996). Kortið tengist jarðfræðikorti Ágústs Guðmundssonar (1990a), *Múli - Hraun*, í vestri og norðri, korti þeirra Snorra Zóphóníassonar og Björns Jónassonar (1979), *Fossárvirkjun*, að austan og korti Helga Torfasonar (1979), *Lónsöræfi*, að sunnan.

Ágúst Guðmundsson kortlagði víðáttumikil svæði á Fljótsdalsheiði, Múla og Hraunum á árunum 1977 - 1990 (Ágúst Guðmundsson 1978, 1990a og 1990b og Oddur Sigurðsson o.fl. 1985). Suðausturjaðar jarðfræðikorts hans markast af línu milli Hornbrynju og Sauðárvatns. Snorri Zóphóníasson og Björn Jónasson (1979) kortlögðu innanverðan Berufjörð og svæði inn með Fossá sumarið 1976, en vestasti hluti jarðfræðikorts þeirra teygir sig inn með efsta hluta Geitdalsár allt upp í Hornbrynju. Hornbrynja er því nokkurskonar snertipunktur þeirra athugana, sem áður höfðu verið gerðar á norðurhluta svæðisins. Kort Helga Torfasonar (1979) er hluti af hinu mikla doktorsverkefni hans. Snertipunktur kortanna er í Vesturdalsgili upp af Jökulsá í Lóni. Þar mældu Kristján Sæmundsson og Haukur Jóhannesson einnig upp nokkur snið sumarið 1996 (blað 5).

## 2. JARÐFRÆÐIKORTIN

Jarðfræðikortin spanna 20 km breitt svæði frá austri til vesturs og um 21/2 km þykkjan jarðlagastafla. Svæðið er um 30 km langt og eftir því endilöngu liggur **hallabelti Austurlands** (Austurlandsflexúran), en það er nokkurra km breitt belti, þar sem misgengi eru tíð og jarðlagahalli mjög óreglulegur.

Tvö jarðfræðikort fylgja skýrslunni, almennt jarðfræðikort og mannvirkjajarðfræðikort.

### 2.1 Almennt jarðfræðikort

Kort 1 er almennt jarðfræðikort. Þar er áhersla lögð á að greina berglögin til tegunda og flokka þau í samræmi við berggerð, segulstefnu og aldur.

Staflaum er skipt upp í **syrpur** en hverri syrpu er síðan skipt í undirflokkka eða **jarðlagaeiningar** eftir berggerð og stundum eftir segulstefnu. Hún er ákvörðuð með segulmælingum á mörkinni. Á jarðfræðikortinu hefur hver syrpa nafn og tvo einkennisstafi en undirflokkar hennar eru númeraðir. Í yngri hluta staflans eru flestar nafngiftirnar teknar upp eftir kortum Ágústis Guðmundssonar en í eldri hluta hans eru nöfnin ný. Aldur jarðmyndana er byggður á aldursgreiningum á bergi frá nokkrum stöðum innan svæðisins og í næsta nágrenni þess og með bergsegulmælingum. Nánar er fjallað um aldurinn í kafla 5.

### 2.2 Mannvirkjajarðfræðikort

Kort 2 sýnir mannvirkjajarðfræði. Það er gert með þarfir verkfræðinga og mannvirkjajarðfræðinga í huga. Þetta er tilraun til að sýna jarðtæknilega og vinnslutæknilega eiginleika bergs. Á kortinu er lega jarðgangaleiða og annarra áætlaðra mannvirkja sýnd. Tekið er skýrt fram, að hér er einungis um gróft mat að ræða, sem byggist á samanburði við svæði, sem álitin eru sambærileg. Engar boranir hafa verið gerðar á rannsóknarsvæðinu og án þeirra verður ekkert fullyrt með vissu um jarðtæknileg atriði.

Um eiginleika bergs í hinum einstöku einingum, vísast til viðauka í lok skýrslunnar: Berggæði og mat vegna mannvirkja.



### 3. ALMENNT YFIRLIT UM BERGGRUNNINN Á HRAUNUM

Jarðlagastaflinn á Hraunum er að mestu gerður úr blágrýtislögum. Mest er um þóleítbasalt en dílabasalt og ólivínbasalt er einnig víða að finna. Jarðlagasyrpurnar mynda aflöng belti sem stefna í meginatriðum norður - suður. Tvær megineldstöðvar láta að sér kveða í þessum jarðlagastafla og frá þeim er komið súrt og ísúrt berg. Eldri megineldstöðin er kennd við Flugustaðadal og er talin 7 $\frac{1}{2}$  - 8 milljón ára gömul. Hún hefur lítið verið rannsökuð. Líparítlög frá henni finnast í Geithellnadal og stafli andesít-hrauna teygir sig norður um Ódáðavötn og allt norður í Fljótsdal. Önnur megineldstöð er í Kollumúla og er kennd við hann. Kollumúlaeldstöðin var virk fyrir 5 $\frac{1}{2}$  - 6 milljón árum, á mörkum míósen og plíósen (Helgi Torfason 1970). Líparíthraun og flikrubergr frá henni finnast í Hnútu í Víðidal og þar er einnig andesít.

Móberg, sem orðið hefur til við gos undir vatni eða ís, er á nokkrum stöðum einkum ofarlega í staflanum, þ.e. vestantil til á Hraunum. Við Sauðárvatn er t.d. móbergs-hryggur grafinn í staflann. Setberg er víða talsvert áberandi. Austast er setið oftast fínkorna sandsteinn og siltsteinn. Yfirbragð setsins bendir til þess að roföflin, vötn og vindar, hafi verið fremur hæglát. Þegar ofar dregur í staflann færast roföflin í aukana og setið verður grófara og meira. Elstu jökulbergslög eru 6 - 7 milljón ára gömul. Líklega eru þau merki um staðbundna jökla. Lögin hafa þó verið rakin sunnan frá Hofsdal og allt norður að Bessastaðaá.

Ríkjandi jarðlagahalli á Hraunum er til vesturs og vestnorðvesturs. Austantil er hann víða 10 - 20° en vestast er hann minni. Hallabelti Austurlands (Austurlandsflexúran) leggst yfir austurjaðar svæðisins, en innan þess er hallin nokkuð breytilegur og nær 35 - 40° þar sem hann er mestur. Á mjóu belti, sem teygir sig frá Geitdalsá um Bótarhnjúk og að Hamarsá, er jarðlagahallinn öfugur, 12° til austurs. Beltið afmarkast af samhverfu í austri en andhverfu í vestri.

Gangapéttleiki er víða mikill í neðri hluta staflans. Þótt gangar séu yfirleitt þynnri en 10 m á breidd eru nokkrar undantekningar fá því. Þykku gangarnir eru oftast samsettir. Um 50 m þykkur samsettur gangur sker Geitdalsá neðan við Hvíldarkletta. Framhald hans virðist sjást við Hrútá og þar er hann 50 - 70 m þykkur. Í austurhlíðum Hornbrynju eru basísk innskot.

Aldur bergs er hæstur austast á svæðinu, í samræmi við jarðlagahallann, og lækkar eftir því sem vestar dregur. Í Geithellnadal er aldurinn um 8 milljón ár, við Ódáðavötn er hann talinn um 7 $\frac{1}{2}$  milljón ár en vestast á Hraunum 1 $\frac{1}{2}$  - 2 milljónir ára.

## 4. JARÐLAGASYRPU

Í umfjölluninni um jarðlagasýrpurnar er vísað til almenna jarðfræðikortsins.

### 4.1 Geithellnadalssyrpa

Elsta berg á kortinu er í Geithellnadal. Þar er töluvert af súru og ísúru bergi og mynda þau jarðlög rúmlega 200 m þykka syrpu. Þarna sjást tvö súr gjóskulög, hið neðra bleikleitt, hitt blágrænt, sem rekja má langar leiðir í fjallshlíðunum. Neðra súra lagið (GH2) virðist koma fram í sniði þeirra Watkins og Walkers (1977), í Geithellnadal. (Þar er það merkt O16, welded acid tuff, T5.) Þeir telja það vera frá ofanverðu segulskaiði 7. Samkvæmt segulkvarða Candes og Kents (1995) er það 7 $\frac{1}{2}$  - 8 milljón ára (mynd 1. Berglög þessi tilheyra líklega Flugustaðaeldstöð, sem er lítt könnuð megineldstöð með miðju á Flugustaðadal inn af Álftafirði.

**GH1** er neðsta og elsta lagið á jarðfræðikortinu. Þetta er þykkt andesítlag (R).

**GH2** er neðra gjóskulagið og er það um 20 m þykkt. Efri hluti þess er sambrætt flikrubergr. Það er öfugt segulmagnað (R), en ofan þess verður umsnúningur á segulsviðinu. Þar eru næst 3 eða 4 þóleiðhraunlög, en síðan

**GH4**, sem er annað súrt gjóskulag um 20 m þykkt. Neðri hluti þess er flikrubergr (6 - 8 m) en efri hlutinn er eðjustraumur (15 m). Þar situr grjót af sundurleitri gerð, sem er allt að 50 cm í þvermál, í súrum grunnmassa.

**GH5** eru 3 - 4 þóleiðhraun, Hvammapóleið, milli súru laganna

**GH6** er þriðja flikrubergrslagið, lítið útbreitt, innan um þóleiðlög; **GH5**.

### 4.2 Ódáðavatnssyrpa

Ódáðavatnssyrpa er 200 - 300 m þykk. Hún nær frá Ódáðavötnum og suður í Geithellnadal og er skipt niður í nokkra undirflokk. Syrpan einkennist af ísúrum hraunlögum og þykkum setlögum. Snorri Zóphaníasson og Björn Jónasson (1979) kortlögðu og lýstu henni eins og hún birtist þeim í grennd við Ódáðavötn (syrpur 13 og 14).

Ódáðavatnssyrpa ætti að vera um 7 $\frac{1}{2}$  milljón ára gömul.

**ÓD1** er neðsta einingin og er dílabasalt, sem er útbreitt umhverfis Ódáðavötn. Þetta eru þykk og traustleg plagíóklasdíflótt hraunlög, víða án millilaga. Við Hamarsá verður ekkert vart við þetta berg og þar virðist einingin horfin. Dílabasaltið er allt rétt segulmagnað (N).

**ÓD2** er þóleið (N) við Líkárvatn og Geitdalsá. Útbreiðsla þess hefur lítið verið skoðuð.

**ÓD3** Ódáðavatnsandesít; þykk andesítlag, sem fram koma í staflanum við Geitdalsá. Bergsegulstefna elstu ísúru hraunanna er (N), en uppi í Bratthálsi eru tvö eða þrjú lítið eitt yngri andesítlag (R).

**ÓD4 - ÓD8** eru þykk setlög sem fylgja andesítinu. Þar er komið inn í hallabelti Austurlands og stór misgengi valda erfiðleikum við kortlagningu. Í Bratthálsi og nágrenni eru þykk setlög úr siltsteini, sandsteini og völubergi. Þykkasta og mest áberandi setið,

ÓD5, sést vel í gili Geitdalsár á um kílómeters kafla. Það er úr lagskiptum siltsteini, lint og skriðult. Eitt eða tvö hraunlög eru grafin í setið. Erfitt er að meta þykkt setlaganna, en hún gæti verið 100 - 200 m þar sem hún er mest.

Ágúst Guðmundsson (óbirt gögn hjá Landsvirkjun) hefur lýst 200 m þykkum stafla andesíthrauna í Víðivallahálsi og virðist þar vera framhald Ódáðavatnsandesíts til norðurs. Í Geithellnadal eru tvö andesítlög, 20 - 30 m þykk, sem virðast á svipuðum aldri og andesítið við Ódáðavötn. Lögin koma fram í sniðum Watkins og Walkers (1976; O24 og O25) og eru bæði (N) samkvæmt mælingum þeirra.

Efst í Ódáðavatnssyrpu sér á einum stað í líparít. Það er á takmörkuðum bletti í gljúfri Sauðár, og er sennilega um innskotsberg að ræða. Þetta er við jaðar hins kortlagða svæðis og hefur ekki verið athugað nákvæmlega.

### 4.3 Bótarsyrpa

Bótarsyrpa er um 400 m þykk og úr 13 jarðlagaeiningum. Allmikið er um setlög í henni og meðal þeirra eru elstu jökulbergslögin á rannsóknarsvæðinu. Segulstefnan er víðast rétt en þó verður á stöku stað vart eins eða tveggja öfugt segulmagnaðra laga um miðbik syrpu. Samkvæmt segulkvarða Candes og Kents (1995) er Bótarsyrpa um 7 milljón ára gömul.

**BÓ1** er þunnlögótt þóleiit neðst í syrpu. Þessi lög hafa verið rakin frá Sauða og suður fyrir Bótarvatn og raunar allt suður fyrir Hamarsá en tengingar þar eru nokkuð óvissar. Þykkt syrpu við Líká er 50 m. Segulstefnan er öfug (R), að frátöldum 2 eða 3 lögum neðst í staflanum við Líká.

**BÓ2** eru tvö 15 m þykk andesítlög (N), sem lagst hafa ofan á þóleiitið. Þau koma fram í Hvíldarklettum undir Bjarnarhíði, en hafa takmarkaða útbreiðslu.

**BÓ3** er á svipuðum stað í staflanum. Þetta er svokallað Sviðinhornadílabasalt, sem sumstaðar myndar áberandi stalla og klettaupsir. Það er gert úr afar plagíóklasílóttum hraunum (20 - 50%) sem oft virðast beltaskipt. Syrpan er slitrótt, sumstaðar mjög áberandi, en hverfur út á milli.

**BÓ4** er þykk eining, þar sem saman fléttast nokkur basaltlög (N) af ýmsum gerðum.

**Bótarset** eru efst í Bótarsyrpu. Þau einkennast af nokkrum þykkum, útbreiddum setlögum og hraunum af blönduðum toga inn á milli. Nafn sitt draga þau af því að þau eru mjög áberandi í Bótarhnjúk, liggja að Hamarsá við Innri-Bót (Vesturbót) og eru við Bótarfoss í Geithellnadal. Í sniðum eru víðast þrjú ráðandi setlög í einingunni; BÓ5, BÓ8 og BÓ10.

**BÓ5**, Bótarvöluberg, er neðst. Það er víða 5 - 20 m að þykkt. Innri gerð þess er sundurleit, siltsteinn, sandsteinn, völuberg, súr öskulög og sumstaðar eru malarlög þar sem súr ármöl er áberandi. Í Geithellnadal og við Bratthálsa hafa þunn surtarbrandslög fundist í þessu seti. Brandurinn myndar þunn bönd í silt- og sandsteini. Þau eru oftast aðeins örfáir mm að þykkt en geta náð 1 - 2 cm. Plöntuför sjást hér og þar í surtarbrandinum. Besta opnan sem fundist hefur í þessi lög er í gili rétt sunnan og neðan við Bótarfoss í Geithellnaá. Þetta eru nýir fundarstaðir surtarbrands hérlendis.

**BÓ6**, Bótarpóleíft. Í Bótarhnjúk, í Hornbrynju og við Bótarfoss, innst í Geithellnadal, eru eitt eða tvö öfugt segulmögnuð póleiðlög (R) ofan við Bótarvölubergið.

**BÓ8**, Bótarjökulberg, er þykkt setlag, sem hefur sterk jökulbergseinkenni neðst. Þetta lag hefur verið rakið nánast óslitið rúmlega 30 km leið, norðan frá Hofsdal og norður í Hornbrynju. Lagið er nokkuð misþykkt 15 - 60 m (sjá töflu 2). Á einum eða tveimur stöðum er hraunlag inni í því. Neðsti hluti lagsins hefur alstaðar á sér svipmót jökulbergs með sorfnu undirlagi þótt hvergi hafi fundist óyggjandi jökulrispur. Grettistökin í því eru sumstaðar upp í 11/2 m að þvermáli. Ofan á jökulberginu er víða völuberg og sandsteinn og jafnvel gjóska. Bótarjökulbergið virðist samsvara setlagi sem sést í sniðum Ágústs Guðmundssonar neðst í gili Marklækjar og víðar í Suðurdal, og jökulbergi í sniðum Elsu G. Vilmundardóttur (1972) við Bessastaðaá. Þetta er eitt elsta jökulbergslag sem fundist hefur hérlendis. Um aldurinn er nánar fjallað í kafla 5.

**BÓ9** er ólívínbasalt, eitt eða tvö lög milli Bótarjökulbergs og Kofasets.

**BÓ10** er efsta setlagið. Það er gróft völubergslag, kallað Kofaset, vegna þess að kofi Orkustofnunar í Tungusporði við Hamarsá stendur á laginu. Sumstaðar líkist það jökulbergi. Líkt og Bótarjökulberg hefur það verið rakið frá Hornbrynju og suður í Hofsdal. Þykkt þess er víðast á bilinu 10 - 12 m (sjá töflu 2).

**Tafla 2. Þykkt Bótarseta á nokkrum stöðum.**

Staður	BÓ5	BÓ8	BÓ10
Marklækur		18 m	
Hornbrynja		15 m	12 m
Hamarsá	20 m	28 m	8 m
Bótarfoss í Geithellnaá		15 m	17 m
Fossalækur í Geithellnadal		17 m	40 m
Bótará í Geithellnadal	7 m	24 m	17 m
Hrossatindar	20 m	59 m	17 m

**BÓ11** er myndað af nokkrum misleitum hraunum. Þessi eining finnst einungis í austanverðri Hornbrynju.

**BÓ12** er 6 - 8 m þykkt sandsteinsvöluberg, sem er aðeins þekkt í Hornbrynju austanverðri.

**BÓ13** er blönduð póleiðsyrpa, sem er 40 m þykk í Hornbrynju og gerð úr 5 hraunlögum. Í Geithellnadal er hún einungis eitt eða tvö lög. Segulskil marka topp hennar en bergfræðilega séð er hún neðsti hluti þunnlögóttis hraunastafla, sem myndar í framhaldinu syrpana HB1.

#### **4.4 Hornbrynjusyrpa**

Efstu jarðlög í Hornbrynju tilheyra Hornbrynjusyrpu og þannig er nafnið til komið. Hún einkennist fyrst og fremst af þunnlögóttu megineldstöðvápóleífti og útbreiddum setlögum efst. Syrpan er öfugt segulmögnuð að undanskyldu einu eða tveimur hraunum innan HB1 í Geithellnadal og við Hamarsá. Hornbrynjusyrpa er talin vera 6 - 61/2

milljón ára gömul.

**HB1** er þunnlögótt þóleiðsyrpa. Í Geithellnadal er hún 200 - 250 m þykk en þynnist til norðurs. Sæmileg opna er í hana í Þvergili, sunnan við Hamarsá. Þykkt hennar þar er um 150 m. Norðar virðist hún hverfa en kortlagningin þar er að vísu ónákvæm.

**HB2** er úr gosmóbergi, sem tengist setlögum HB3. Þarna er m.a. um að ræða lítið móbergfell grafið í jarðlagastaflann innst í Geithellnadal. Það myndar hnútu í norðurhlíðinni og nefnist Stórhöfuð. Fellið virðist myndað við gos undir jökli.

**HB3** eru áberandi og víða þykk setlög á kalli Hornbrynju og í farvegi Hamarsár við Þyrlufoss. Þau valda því reyndar að þar er foss. Setið er á sama aldri og móbergið í HB2. Á Hornbrynju er setið tvískipt með þóleiðtugi á milli. Neðri hlutinn er 2 - 4 m gróft völuberg. Efri hlutinn er a.m.k. 10 m þykkur á fjallskollinum. Það er úr grófgerðu völubergi með ávöluðum, kantnúnum og köntuðum hnullungum í bland. Stærstu steinar eru 1,8 m að þvermáli í langás. Lagskiptingin er gróf, sumstaðar óregluleg, jafnvel felld. Steinar eru sundurleitir en þó allir basískir. Grunnur er grængrár sandsteinn. Setið er jökulbergslegt þótt undirlagið sé ekki áberandi veðrað eða sorfið.

Við Þyrlufoss í Hamarsá eru setlögin fjórskipt, þau þykkustu 10 - 15 m. Efsta setlagið, og það sem ber uppi fossinn, hefur á sér jökulbergssvip. Setlögin hafa verið rakin suður yfir Geithellnadal og allt upp að Hofsvötnum.

Í Marklækjarsniði Ágústs Guðmundssonar eru fjögur setlög í 250 - 300 m sem hugsanlega eru framhald þessara jarðlaga til norðurs. Þar fann hann jökulrispur undir efsta setinu með stefnu 10° vestan við norður.

**HB5** er yngsta eining syrpannar. Hún er af blönduðum toga, þóleiú, ólívínbasalt, dílabasalt og þunn setlög í bland. Bestu opnurnar í hana eru í Geithellnadal. Þar er hún um 200 m þykk. Hún er í vesturhlíðum Hornbrynju en þar er hún lítt rannsökuð og vafalítið sýnd of víðáttumikil. Segulstefna er öfug (R).

#### 4.5 Marklækjarsyrpa

Marklækjarsyrpa er kennd við Marklæk í Suðurdal, en þar er góð opna í hana. Ágúst Guðmundsson skilgreinir neðri mörk syrpannar ekki glögglega en þó hugsar hann sér hana mun þykkari en hér er gert. Í þessu riti eru syrpan látin spanna tvær segulmundir. Neðri segulmundin (N) kemur fram hér og þar, en vantar inn á milli. Á jarðfræðikortinu er Marklækjarsyrpu skipt upp í 14 einingar. Hún er allt að 200 m þykk. Í Víðidal eru í henni bæði andesít- og líparíthraunlög og flikrúberg. Þessi lög eru sennilega runnin frá Kollumúlaeldstöðinni, en miðja hennar er 8 - 10 km sunnan við suðurjaðar kortsins (Helgi Torfason 1979). Norðar er hún úr þunnlögóttu þóleiði og dílabasalti. Marklækjarsyrpa hlóðst upp síðast á míósen fyrir 5 1/2 - 6 milljón árum.

**ML1** er eitt, 15 m þykkt, andesítlag (N) upp af Hofsvötnum. Fyrstu ummerki Kollumúlaeldstöðvarinnar eru á þessu svæði.

**ML2** hefur nokkuð breytilega ásýnd frá einum stað til annars á svæðinu. Við Geithellnaá er jarðlagaeiningin 25 m þykk. Miðhluti hennar er úr stórdílóttu kubbabergi (N) með bólstrabrotum, en yfir og undir er nokkurra metra þykkur, gulbrúnn sand-

steinn eða gjóska. Vestur af Hnútvatni er kubbabergið horfið en gjóskan er þeim mun þykkari, t.d. 13 m austan í Norðurhnútu.

**ML3** er eitt þóleiðhraun, víðast 10 - 15 m þykkt og allt upp í 30 - 40 m austast í Norðurhnútu. Það má rekja frá Geithellnaá og suður undir Hofsjökul. Norður við Hamarsá er annað þóleiðlag sem líklega er frá sömu segulmund (N).

**ML4**, Hamarsvatnsdílbasalt (R) tekur við ofan við þessi lög. Það hefur verið rakið sunnan frá Hofsjökli norður fyrir Sauðahnjúk og tengist dílabasalti sem Ágúst Guðmundsson hefur rakið frá Villingadal, um Suðurdal og Norðurdal allt norður yfir Bessastaðaá. Þarna er einingin fremur þunn, 40 - 80 m, gerð úr 2 - 4 hraunum sem mynda sterka brík í fjallhlíðum. Einingin er þykkust suður af Hamarsvatni. Hraunlögin þar eru ekki færri en 10 talsins og mörg hver þykk og sterkleg. Þau eru nokkuð ólík innbyrðis, þau dílóttustu með allt upp í 40% plagíóklasdíla, sem eru allt að 20 mm í þvermál. Önnur lög eru með 3 - 5% dílapéttleika. Hvergi er gott þversnið að hafa í þessi lög á Hraunum, en hins vegar eru þau áberandi í klapparburstum sem standa vel gegn rofi. Tvær aldursgreiningar eru til af þessum hraunum við Bessastaðaá (sjá 4. kafla).

**ML5** er 30 - 40 m þykkt andesíthraun (R) við austurrönd Hofsjökuls sem fleygast inn í dílabasaltið í ML4. Það hverfur inn undir jökulinn upp af Hofsvötnum en nær skammt til norðurs og virðist enda í hlíðinni innan við Hnútvatn. Veðrunarhúðin er ljósgrá með ryðrauðum flekkjum. Bergið er svart í brotsár og dulkornótt, engin straumflögun.

**ML6** er setlag sem rakið hefur verið frá Hamarsá og suður að Hnútvatni. Lagið er áberandi í Jökulhæðinni og er leiðarlag í tvennum skilningi, bæði jarðfræðilegum og staðfræðilegum, því eftir því er þægilegt að aka fjórhjólum. Þetta er völuberg í sendnum millimassa.

**ML7** er kubbaberg og þunnt gosmóbergslag, sem tengist völuberginu ML6 norður af Hnútvatni og er beint framhald af því.

**ML8** er þunnlögótt þóleiðsyrpa (R). Hún er áberandi í Víðidal en hefur ekki verið rakin nema norður að Hamarsvatni þar sem hún virðist horfin að mestu.

**ML9** og **ML10** eru bæði úr sandsteini og völubergi og virðast hafa takmarkaða útbreiðslu.

**ML11** er stakt andesítlag (R) neðarlega í Hnútu í Víðidal, afar straumflögótt og brotnar í hellur. Þykkt þess er 15 - 25 m.

**ML 13 og 14** eru líparíthraun, 10 - 15 m þykk. Á milli þeirra eru 2 - 4 þóleiðlög. Líparítlögin sjást best við Víðidalsá, en verða ekki rakin nema stutt austur og norður fyrir hana. Þau virðast þykkna til suðurs en hafa ekki verið rannsökuð þar. Lög þessi eiga ættir að rekja til Kollumúlaeldstöðvar.

## 4.6 Teigsbjargssyrpa

Ágúst Guðmundsson notaði Teigsbjargssyrpu sem nokkurs konar leiðarlag um allt austanvert kortlagningarsvæði sitt, frá Bessastaðaá, um Villingadal og áfram suður á Hraun. Hún er um 100 m þykk við Bessastaðaá og í Múla og virðist halda þeirri þykkt suður á Hraun. Samkvæmt skilgreiningum Ágústar er um að ræða rétt segulmagnað dílabasalt, sem er beltað á köflum. Syðst ber nokkuð á þóleiði inn á milli dílóttu hraun-

anna. Í þessu riti eru segulskil látin afmarka syrpu á báðar hliðar. Teigsbjargssyrpa er því öll rétt segulmögnuð. Á Hraunum er hún úr þóleiíti neðan til og dílabasalti ofan til. Syrpan hefur verið rakin suður að Víðidalsá. Hún hefur verið aldursgreind með K/Ar aðferð í Bessastaðaárgili (tafla 3). Hún er rúmlega 5 milljón ára gömul og talin vera frá Þverár-segulumund (Oddur Sigurðsson o.fl. 1985). Mörk míósen og plíósen eru oftast sett við 5,2 milljón ár. Samkvæmt því lýkur míósen snemma á Þverármund.

**TB1** er þunnlögótt þóleiítsyrpa sem nær mestri þykkt á Hraunum en í Villingadal og þar norður af er hún gerð úr örfáum hraunum og hverfur jafnvel alveg út.

**TB2** er úr smádlóttu basalti. Á Hraunum er hún um 100 m þykk, en þynnri í Víðidal.

**TB3** er setlag, sem fleygast inn í dílabasaltið TB2. Það er all áberandi í Hnútu og við Geithellnavatn. Á Norðurhútu er lagið 10 - 15 m þykkt og við Hnútuá, þar sem það er þykkast, nær það 30 m. Neðsti hluti þess er jökulbergslegur en efri hlutinn minnir á gosberg. Það hefur verið rakið frá Víðidalsá og norður fyrir Geithellnavatn. Arnþór Óli Garðarsson (1976) lýsir jökulbergslegu setlagi í 770 m hæð við Sultarranaá, sem kynni að vera þetta sama lag.

#### 4.7 Hnútusyrpa

Hnútusyrpa myndar koll Hnútu í Víðidal og er við hana kennd. Þykkt hennar þar er 100 - 150 m. Syrpan teygir sig til norðurs vestan Hornbrynju og sést í Villingadal. Aldur Hnútusyrpu er 4 1/2 - 5 milljón ár.

**HN1** er flikrubergr sem kemur fram í sniði Kristjáns Sæmundssonar og Hauks Jóhannessonar í Kollumúla, upp af Jökulsá í Lóni og verður rakið til Víðidals. Í Víðidal er hvergi gott þversnið í lagið, en upp af Jökulsá er þykkt þess um 10 m. Lagið markar síðustu ummerki Kollumúlaeldstöðvarinnar á þessum slóðum.

**HN2** er úr nokkrum lögum af þunnlögóttu þóleiíti (N). Neðri hlutinn sést einungis í Víðidal og er hugsanlega frá yngsta hluta Þverármundar.

**HN3** er setlag af blönduðum uppruna, vatnaset, túff og hugsanlega jökulberg. Efst á Hnútu er þykkt þess tugir metra. Lagið fer yfir Víðidalsá hjá fossinum Dynjanda. Það hefur verið rakið norður á Hraun og liggur þar næst ofan á Teigsbjargssyrpu. Jökulbergslegur sem sýnt er ofan á Teigsbjargssyrpu á Fljótsdalsheiðarkorti Ágústs Guðmundssonar er hugsanlega framhald lagsins til norðurs.

**HN4** er eitt þóleiítlag (R); sérkennilega stuðlað og um 20 m þykkt.

**HN5** er úr þykkum, sterklegum ólvinbasalthraunum. Þykkt 50-100 m. Neðstu lög syrpu eru öfugt segulmögnuð en efri lögin eru rétt segulmögnuð (hugsanlega Síðufjallsmund).

#### 4.8 Fossársyrpa

Fossársyrpa er kennd við Fossá í Norðurdal. Hún er afar lítið könnuð af höfundum þessarar skýrslu, enda engin snið að hafa í hana á sunnanverðu kortlagningarsvæðinu, einungis klapparholt, sem standa hér og hvar upp úr víðáttumikilli frosturð. Ágúst Guðmundsson lýsir henni lauslega eins og hún birtist í Fljótsdal (Oddur Sigurðsson o.fl. 1985). Þar er hún 200 - 400 m þykk, gerð úr þóleiíti með nokkrum setlögum, völu-

bergi og jökulbergi. Sýrpan tekur yfir breitt belti austur af Sauðárvatni og virðist vart undir 400 m á þykkt. Svæðið er að mestu hulið jökulruðningi og veðrunarurð. Ekkert verður vart við setlög í henni, en beggja vegna Víðidals finnst dílabasalt, sem henni tilheyrir (FA2). Sýrpan spannar 4 eða 5 segulmundir. Aldurinn er 31/2 - 41/2 milljón ára.

#### **4.9 Sauðármóberg.**

Ágúst Guðmundsson skilgreindi þetta berg sem efstu myndun Fossársýrpu, en hér er það gert að sérstakri myndun með eigin nafni. Segulstefnan er öfug (R) og hugsanlega frá lokum Gilberts-skeiðs.

**SS2.** Við Sauðárvatn er þykkt móbergslag, sem myndar hæðirnar sunnan og vestan vatnsins. Þarna virðist móbergshryggur vera grafinn í staflann. Til norðurs virðist gosmóbergið ganga yfir í **SS1**, sem er umlagð móberg og set.

#### **4.10 Þverfells - Fossáröldusýrpa**

Þverfells - Fossáröldusýrpa hefur ekki verið rannsökuð af þeim sem hér slá lyklaborð. Ásamt Sauðármóberginu eru þessar sýrpur öfugt segulmagnaðar (R) og ættu samkvæmt þeim aldursgreiningaráætlunum sem hér er beitt að vera frá Mammoth segulmund, eða 3 - 31/2 milljón ára. Ágúst Guðmundsson kemst að svipuðum eða ögn hærri aldri með sínum aðferðum (Ágúst Guðmundsson 1978, Oddur Sigurðsson o.fl. 1985).



## 5. ALDURSGREININGAR OG TÍMATAL

Tímatál og aldur jarðlaga er byggður á kalíum-argon (K/Ar) og argon-argon (Ar/Ar) aldursgreiningum á nokkrum stöðum á Austurlandi og tengingu jarðlagastafans við segultímatalið (tafla 3 og mynd 1). Þær aldursgreiningar sem hér eru notaðar til grundvallar voru birtar hjá McDougall o.fl. (1976), Ross og Mussett (1976), Watkins og Walker (1977) og Helga Torfasyni (1979). Síðan þessar aldursgreiningar voru gerðar hafa menn breytt reiknistuðlum sínum lítillega vegna nýrra mælinga á helmingunartíma kalíums og fleiri atriða. Því þarf að hækka K/Ar aldursgreiningar sem gerðar voru fyrir 1978 um 2,65%. Á síðustu árum hefur að auki komið í ljós að K/Ar og Ar/Ar aldursgreiningar frá Íslandi sýna of lágan aldur og skeikar 5 - 10%. Þegar tengt er við segultímatalið verður að taka tillit til þessa (Leó Kristjánsson munnlegar uppl.) Hér verða aldursgreiningarnar leiðréttar með því að bæta 10% við mæld gildi.

Teigsbjargssyrpa myndar nokkurs konar leiðarlag, sem rekja má frá Bessastaðaá allt suður í Víðidal. Hún er gerð úr plagíóklasdílóttum hraunlögum með rétta segulstefnu. Hraunlög sem liggja að henni að ofan og neðan voru aldursgreind (EQ26 og EQ31, tafla 3). Aldurinn mældist um 4,8 milljón ár, sem með leiðréttingu gefur 5,3 milljón ár. Hún er talin vera frá Þverármund; síðustu rétt segulmögnuðu mundinni á Gilbert skeiði. Tvær greiningar eru á bergi sem tilheyrir Hamarsvatnsdílabasalti (EQ26 og EQ27 í töflu 3). Leiðréttur aldur er 5,7 milljón ár.

Aldursgreiningar neðst í sniðinu frá Bessastaðaá eru á jarðlögum sem virðast tilheyrja Bótarsyrpu, sem lýst hefur verið hér að framan og rætt er meira um hér að aftan. Mældur aldur þar er 6,4 milljón ára. Leiðréttur aldur jarðlaga þar verður um 7 milljón ár. Watkins og Walker (1977) töldu að jarðlög frá sama tíma væri að finna á innanverðum Geithellnadal. Rannsóknir okkar styðja þá tengingu.

Ross og Mussett (1976) gerðu eina aldursgreiningu í innanverðum Geithellnadal á lagi P14, en það er í Fosslækjarsniðinu, í einingu HB1, nokkru ofan Bótarsyrpu. Þetta var Ar/Ar greining og gaf 5,7 milljón ár sem með leiðréttingu gefur 6,3 milljón ár.

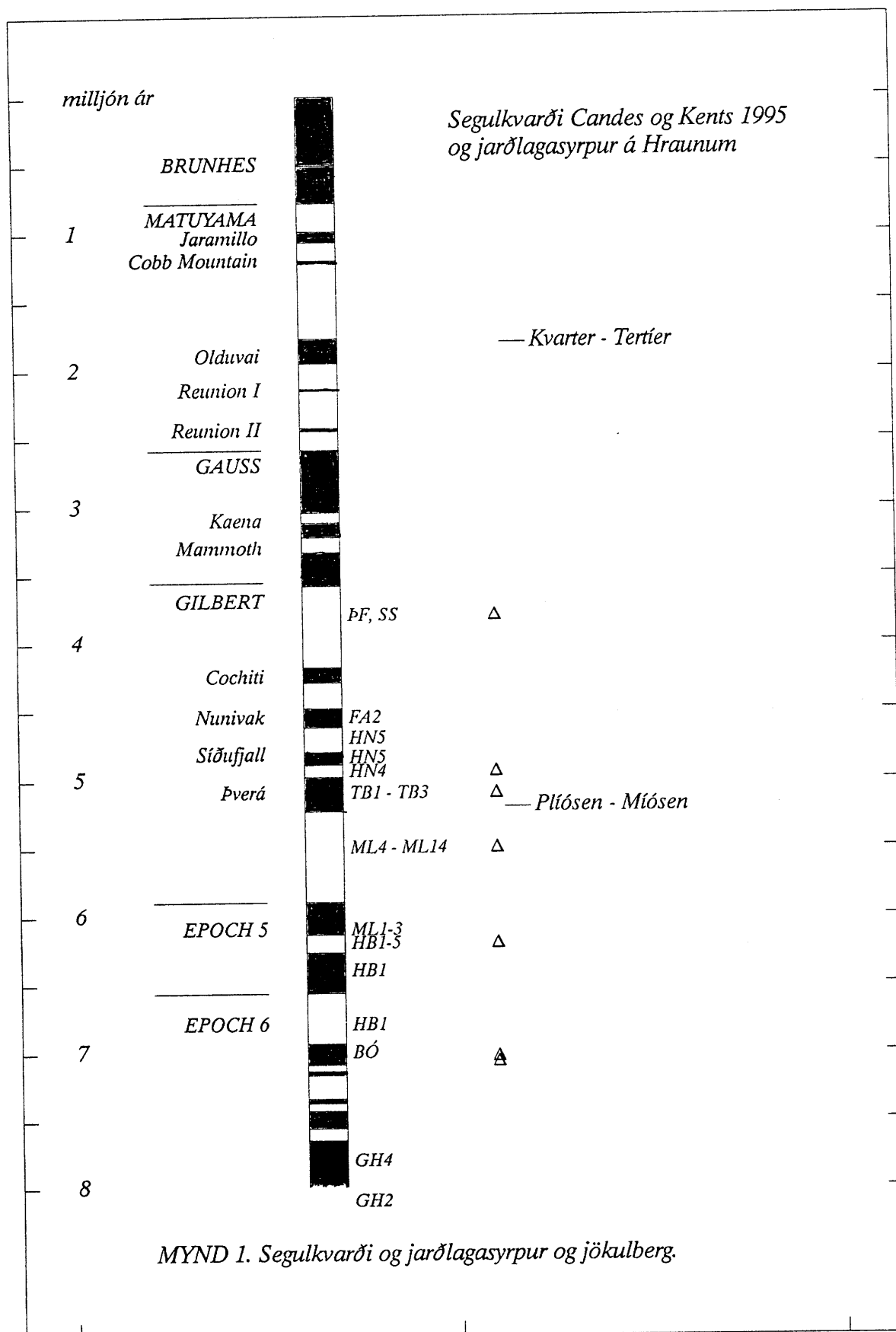
Helgi Torfason birti nokkrar nýjar Ar/Ar aldursgreiningar af Lónsöræfum í doktorsritgerð sinni. Ein þeirra er innan kortsins sem hér fylgir. Hún er í Vesturdalsgili upp af Jökulsá í Lóni (gil Vatnadældarár). Hún er rétt ofan við Teigsbjargssyrpu (líklega HN2) og gefur aldurinn 4,2 milljón ár, sem leiðréttist í 4,6 milljón ár.

Þegar þessar aldursákvörðanir eru bornar saman við segulkvarða Candes og Kents (mynd 1), fæst trúverðug mynd. Í þeim aldursáætlunum, sem gerðar eru í köflunum hér á eftir, er miðað við að Teigsbjargssyrpa sé frá Þverármund. Út frá henni er aldurinn "extrapoleraður" í samræmi við segulkvarðann. Ágúst Guðmundsson beitti svipuðum aðferðum í kortlagningu sinni. Niðurstöður okkar eru líkar. Jarðlagasúlan á korti 1 sýnir hvernig jarðlagaeiningunum er raðað inn í segultímatalið. Elsta bergið er 8 milljón ára en það yngsta 3,6 milljón ára.

Tafla 3. Aldursgreiningar á bergi á Austurlandi.

Númer sýnis	Aldur; millj. ára	Vik (+/-)	Segulstefna	Jarðlag	Tilvísun
<b>Bessastaðaá</b>					(K/Ar; óleiðrétt)
73 - 1430	3.90	0.09	N		EQ45
73 - 1429	4.78	0.10	R		EQ44
73 - 1420	4.78	0.08	R		EQ31
73 - 1416	5.21	0.18	R	ML4	EQ27
73 - 1415	5.02	0.08	R	ML4	EQ26 (McDougall o.fl; 1976)
73 - 1410	5.22	0.08	R		EQ21
73 - 1408	5.02	0.13	N		EQ19
73 - 1401	6.10	0.09	?		EQ9
73 - 1399	6.33	0.07	R	Hengifoss	EQ6
73 - 1398	6.53	0.08	R	Hengifoss	EQ5
<b>Geithellnadalur</b>					(Ar/Ar; óleiðrétt)
	5.68	0.17		Fosslækur	P14 (Ross og
	6.48	0.73		Prándargil	N20 Mussett;
	7.83	0.11		Prándargil	N1 1976)
<b>Lónsöræfi</b>					(Ar/Ar; óleiðrétt)
76 - 68	4.17	0.09	R	Vesturdalsgil	438 m.y.s (HeTo; 1979)
<b>Gerpir</b>					(K/Ar; óleiðrétt)
74 - 504	12.40	0.15	N	Gerpir	G10
74 - 503	12.64	0.15	N	Gerpir	G9B (Watkins og
74 - 502	12.77	0.15	N	Gerpir	G9A Walker;
74 - 501	12.87	0.15	N	Gerpir	G8 1977)
74 - 499	12.29	0.15	N	Gerpir	G6

Eins og fram kemur í töflu 3 er ýmist um að ræða K/Ar eða Ar/Ar aldursgreiningar að ræða. Vakin er athygli á að þetta eru óleiðrétt gildi, en í textanum hafa gildin verið leiðrétt í samræmi við það sem um er rætt hér að framan.



## 5.1 Aldur Bótarsyrpu

Hár aldur kuldaskiðsummerkja í Bótarsyrpu er athyglisverður og því verður nánar fjallað um hann hér.

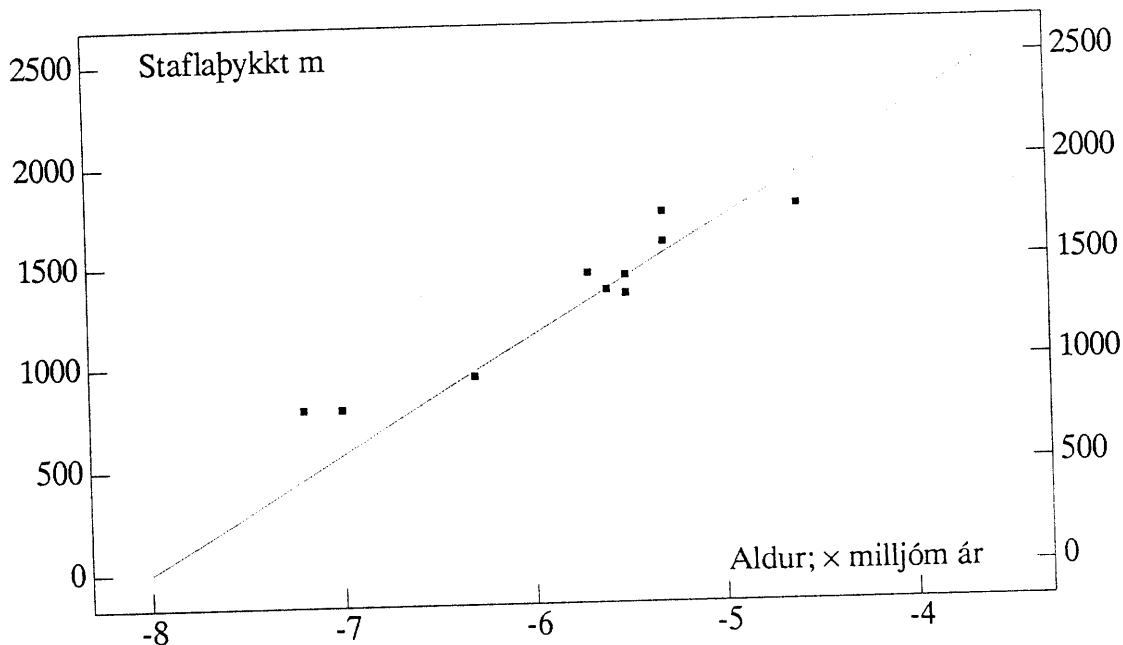
Watkins og Walker (1977) mældu snið í Fosslæk í Geithellnadal (snið P Upper Geithellnadalur), sem er sama snið og við mældum sumarið 1996. Segulstefnunum sem við mældum í mörkinni og þeir mældu á rannsóknarstofu virðist bera mjög vel saman. Samkvæmt aldursgreiningum McDougalls o.fl. 1976 við Bessastaðaá og jarðlagatengingum Watkins og Walkers (1977) er Bótarsyrpan frá miðju segulskeiði 6 (Epoch 6). Eftir segulkvarða Candes og Kents (1995) er Bótarsyrpa um 7 milljón ára gömul. Bótarjökulbergið virðist samsvara setlagi sem Ágúst Guðmundsson telur elsta jökulbergslag á sínu kortlagningarsvæði Það sést m.a. neðst í gili Marklækjar og hugsanlega í gljúfri Sturluár í Suðurdal. Ágúst telur að þessi lög séu um 51/2 milljón ára samkvæmt samanburði við segultímatál. Hér ber þess að gæta að Ágúst notar óleiðréttar aldursgreiningar og auk þess vantar í Marklækjarsniðið stutta öfuga segulmund sem á Hraunum kemur fram í einingum ML1-3 og er þar talin vera frá miðjum epoch 5. Munurinn á aldursáætlunum hans og okkar skýrist þegar þetta er haft í huga.

Jón Jónsson hefur í allmörgum greinum fjallað um þursabergslög í Hornafirði og víðar á Suðausturlandi. Guðmundur Ómar Friðleifsson (1995) hefur áætlað að elstu þursabergslögin sem Jón nefnir séu um 7 milljón ára gömul. Þessi lög finnast í Struntsskeri, Ranagili, Setbergsheiði og í Ketillaugarfjalli. Hann bendir einnig á að gögn úr úthafsborunum undan suðaustur strönd Grænlands bendi til að þar hafi jöklar gengið í sjó á síðmíósen fyrir 7 milljón árum. Jökulbergið (BÓ8) er því eitt elsta jökulbergslag sem fundist hefur hérlendis og raunar á norðurhveli jarðar (Larsen o.fl. 1994). Kofaset, BÓ10, hefur víða á sér jökulbergssvip. Milli þess og Bótarjökulbergs eru örfá hraunlög. Ef til vill má líta á þau sem ummerki sama kuldaskiðs. Á míósen eru síðan minjar um tvö jökulskeið til viðbótar.

## 5.2 Upphleðsluhraði

Í heild er staflinn um 2400 m þykkur og er hlaðinn upp á 4,4 milljón árum. Upphleðsluhraðinn er því 550 m á milljón árum. Þetta er meiri upphleðsluhraði en á Fljótsdalsheiði, ef rétt er ráðið í gögn Ágústss Guðmundssonar (Oddur Sigurðsson o.fl. 1985), en nokkru minni hraði en víðast annars staðar þar sem hann hefur verið mældur. Watkins og Walker (1977) fengu 860 m á milljón árum fyrir Austfjarðastaflann í heild. McDougall o.fl. fengu 730 m á milljón árum í Borgarfirði og McDougall o.fl. 1984 fengu 1820 og 670 m milljón árum á Vestfjörðum. Mynd 2 sýnir aldursgreiningar á hinum kortlagða stafla. Samkvæmt henni virðist jarðlagastaflinn á Hraunum nokkuð samfelldur hvergi er verulegt mislægi. Hugsanlegt er þó að Bótarsetin marki tímabundið hlé á upphleðslunni þar sem roföflin hafa náð yfirhöndinni um stundarsakir. Það gæti að einhverju leyti skýrt hinn lága upphleðsluhraða.

Jarðlagasúlan á korti 1 sýnir aldur jarðlagastaflans og hlutfallslega þykkt á einstökum jarðlagasyrpum.



Mynd 2. Myndin sýnir leiðréttan aldur nokkurra hraunlaga og hæð þeirra í stafla. Upphleðsluhraðiinn er um 550 m á milljón árum og virðist nokkuð jafn allt tímabilið.

## 6. JARÐLAGAHALLI OG HÖGGUN

Ríkjandi jarðlagahalli á kortlagningarsvæðinu er víða 10 - 20° til vesturs. Syðst, þ.e. í Geithellnadal og í Víðidal, er hallastefnan þó til VNV. Hallabelti Austurlands (Austurlandsflexúran) leggst yfir austurjaðar svæðisins. Innan þess er hallinn nokkuð breytilegur og nær 35 - 40° þar sem hann er mestur. Á mjóu beltinu, sem teygir sig frá Geitdalsá um Bótarhnjúk og að Hamarsá, er jarðlagahallinn öfugur, 12° til austurs. Beltið afmarkast af samhverfuás í austri en andhverfuás í vestri.

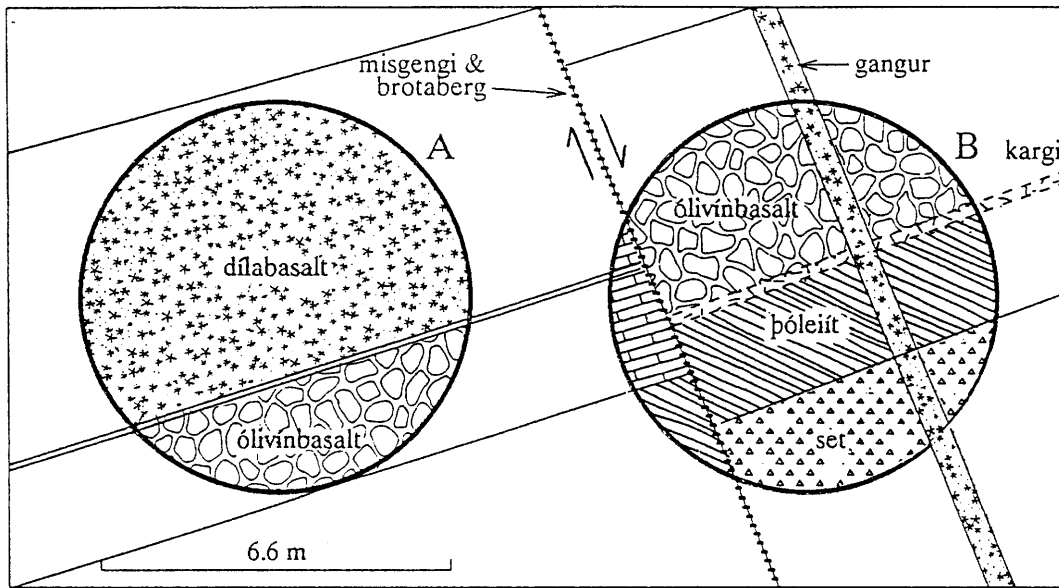
Berggrunnurinn er töluvert misgenginn í hallabeltinu en utan þess ber minna á höggun. Stærstu brotin liggja um Bótarhnjúk með stefnu nálægt N - S. Brotalínur með stefnu til NV eru áberandi í landslagi við Hamarsá og Ódáðavötn. Stærsta þokkalega mælda misgengið fer yfir Hamarsá rétt neðan við Innri-Bót (Vesturbót) með a.m.k. 100 m fall að austan. Það er mjög greinilegt í landslaginu því gljúfur hafa skorist í það við Hamarsá beggja vegna. Einnig fylgir því allmikill gangur og misgengisbreyxia. Því hallar 45 - 50° frá lóðréttu, sem er 20 - 30° meira en jarðlagahalli svæðisins gefur tilefni til.

Tafla 4 sýnir niðurstöður úr beinum hallamælingum, sem gerðar voru á rannsóknarsvæðinu. Þær eru ekki hárnákvæmar, þó allar séu þær gerðar samviskusamlega og af vandvirkni. Flestar eru þær gerðar utan hallabeltisins, en mælingarnar við Bratthálsa og við Ytri-Bót eru þó greinilega á áhrifasvæði þess.

Tafla 4. Hallamælingar jarðlaga.

Staður	Mældur halli	Mæld stefna	Halli/stefna -reiknað-	Strik-stefna	Hvenær mælt
Hamarsá við Ytri-Bót	0° 111/2°	360 245	12,5°/270°	0°	30.08.96
Hamarsá við Ytri-Bót	5° 15°	248° 288°	18°/322°	52°	1994
Hamarsá, ofan Ytri-Bótar	0° 37°	20° 268°	39°/290°	20°	1994
Gil norðan Ytri-Bótar	20°	340°	20°/340°	70°	1994
Bótarhnjúkur	8° 4°	174° 195°	12°/123°	213°	1994
Kofafoss hjá Hamarsárkofa	10° 12°	268° 326°	13°/307°	0°	1994
Sultarranaá	5° 3°	231° 8°	11°/294°	38°	1994
Efsti foss í Sauðá	0° 14° 9°	355° 270° 133°	14°/270°	0°	13.08.95
Suður af Leirudal, 770 m y.s.	9°	270°	9°/270°	0°	15.08.95
Bratthálsá, 725 m y.s.	18°	235°	32°/260°	350°	16.08.95
	0°	350°			
	20°	218°			
	24°	213°			
Mælisgil 695 m y.s.	26°	220°	12°/260°	350°	16.08.95
	12°	293°			
Brattháls við Líká	0° 4°	8° 242°	5°/278°	8°	04.09.96
Geithellnaá, Rauðagilsá 470 m y.s.	0° 9°	30° 316°	9°/300°	30°	23.08.95
Geithellnaá, 640 m y.s.	0°	30°	11°/300°	30°	23.08.95
	11°	285°			
	0°	30°			
Geithellnaá, 715 m y.s.	11°	286°	9°/300°	30°	27.08.95
	8°	320°			
Geithellnadalur við Stuðlafoss, 500 m y.s.	0° 7°	353° 250°	7°/263°	353°	17.08.96
Geithellnadalur, andesítlög, 200 m y.s.	11° 71/2°	250° 310°	11°/261°	351°	21.08.96

Taflan sýnir þá staði þar sem beinar hallamælingar voru gerðar. Ýmist var notaður hallamælir (klinometer), sem innbyggður er í Silvo-handáttavita, eða finnskur handhallamælir af Suunto gerð. Í fyrstu tveimur talnadálkum töflunnar eru mælingarnar gefnar upp, en í næstu tveim dálkunum hafa mesti halli, hallastefna og strik verið reiknuð út með forriti eftir Gunnar Þorbergsson.



Mynd 3. Dæmi um jarðgöng í mismunandi bergstafla.

- A *Bergið, sem í er borað, er úr tveim heillegum hraunlögum, en örþunnt lag er á milli. Nánast enginn kargi er á lagamótunum.*
- B *Hér er jarðlagaskipanin öllu flóknari. Á milli tveggja hraunlaga er kargalag, en undir hraununum er þykkt setlag. Misgengissprunga með tilheyrandi brotabergi er til vinstri en þunnur berggangur hægra megin.*

## 7. JARÐGANGALEIÐIR

Upphaflega hugmyndin með Hraunavirkjun var að hún yrði viðbót við Fljótsdalsvirkjun. Nú hafa hugmyndirnar hins vegar þróast í þá átt að virkjunin er valkostur á móti Fljótsdalsvirkjun. Virkjanahugmyndirnar eiga það sameiginlegt að Eyjabakkalón er aðalmiðlunarlónið. En í stað þess að veita Jökulsá í Fljótsdal út Fljótsdalsheiði og virkja í mynni Norðurdals, eins og hugmyndir um Fljótsdalsvirkjun gera ráð fyrir, yrði ánni veitt í jarðgöngum út hálendið sunnan Suðurdals og rennslið virkjað í mynni hans. Jarðgangaleiðin frá Eyjabökkum er á móta löng. Mun meira afrennsli vatns er hins vegar af því landi sem göng Hraunavirkjunar liggja um. Þar er því hægt að virkja meira rennsli með svipuðu falli og tilkostnaði. Að auki er hægt að bæta við þó nokkru rennsli til virkjunarinnar, annars vegar með göngum frá Ódáðavötnum og hins vegar í göngum, sem teygja sig til suðurs yfir vatnasvið Hamarsár, Geithellnaár og allt suður undir Víðidal á Lónsöræfum.

Reiknaðar hafa verið tvær útfærslur á Hraunavirkjun, Hraunavirkjun efri og Hraunavirkjun neðri. Í þeirri *efri* er virkjað í einu 605 m háu þrepi frá inntakslóni og niður í dal. Í *neðri* útfærslunni yrði virkjað í tveimur þrepum, 77 m og 550 m. Veitugöng og virkjanagöng eru mjög löng og hagkvæmni virkjunarinnar byggist mjög á því að kostnaður við gerð jarðgangnanna sé rétt metinn.

Á mannvirkjasvæðum Hraunaveitu virðist berggrunnurinn víðast henta nokkuð vel til jarðgangagerðar. Basalthraunlög og gróft setberg eru ráðandi í staflanum. Súrt berg og fínkorna setlög eru víðast hvar mjög lágt hlutfall af berginu. Í sniðunum á blöðum 4 og 5 er setberg um 20% af staflanum en mest af því seti er grófgert og með tiltölulega hátt Q - gildi, en það er mælikvarði á gæði bergs til jarðgangnagerðar. Andesíti bregður fyrir á jarðgangaleiðum, en í litlum mæli. Ekki hefur orðið vart við súrt berg á jarðgangaleiðunum.

Það er einkenni á jarðgangnagerð hér á landi að oft er grafið í bergi með afar misjafna eiginleika. Bergstaflinn er mjög lagskiptur og einstök jarðlög eru gjarnan nokkuð þunn þannig að á einum og sama vinnslustaðnum geta verið þrjár eða fleiri mismunandi berggerðir, eins og reynt er að sýna á mynd 3. Ef vinnslueiginleikar berggerðanna eru mjög mismunandi, getur þetta valdið töfum.

Tafla 5. Jarðgöng Hraunavirkjunar neðri.

Göng	Vídd	Lengd	Hæð inntaks
<b>Aðalgöng:</b>			
Inntakslón - Sultarrani	6,7 m	13 km	593 m y.s.
Sultarrani - Eyjabakkar	6,6 m	16 km	642 m y.s.
<b>Ódádavatnaveita:</b>			
Hornbrynjugöng	3,5 m	10 km	582 m y.s.
<b>Suðurfjarðarveita:</b>			
Sultarrani - Hamarsá	5,5 m	9 km	644 m y.s.
Hamarsá - Geithellnaá	4,2 m	10 km	644 m y.s.
Geithellnaá - Hnútuvatn	3,5 m	3 km	644 m y.s.
Göng norðan Þrándarjökuls	3,5 m	4 km	692 m y.s.
Göng sunnan Þrándarjökuls	3,5 m	5 km	750 m y.s.
Hnútuvatn - Hofsvötn	3,5 m	2,1 km	705 m y.s.
Alls		um 75 km	

Jarðfræðirannsóknirnar á Hraunasvæðinu eru ekki það nákvæmar að unnt sé að gefa ljósa mynd af aðstæðum á jarðgangnaleyðum. Aðeins er hægt að gefa hugmyndir um grófustu drætti. Tafla 5 sýnir helstu jarðgöng virkjunarinnar (Erlingur E. Jónasson og Árni Snorrason 1996). Þeim er skipt í þrennt:

1. **Aðalgöngin** liggja í stórum dráttum frá Eyjabakkalóni um Sultarrana að (efra) stöðvarhúsi virkjunarinnar.
2. **Ódádavatnaveita** beinir vatni frá Geitdalsá, Líkárvatni og Ódádavötnum undir Hornbrynju í aðrennslisgöng (neðri) virkjunarinnar í grennd við Strútsá.
3. **Suðurfjarðarveita** sækir vatn úr Hamarsá, Geithellnaá og allt suður í Hnútuvatn. Möguleg hliðargöng eru beggja vegna Þrándarjökuls og í Hofsvötn.



Hér á eftir verður fjallað um tvö síðarnefndu jarðgangakerfin.

*Lýsingarnar og langsniðin eiga við jarðgangaleið Hraunavirkjunar neðri og er áformuð lega þeirra sýnd á kortblaði 2.*

## 7.1 Suðurfjarðarveita

**Sultarrani - Hamarsdalur:** Lýsingin hefst á fyrirhuguðum jarðgangamótum í Sultarrana. Suðurfjarðarveita liggur til suðausturs frá aðalgöngum Hraunavirkjunar. Gangamótin eru í rananum skammt vestur af Sultarranaá. Landhæðin þar er 675 m y. s. en mót jarðganganna yrðu í berginu á rúmlega 30 m dýpi. Þar er gert ráð fyrir lóðgöngum og virkjun í berghvelfingu (stöðvarhússhelli) í um 600 m hæð. (Sjá blað í vasa). Jarðfræðirannsóknir benda til að gangamótin verði í Teigsbjargssyrpu, nálægt mörkum sterklegra laga úr dílabasalti (TB2) og laga úr þóleiítbasalti (TB1). Báðar berggerðirnar henta vel fyrir jarðgöng og neðanjarðarmannvirki. Lóðgöngin og stöðvarhúshellirinn yrðu öll í þóleiítbasaltinu. Þetta er þunnlögótt þóleiít. Kargahluti þeirra er 20 - 40% og millilög öll þunn.

Frá jarðgangamótunum í Sultarrana liggja göngin suður í Hamarsdal, 9 km leið. Stefnan er N322° (straumstefna). Jarðlagahallinn á þessum slóðum er nálægt 8° til vesturs, en það þýðir að jarðlagahalli eftir göngunum verður um 5°.

Helmingur ganganna, eða 4 - 5 km, virðist koma til með að liggja í TB1, sem talið er vera þunnlögótt þóleiít að mestu leyti. Síðan fara þau í gegnum Hamarsvatnsdílabasaltið, ML4, sem að mestu leyti er úr þykkum og traustlegum lögum. Þessi gangahluti er um 11/2 km langur. Sunnar er komið í syrpuna HB5, sem er úr basalti af blönduðum toga allþykkum grófum setlögum, völuþergi o.fl.

Syðsti hluti gangaleggsins er í þunnlögóttu þóleiíti (HB1) með þunnum millilögum. Lítið virðist vera um bergganga en þó hafa nokkrir gangar verið kortlagðir við Sultarranaá. Staflinn er tiltölulega reglulegur. Ekkert er vitað um misgengi og sprungur.

*Í heild er talið að bergið sé sæmilega þétt og allgott jarðgangaberg. Setlögin, sem um er vitað á leiðinni, eru fremur grófgerð, mest völuþerg og jökulþerg.*

**Hamarsdalur - Hnútuvatn** Jarðgöngin frá Hamarsá suður í gegnum Jökulhæð til Geithellnaár eru 10 km löng. Stefna þeirra er N20° (straumstefna). Almenni jarðlagahallinn er um 10° til V-VNV. Eftir göngunum er hann 1 - 2° og snýr öfugt við það sem hann gerði í nyrðri hluta hluta ganganna (sjá blað í vasa).

Göngin skera í stórum dráttum sömu syrpur og nyrðri hluti þeirra gerir, en nú í öfugri röð og með öndverðum halla. Nyrst er þunnlögóttu þóleiítið HB1, svo blandaða syrpun HB5, þá er komið í Hamarsvatnsdílabasalt (ML4) sem spannar 3 km af leiðinni. Síðan færu göngin gegnum völuþergið (ML6) undir Jökulhæð. Drjúgan helming leiðarinnar eru göngin síðan í þunnlögóttu megineldstöðvaþóleiíti (TB1 og ML8). Þar innan um er misþykkt sandsteinslag (ML9). Setlögin á þessum legg eru yfirleitt frekar grófgerð, eins og á þeim nyrðri.

Göngin frá Geithellnaá, suður í gegn um Hnútu og að Hnútuvatni halda áfram í sömu stefnu, N20°. Almenni jarðlagahallinn er 10° til NVN svo halli í göngum verður nálægt 2°.

Punnlögotta þóleiítið (TB1 og ML8) eru enn ríkjandi. Innan um þau eru nokkurra metra þykk sandsteinslög (ML9 og ML10) og um 20 m þykkt andesít (ML11) í Norðurhnútu. Upp af Hnútuvatni eru nokkrir berggangar, sem skera munu göngin undir þróngu horni. Ekki er vitað um misgengi.

*Bergið virðist í megindráttun vera sæmilega gott til jarðgangagerðar.*

**Göng norðan Þrándarjökuls:** Jarðgöngin í undirhlíðum Þrándarjökuls að norðan yrðu um 4 km að lengd. Þau mundu að verulegu leyti lenda í hallabelti Austurlands. Almenni jarðlagahallinn er 10 - 20° til vesturs. Jarðgöngin stefna til N305° svo hallinn í þeim gæti orðið 12 - 15°. (Þversnið þeirra hefur ekki verið teiknað upp).

Berggerðin er basalhraunlög, en setberg er ríkjandi bergtegund á kafla. Þetta eru Bótarsetin svokölluðu (BÓ8 og 10). Mikil misgengi og berggangar þverskera jarðgöngin. Í farvegi Hamarsár, skammt norður af jarðgangaleiðinni, voru mældir 28 gangar. Þykkt þeirra var á bilinu 0,3 - 7 m, meðalþykkt er 3 m og gangaþéttleiki 2,8%. *Þetta svæði verður ef að líkum lætur erfitt til jarðgangagerðar.*

**Göng sunnan Þrándarjökuls:** Jarðgöngin sunnan Þrándarjökuls lenda líklega vestan hallabeltisins. Jarðlagahalli er 10 - 12° til VNV. Göngin liggja eftir hallastefnunnni svo jarðlagahallinn í þeim verður einnig 10 - 12°. Lengdin er um 5 km. (Þversniðið hefur ekki verið teiknað upp).

Jarðlögin eru dílabasalt (ML4), Þóleiít (HB5 og HB1), kubbaberg (ML2) og móberg (HB2). Stórhöfuð (HB2) er móbergshryggur sem er grafinn í staflann á jarðgangaleiðinni. Tölvvert er um ganga og misgengi, einkum austan við Stórhöfuð.

*Þrátt fyrir það er bergið talið vera þokkalegt fyrir jarðgöng.*

**Hnútuvatn - Hofsvötn:** Jarðgangaleiðin frá Hnútuvatni að Hofsvötnum er ríflega 2 km. Stefna þeirra er nálægt N330° og hallinn í þeim yrði 8 - 10°. (Þversniðið hefur ekki verið teiknað upp).

Þarna gætir áhrifa frá Kollumúlaeldstöðinni sem birtast í þykkum andesítlögum sem jarðgöngin skera (ML5 og ML1). Andesítið virðist traust og gott berg. Einnig er þar dílabasalt efst í HB5 og móberg (ML2). Nokkuð er um ganga og jafnvel innskot, en misgengi eru ekki þekkt.

*Þetta ætti í megindráttum að reynast gott jarðgangaberg.*

## 7.2 Hornbrynjugöng

Jarðgöngin frá *Strútsá*, undir Hornbrynju til *Ódáðavatna* eru um 10 km löng. Straumstefnan í þeim er N297°. Almennur jarðlagahalli er 12 - 15° til vesturs. Halli jarðlaga í göngunum verður um 10°. (Sjá þversnið á blaði í vasa).

Í vesturhluta ganganna, allt austur að Hvíldarklettum, skiptast á basalhraunlög af ýmsum toga, svo og grófgert set (völuberg og jökulberg). Jarðlagaeiningarnar HB5 og

BÓ4 hafa hér mesta útbreiðslu. Hlutfall setlaga er hátt eða um 25%. Undir austurhlíðum Hornbrynju lenda göngin nálægt eða fara í gegn um innskotsberg úr dílabasalti, sem myndar 50 - 100 m þykkann samsettan gang.

*Frá Strútsá og að Hvíldarklettum sýnist bergið allgott fyrir jarðgöng.*

*Leiðin frá Hvíldarklettum og að Ódáðavötnum virðist hins vegar geta orðið erfið.*

Við Hvíldarkletta skera göngin tvö þykk andesítlög (BÓ2) og austurendi ganganna er einnig í þykku andesíti (ÓD3). Þessi lög eru þó líklega sæmilegt jarðgangaberg og líkjast e.t.v. þykku þóleíti um berggæði. Síðan er farið í gegn um gangasveim. Í árgilinu þarna sjást a.m.k. 5 þykkir gangar. Nokkru austar eru tvö stór misgengi með misgengisbreyxíu. Milli þeirra er annar gangasveimur. Þá er á ný komið inn í þykk andesítlög. Austast í göngunum eru þykk lög úr fínlagskiptum siltsteini (ÓD5). Þau hafa afar lágt Q - gildi og eru bæði lin og skriðul.

*Þarna þarf helst að finna nýja tilhögun á veituleiðinni.*

## 8. HEIMILDIR

- Arnbór Óli Arason 1976. Austurlandsvirkjun. Múli og Hraun. Jarðfræðiskýrsla. Orkustofnun, OS-ROD-7625, 20 s. + myndir og kort.
- Ágúst Guðmundsson 1978. Austurlandsvirkjun. Forkönnun á jarðfræði Múla og umhverfis. Múlavirkjun. Orkustofnun, OS ROD 7818, 50 bls. + kort og snið.
- Ágúst Guðmundsson 1990a. Berggrunnskort Fljótsdalur - Fljótsdalsheiði, kort nr. 2249 B. Orkustofnun og Landsvirkjun, Reykjavík.
- Ágúst Guðmundsson 1990b. Berggrunnskort Múli - Hraun, kort nr. 2247 B. Orkustofnun og Landsvirkjun, Reykjavík.
- Ágúst Guðmundsson 1992. Jarðgangaleiðir til samgöngubóta á Austfjörðum. Yfirlit yfir jarðfræðilegar aðstæður. Orkustofnun, OS-92006/VOD-01
- Árni Hjartarson og Þórólfur H. Hafstað. Sviðinhornahraun. Berggrunnskort vegna Hraunavirkjunar. Orkustofnun, OS-95003/VOD-02 B, 14 s. + kort.
- Barton, N., Lien, R. og Lunde, J. 1974. Analysis of rock mass quality and support practice in tunneling and guide for estimating support requirements. N.G.I. report 54206, 76 s.
- Birgir Jónsson 1984. Undirbúningsrannsóknir vegna jarðgangna við vatnsaflsvirkjanir á Íslandi. Tímarit Verkfræðingafélags Íslands, 69. 21 - 43.
- Birgir Jónsson 1993: Foldarflokkun á basalti fyrir jarðgöng og önnur mannvirki. Orkustofnun, Greinargerð BJ/93-03, 4 s.
- Birgir Jónsson 1996. Geotechnical Field Classification of Basalts in Iceland. Í: XII Nordic Geotechnical Conference. Reykjavík 26 -28 June 1996. Volume 1. 469 - 473.
- Birgir Jónsson og Þórólfur H. Hafstað 1991. Fljótsdalur Hydroelectric Project. Engineering geol. report. Powerhouse cavern, tailrace tunnel and access tunnel. Orkustofnun, OS-91001/VOD-01.
- Björn A. Harðarson 1983. Kjarnagreining og sýnataka. Endurskoðuð vinnulýsing. Orkustofnun, Greinargerð BAH-83/01, 27 s.
- Björn A. Harðarson 1989. Blönduvirkjun. Jarðgöng. Reynsla af berggæðamati. OS-89021/VOD-03, Orkustofnun, Reykjavík. 16 s.
- Elsa G. Vilmundardóttir 1972. Austurlandsvirkjanir - Fljótsdalur. Skýrsla um jarðfræðiathuganir við Jökulsá í Fljótsdal sumarið 1970. Orkustofnun, 23 bls. + snið og kort.
- Erlingur E. Jónasson og Árni Snorrason 1996: Hraunavirkjun. Kosnaðaráætlun - kerfisdreifing. Orkustofnun, OS-96009/VOD-01, 70 s.

- Erlingur E. Jónasson 1996. Rennsliseftirlíkingar á Hraunavirkjun. 44 ára raðir. Orkustofnun, Greinargerð EEJ-96/01, 12 s.
- Fljótsdalur Joint Venture 1990: Geological Report. Fljótsdalur Hydroelectric Project. Headrace tunnel, surge shaft, pressure shaft. Part D.1 - Appendix (prepared by Orkustofnun).
- Guðmundur Ómar Friðleifsson 1995. Míósen jöklun á Suðausturlandi. Í: Eyjar í eldhafi. Ritstjórn: Björn Hróarsson, Dagur Jónsson og Sigurður Sveinn Jónsson. Gott mál hf., Reykjavík: 77 - 85.
- Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson 1996. (Óbirt gögn).
- Haukur Tómasson 1992. Hraunavirkjun meiri. Lausleg forathugun. Orkustofnun, OS-92046/VOD-12 B
- Helgi Torfason 1979. Investigations into the structure of South-Eastern Iceland. Doktorsverkefni við Háskólann í Liverpool 1979.
- Leó Kristjánsson persónulegar upplýsingar.
- Kristján Sæmundsson og Haukur Jóhannesson 1996. Óbirt gögn.
- Larsen H.C., A.D. Saunders, P.D. Clift, J. Beget, W. Wei, S. Spezzaferri og ODP Leg 152 Scientific Party 1994. Seven Million Years of Glaciation in Greenland. Science, 264: 952-955.
- McDougall I., N.D. Watkins, G.P.L. Walker og Leó Kristjánsson 1976. Potassium-Argon and paleomagnetic analysis of Icelandic lava flows: Limits on the age anomaly 5. Journal of Geophysical Research 81: 1505 - 1512.
- McDougall I., N.D. Watkins og Leó Kristjánsson 1976. Geochronology and paleomagnetism of a Pliocene - Pleistocene sequence at Bessastaðaá Eastern Iceland. American Journal of Science 276: 1070 - 1095.
- Oddur Sigurðsson, Ágúst Guðmundsson, Skúli Víkingsson, Sigurbjörn Guðjónsson, Halína Bogadóttir, Hákon Aðalsteinsson, Kristinn Einarsson og Snorri Zóphóníasson 1985. Fljótsdalsvirkjun. Undirbúningsrannsóknir vegna verkhönnunar. Hefti I. Orkustofnun, OS-85027/VOD-01, 109 s. + kort.
- Ross J.G. OG A.E. Mussett 1976. Ar40/Ar39 dates for spreading rates in eastern Iceland. Nature 259: 36-38.
- Snorri Zóphóníasson og Björn Jónasson 1979. Fossá í Berufirði. Jarðfræðikönnun á virkjunarsvæði. Orkustofnun, OS-79015/ROD-06, 33 s. + kort.
- Watkins N.D. og Walker G.P.L. 1977. Magnetostratigraphy of Eastern Iceland. American Journal of Science, 277: 513-584.



## VIÐAUKI: Berggæði og mat vegna mannvirkja.

Þetta er tilraun til að alhæfa svolítið um jarðtæknilega eiginleika íslenskra berglaga. Eðlilega ber því að taka öllu því, sem hér er sagt, með tortryggni. Hér er einungis verið að reyna að gera þær upplýsingar, sem fram koma á berggrunnskortum, ögn fyllri með tilliti til mannvirkjagerðar. Berggæði eru kortagerðarmönnum jafnan ofarlega í huga við iðju sína, en það kemur þó alla jafnan ekki fram sem skyldi á jarðfræðikortun þeirra. Hér að neðan er gerð grein fyrir nokkrum bergtæknilegum eiginleikum hinna mismunandi berggerða, sem getið er við berggrunnskortlagningu hér á landi.

Til eru greinargóðar lýsingar á þeim þáttum er rannsakaðir eru vegna vatnsaflavirkjana (Birgir Jónsson 1984), þar sem gerð er nokkur grein fyrir bergtæknilegum eiginleikum basalts hér á landi. Mjög mikilvæg reynsla hefur fengist á aðferðir berggæðamats í þeim jarðgöngum, sem gerð hafa verið á síðustu árum (Björn A. Harðarson 1989; Ágúst Guðmundsson 1992).

Yfirleitt er berggæðamati ekki beitt á vettvangi við kortlagningu, enda getur nákvæmni mats við þær aðstæður aldrei orðið mikil. Það er upphugsað til að beita því á borkjarna úr holum á jarðgangaleiðunum og ekki er síðra að nota það í mannvirkjum á byggingarstigi.

Þær einkunnir, sem berginu eru gefnar hér á eftir, hafa verið fengnar úr ýmsum áttum og alltaf með greiningu á borkjarna. Kjarnagreining innifelur jarðlagalýsingu, nákvæmar *mælingar* (á jarðlagabykkt, kurlun (RQD)), *tilraunir* (punktálags brotpróf, Schmidt-hamars próf), og *berggæðamat* (Q - mat) til að áætla stæðni og styrkingarþörf jarðganga. Á rannsóknarstofu eru svo gerðar ýmsar athuganir (t.d. áætlaður *borunarhraði* (DRI) og *slitvaldur* (BWI)). Þær tölur, sem hér eru upp gefnar, eiga að gefa hugmynd um, við hvaða bergtæknilegum eiginleikum má búast af einstökum berggerðum, sem fram koma á jarðfræðikortunum.

Í stórum dráttum má skipta bergi í storkuberg og setberg. Í þeirri kortlagningu, sem hér er fjallað um, er bergið frá síðasta hluta tertíertímabilsins. Rofs er þá er farið að gæta nokkuð og setlög farin að setja svip á jarðlagastaflann. Berg hentar jarðgöngum misvel. Besta jarðgangabergið er alla jafnan þykk basalhraunlög, kubbaberg og bólstraberg. Gosmóberg og grófgert setberg (völuberg, sandsteinn) hefur einnig reynst þokkalega í göngum.

### Storkuberg

- **Líparít** kemur oftast fyrir í mjög þykkum lögum, sem oft eru endaslepp, enda er það afar seigfljótandi þegar það rennur. Innri bygging er jafnan óregluleg og mikið um kargakennt og uppbrotið efni innan um heillegari bergmassa, sem alla jafnan er straumflögóttur. Bergið er yfirleitt vont jarðgangnaberg; illa sprungið og karginn, sem getur verið allt að þriðjungur, er oftast laus í sér. Líparíthraun eru óheppileg til jarðgangnagerðar. Enn verri þykir líparítgjóska, sem oft fylgir líparíthraunum. Hún er lin og hrungjörn.
- **Andesít** er alla jafnan í nokkuð þykkum lögum. Það er oft óreglulega straumflögótt, jafnan mikið sprungið og með mikla kleyfni. Sprungur oft illa eða ekki samgrónar. Stórir og óreglulega lagaðir kargapokar eru innan um þéttara berg. Andesíti er alla jafnan talið heldur illt jarðgangnaberg. Það getur þó reynst þokkalega, en menn eru tortrygnari gagnvart því en basalti. Á Fljótisdalsheiði, innan við Laugafell, er andesít, sem sýnir efrirfarandi eiginleika (Geological Report. Fljótisdalur Hydroel. Project, part D.1, hólur FS-35 og FS-36):

Berggerð	Þykkt	R Q D	Q	U C S	S R N
Andesít	>15m	13-85%	0.2-3	250MPa	45
	skýringar	í lok	kaflans		

- **Basalt** er oftast flokkað í þrjá flokka við kortagerð, en hverjum þeirra má svo aftur skipta í tvennt (Birgir Jónsson 1996). Þrátt fyrir að hver flokkur hafi nokkuð ákveðna bergtæknilega eiginleika, er einnig að finna millistig, þar sem einkenni einstakra flokka skarast. Basalthraunlög eru misþétt og kargakennd, eins og vikið verður að síðar.
- **Þóleiitbasalt** er fínkorna og oftast dílalaust. Það hefur jafnan töluverða kleyfni og lárréttu straumflögun. Oftast er það frekar smástuðlað og eru sprungur yfirleitt sléttar. Oftast sémilegt jarðgangnaberg. Yfirborð ljósgrátt, stundun flögótt og veðrunarfletir jafnan hvassbrýndir.
  - a) Þóleiit getur ýmist birst sem þykk hraunlög; 10 - 20 m, (tht), og er kargahlutinn þá gjarnan 15 - 20%, eða;
  - b) Þunnlögótt þóleiit (megineldstöðvaþóleiit), (thl), sem gjarnan er í 3 - 8 m þykkum lögum og er kargahlutfallið 25 - 40%.

Berggerð	Þykkt	R Q D	Q	U C S	S R N	D R I	B W I
Þóleiitbasalt	7 m (0.8-20.7)	65% (0-95)	1-7	225MPa (32-385)	46 (36-53)	mjög lítill til lítill	lítill til miðlungs
	skýringar	í lok	kaflans				

- **Ólivínbasalt** (eða ólivínþóleiit) er smákorna, oftast dílalaust; stundun sjást ólivínkrystallar. Oft óreglulega stuðlað, sprungur hrufóttar. Yfirborð ólivínbasalts er gjarnan brúnleitt og veðrunarfletir ávalir. Því má gróft séð skipta í tvennt:
  - a) Ólivínþóleiit, (olt), í 10 - 20 m þykkum lögum líkist oft þóleiiti. Það er gjarnan stórstuðlað og er kargahlutinn 5 - 15%.
  - b) Dyngjubasalt, (olc), myndar þykk lög, 20 - 80 m, sem aftur eru samsett úr 2 - 5 m þykkum flæðieiningum. Lágt kargahlutfall; 0 - 5%. Lægra brotþol.

Berggerð	Þykkt	R Q D	Q	U C S	S R N	D R I	B W I
Ólivínbasalt	11 m (1.0-27.4)	90% (65-100)	5-15	210MPa (121-280)	41 (26-51)	mjög lítill til hár	lítill til miðlungs
	skýringar	í lok	kaflans				

- **Dílabasalt** er með meira en 3% plagióklasdíla í bergmassanum en hefur ýmist einkenni ólivínbasalts eða þóleiits. Ekki er einhlítt að flokka það eftir dílapéttleika og þykkt. Gróft séð tveir undirflokkar.
  - a) Massíft dílabasalt (pom) er oft 10 - 20 m þykkt og er karginn ekki nema 1 - 5%
  - b) Stórdílótt basalt (pob) er gjarnan 10 - 20 m þykkt, karginn 5 - 15%. Svipar um margt til ólivínbasalts (olt).

Berggerð	Þykkt	R Q D	Q	U C S	S R N	D R I	B W I
Dílabasalt	10 m (1.8-32)	93% (70-100)	8-30	215MPa (144-334)	43 (33-56)	mjög lítill til miðlungs	lítill til miðlungs
	skýringar	í lok	kaflans				



- **Kargi** fylgir oft hverju hraunlagi. Annars vegar er um að ræða yfirborðskarga, sem oft er 10 - 25% af heildarþykktinni. Þetta eru oft kargakennd og blöðrótt bergbrot í sandsteinsmassa. Hins vegar er botnkargi, 5 - 10% af þykkt og stöku sinnum enginn. Þessi hluti er jafnan blöðróttur og vel samlímdur. Kargalög eru misjafnlega gott jarðgangna-berg.

Berggerð	Þykkt	R Q D	Q	U C S	S R N	D R I	B W I
Kargaberg	1812 m (0.1-4.8)	40-90%	4-8	85MPa (22-270)	24 (13-47)	mikill	lítill
Brotaberg	4 1/2 m (0.2-10)		0.1-0.2	55MPa (8-259)	22 (10-32)		
	skýringar	í lok	kaflans				

- **Gosmóberg** hefur reynst þokkalega í jarðgöngum. Sömu sögu er einnig að segja um **bólstraberg** og ekki síður **kubbaberg**. Allt er þetta basalt, sem storknað hefur nokkuð hratt. Þrátt fyrir að það sé veikbyggt að sjá og oft karsprungið, stendur það jafnan all-vel í hvelfingum.
- **Berggangar** eru oft drjúgur hluti af bergmassanum; geta orðið allt að 10% innan reina út frá fornum megineldstöðvum. Þeir eru mjög misþykkir, oft 1 - 5 m, en geta orðið allt að 50 m. Bergið er yfirleitt smástuðlað, lárétt og er yfirleitt ekki um verulegt uppbrot að ræða á jöðrum þeirra.
- **Sprungur** myndast annars vegar vegna samdráttar í kólnandi gosbergi, t.d. stuðla-sprungur. Hins vegar myndast þær við misgengi eða aðra spennulosun í berggrunnin-um. Misgengisbrenksía þykir vond í jarðgöngum, en oftast er hún bundin við mjög tak-mörkuð belti.

### Setberg

- **Setlög** geta verið með afar misjöfnu móti hvað bergtæknilega eiginleika áhrærir. Þau eru síst ómerkari en önnur jarðlög staflans, þó að þau séu þar iðulega nefnd "millilög". Setlögum má í stórum dráttum skipta í þrjá hópa (Ágúst Guðmundsson 1992):
  - a) Þunn, rauð, fínkorna setlög; fyrrverandi jarðvegur. Þykktin er yfirleitt innan við 1/2 m. Þau eru sjaldnast sýnd á jarðfræðikortum.
  - b) Brúnleit, sand- og siltsteinslög; oft loftborin gjóska. Þau eru gjarnan 1 - 15 m þykk og eru veikasta bergið í staflanum, sérstaklega ef þau eru úr súru túffi. Illa samlímt móbergsrusl mætti flokka hér með.
  - c) Völuberg, sand- og siltsteinn. Þykkt og efnisgerð er afar breytileg. Styrkur ræðst af samlímingu og er oft breytilegur innan hvers lags. Lögin oft til komin vegna vatns- eða jöluulrofs. Traust móberg getur haft haft svipaða jarðtæknilega eiginleika.

Jarðtæknilegir eiginleikar setbergs eru með það margvíslegu móti að lítið gagn er í að birta meðaltöl þar um. Í töflunni hér að neðan er setberg yfirleitt sett í einn flokk þó stundum sé reynt að gera nokkra grein fyrir misgrófu seti. Ber að taka hana með meiri fyrirvara en samsvarandi töflur hér að framan.

Berggerð	Þykkt	R Q D	Q	U C S	S R N	D R I	B W I
Sandsteinn	5cm-81/2m	40-70%	1-21/2	24-183MPa	12-39	mikill	mikill
Siltsteinn				21-33MPa			
Völuberg	1/2-171/2m			19-52MPa	29-108		
skýringar	í lok	kaflans					

**Helstu heimildir og skýringar við töflurnar í þessum viðauka.**

Pykkt: Meðalpykkt (min-max) hraunlaga í væntanlegum aðkomugöngum Fljótsdalsvirkjunar (Fljótsdalur Joint Venture 1990. Geological Report. s. B 11.

R Q D: Rock Quality Designation. Meðalgildi greind í borholunni FV-1 á Teigsbjargi.

Q. Rock Mass Quality Classification. Algeng gildi í Blöndugöngum (Barton o.fl 1974, Björn A. Harðarson 1983).

S R N: Schmidt Hammer Rebound Number. Meðalgildi (min-max) í jarðlögum í væntanlegum aðkomugöngum Fljótsdalsvirkjunar (Fljótsdalur Joint Venture 1990. Geological Report. s. A 19.)

U C S: Uniaxial Compressive Strength. Meðalgildi (min-max) hraunlaga í aðkomugöngum Fljótsdalsvirkjunar (Fljótsdalur Joint Venture 1990. Geological Report. s. A 20).

D R I: Drilling Rate Index. Valin sýni úr holum í Fljótsdalsheiði (Fljótsdalur Joint Venture 1990. Geological Report. s. A 25 og Ágúst Guðmundsson 1992).

B W I: Bit Wear Index. Valin sýni úr holum í Fljótsdalsheiði (Fljótsdalur Joint Venture 1990. Geological Report. s. A 25 og Ágúst Guðmundsson 1992).

Birgir Jónsson 1984. Undirbúningsrannsóknir vegna jarðgangna við vatnsaflsvirkjanir á Íslandi. Tímarit Verkfræðingafélags Íslands, 69. s. 21 - 43.

Birgir Jónsson 1996: Geotechnical Field Classification of Basalts in Iceland. Í: XII Nordic Geotechnical Conference. Reykjavík 26 - 28 June 1996. Volume 1. p. 469 - 473.

Ágúst Guðmundsson 1992: Jarðgangaleiðir til samgöngubóta á Austfjörðum. Yfirlit yfir jarðfræðilegar aðstæður. OS-92006/VOD-01

Björn A. Harðarson 1983. Kjarnagreining og sýnataka. Endurskoðuð vinnulýsing. Greinargerð OS BAH-83/01, 27 s.

Björn A. Harðarson 1989. Blönduvirkjun. Jarðgöng. Reynsla af breggæðamati. OS-89021/VOD-03, Orkustofnun, Reykjavík. 16 s.

Fljótsdalur Joint Venture 1990: Geological Report. Fljótsdalur Hydroelectric Project. Headrace tunnel, surge shaft, pressure shaft. Part D.1 - Appendix (prepared by Orkustofnun).



# SVIÐINHORNAHRAUN Berggrunnskort

### JARFLAGASYRPUÐ

- KB Mislægt kubbaberg (N)
- PF Þverfells-Fossárduldsyrpa (N/R)

### Sauðársyrpa SS

- SS2 Sauðármóberg (R)
- SS1 Sauðárset
- FA8 Þóleít (R)
- FA7 DÍlabasalt (R)
- FA6 Þóleít (R)
- FA5 Set
- FA4 Þóleít (N/R/N/R)
- FA3 Ólivinbasalt (R)
- FA2 DÍlabasalt (N)
- FA1 Þóleít (R/N)

### Fossársyrpa

- HN5 Ólivinbasalt (N/R)
- HN4 Þóleít (R)
- HN3 Set á Hnútu
- HN2 Þóleít (R/N)
- HN1 Flikeruberg

### Hnútusyrpa HN

- TB3 Set í Hnútu
- TB2 DÍlabasalt (N)
- TB1 Þóleít, Villingad-Víðid. (N)

### Teigsbjargssyrpa TB

- ML14 Efra líparítraun (R)
- ML13 Neðra líparítraun (R)
- ML12 Þóleít (R)
- ML11 Andesít í Hnútu (R)
- ML10 Set II
- ML9 Set I
- ML8 Þóleít (R)
- ML7 Kubbaberg
- ML6 Hamarsvatnsset
- ML5 Andesít við Hofsjökul (R)
- ML4 Hamarsvatnsdílabasalt (R)
- ML3 Hnútuvatnsþóleít (N)
- ML2 Móberg, kubbaberg, gjóska (N)
- ML1 Andesít (N)

### Marklækjarsyrpa ML

- GH6 Flikeruberglettur (N)
- GH5 Hvammapóleít (N/R)
- GH4 Efra flikeruberg (N)
- GH3 Þóleít (N)
- GH2 Neðra flikeruberg (R)
- GH1 Andesít (R)
- BIN Basísk innskot
- SIN Súr innskot
- uró Framskrið

### Hornbrynjusyrpa HB

- HB5 Blönduð syrpa (R)
- HB4 Þóleít í Hornbrynjuseti (R)
- HB3 Hornbrynjuset
- HB2 Stórhóðamóberg (R)
- HB1 Þóleít undir Stórhóða (R/N/R)

### Bótarsyrpa BÓ

- BÓ13 Þóleít (N)
- BÓ12 Setlag
- BÓ11 Ólivinbasalt í Leirdal (N)
- BÓ10 Kofaset
- BÓ9 Bótárlivinbasalt (N)
- BÓ8 Bótárjökulberg
- BÓ7 Blönduð syrpa (N)
- BÓ6 Bótárþóleít (R)
- BÓ5 Bótárvöluberg
- BÓ4 Blönduð syrpa (N)
- BÓ3 Andesít í Hvíldarklettum (N)
- BÓ2 Sviðinhornadílabasalt (N)
- BÓ1 Punniðgótt þóleít (N/R)

### Ódávátssyrpa ÓD9

- ÓD8 Efra völuberg við Liká
- ÓD7 Neðra völuberg við Liká
- ÓD6 Sandsteinn-siltsteinn
- ÓD5 Fint set við Geitdalsá
- ÓD4 Set í Geithellnadal
- ÓD3 Ódávátnaandesít (R/N)
- ÓD2 Þóleít við Likárvatn (N)
- ÓD1 DÍlabasalt við Ódávötn (N)

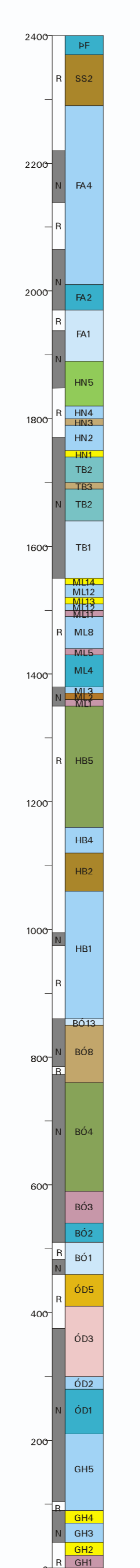
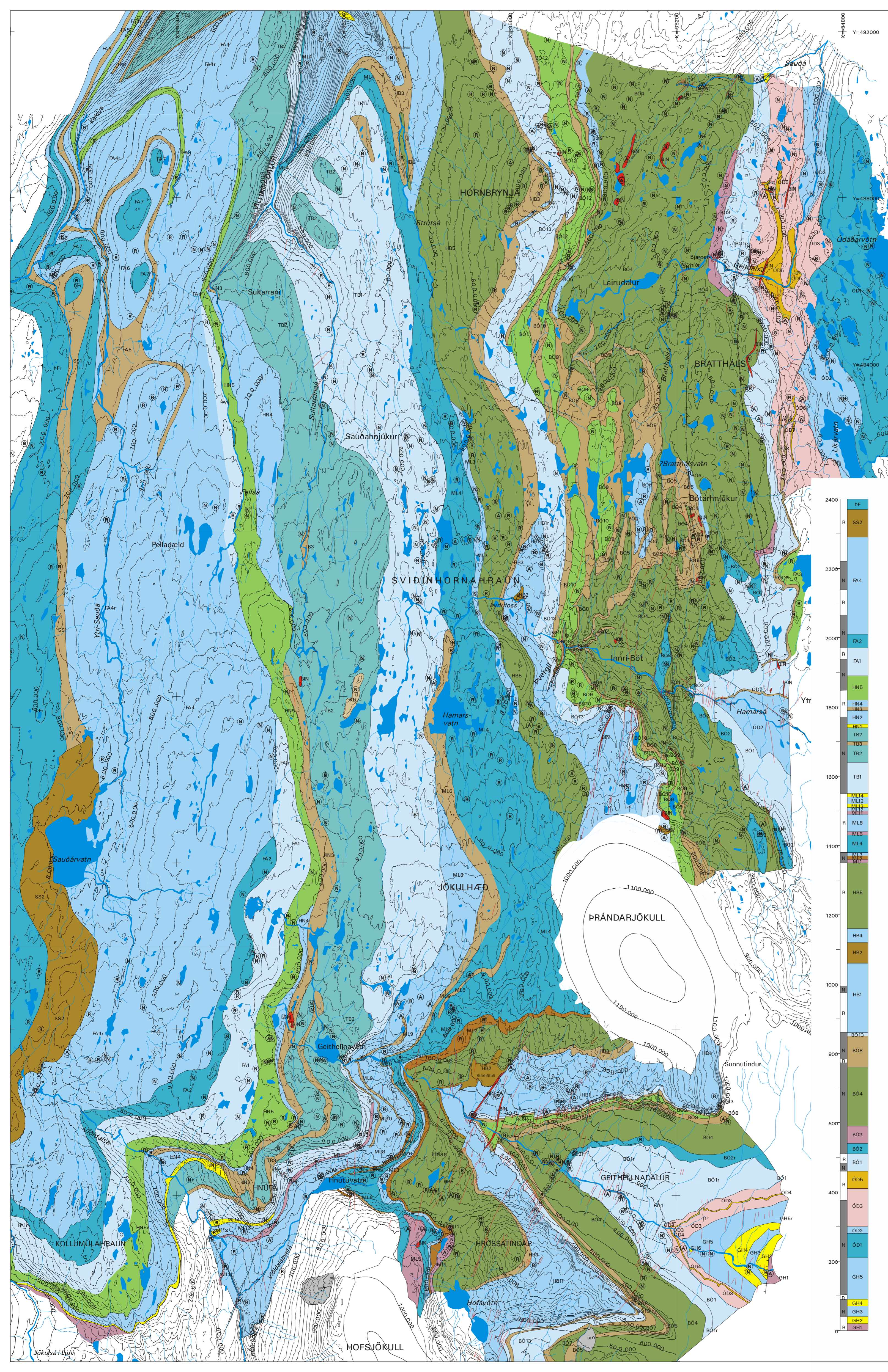
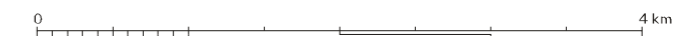
### Geithellnadalssyrpa GH

- Gangar
- Misgengi
- Andhverfa
- Samhverfa
- Strik og halli
- Rétt segulstefna
- Ófug segulstefna
- Segulstefna óviss

### HÖGGUN, GANGAR OG SEGULST.

Árni Hjartarson, Gunnar Ólafsson og Þórður H. Hafstað 1997: Sviðinhornahraun, Berggrunnskort vegna Hraunavirkjunar. Norðvestur hluti kortins er byggður á kortum Agüsts Guðmundssonar frá 1990 en norðausturhluti á korti Snorra Zóphónssonar og Björns Jónssonar 1979. Einnig er byggt á sniðum upp Sunnutind frá Helga Torfasyni og í Kollumúla frá Kristjáni Sæmundssyni og Hauki Jóhannessyni. Linníð í landfræðilegu uppveigakerfi (ArcInfo®).  
Tölvaerkerjum: Skóli Víkingsson.  
Hnitun og kortagerð: Eflur Síf Sigurðardóttir, Fyrsta útgáfa kortins er frá 30.05.1997. Smávægilegar lagfæringar hafa verið gerðar síðan.  
© Orkusstofnun, Reykjavík.  
Útprintun 28/04 2005

1:50.000




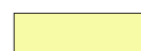


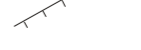




# SVIÐINHORNAHRAUN Mannvirkjajarðfræðikort










JARÐLÖG  
(Raðað eftir berggæðum)

-  Dífabasalt (pom), þykk sterk lög
-  Dífabasalt (pob), beltótt
-  Ólívínbasalt (olt), þykk lög
-  Ólívínbasalt (olc), beltótt
-  Póleiit (thl), þunnlöggótt
-  Póleiit, þykkt (tt), blandað basalt
-  Kubbaberg (ýmsar berggerðir)
-  Gróft set, völuberg, jökulberg
-  Gosmóberg, túffríkt
-  Sandsteinn
-  Andesít
-  Líparíthraun
-  Líparítgjóska
-  Siltsteinn
-  Laus urð



### Höggun og innskot

-  Basísk innskot
-  Súr innskot
-  Gangar
-  Misgengi
-  Andhverfa
-  Samhverfa
-  Strik og halli

### Áformuð mannvirki

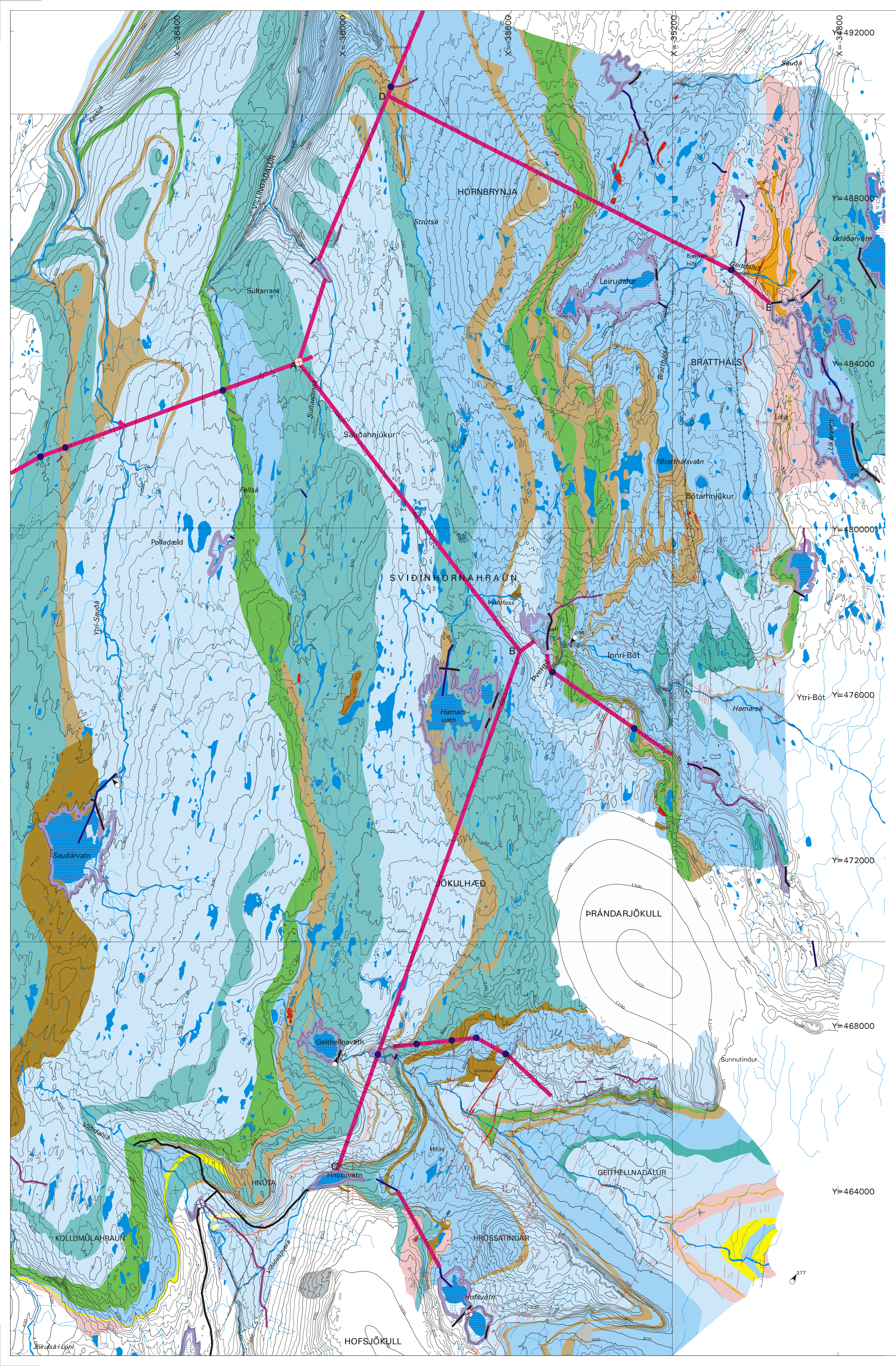
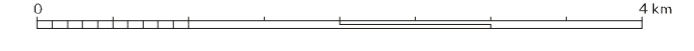
-  Lón
-  Jarðgöng
-  Stífla
-  Skurður
-  Pípukurður
-  PEH-leiðslur
-  Stöðvarhús
-  Dælustöð
-  Niðurföll

### Mælistöðvar

-  Rennislistöð, númer mælis
-  Sjálfvirk veðurstöð

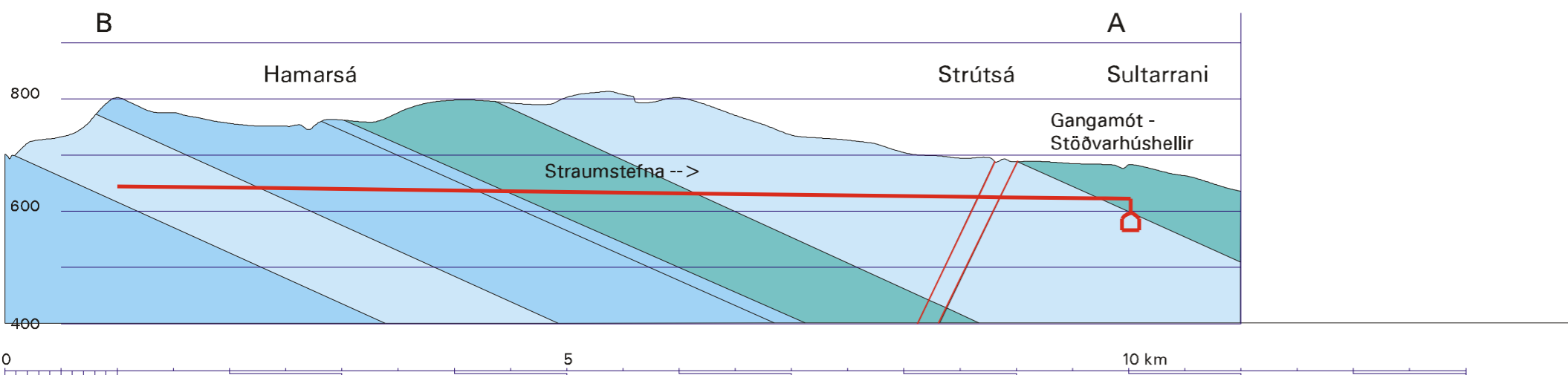
Árni Hjartarson og Þóráður H. Hafstað 1997:  
Sviðinhornahraun, Mannvirkjaskort vegna Hraunavirkjunar.  
Jarðfræðigrunnur kortans er byggður á korti  
Árna Hjartarsonar, Gunnars Ólafssonar og Þóráðs H. Hafstað 1997:  
Sviðinhornahraun, berggrunnur.  
Sýnd eru áætluð mannvirki Hraunaveitu neðri.  
Umnið í landfræðilegu upplýsingakerfi (Arc/Info®).  
Fyrsta útgáfa kortans er frá 30.05. 1997.  
Smávægilegar lagfæringar hafa verið gerðar síðan.  
© Orkusstofnun, Reykjavík.  
Útprintun 28/04 2005

1:50.000

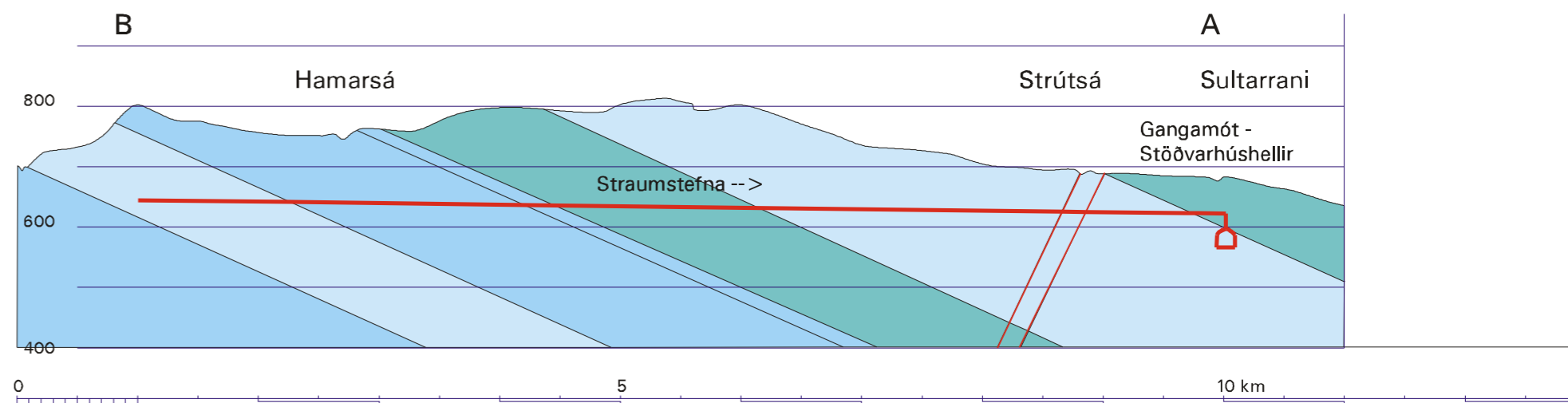




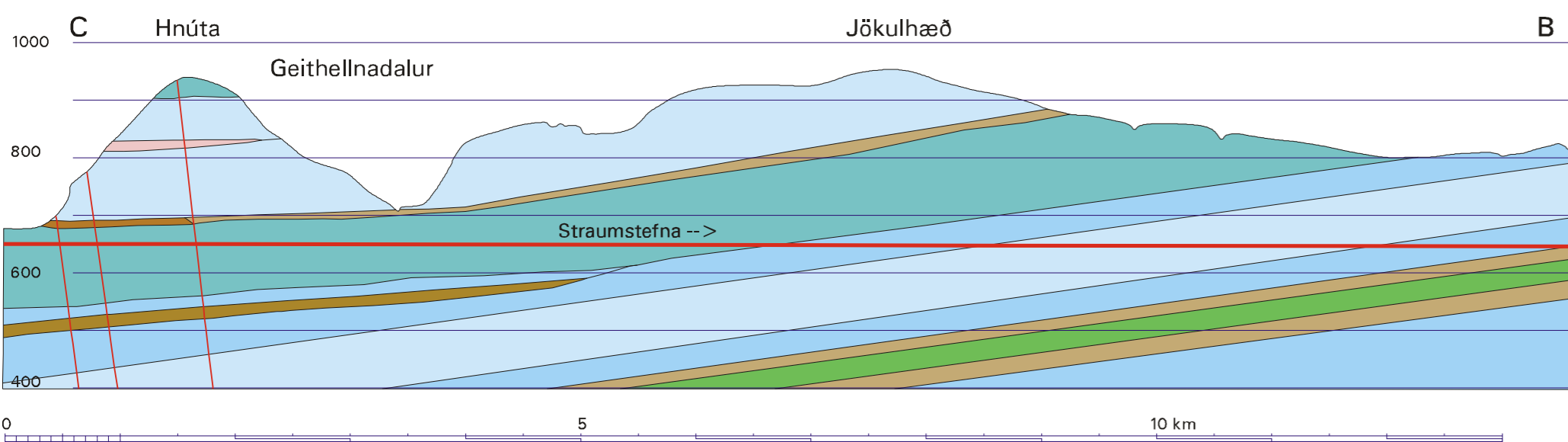
Þversnið: Sultarrani - Hamarsdalur



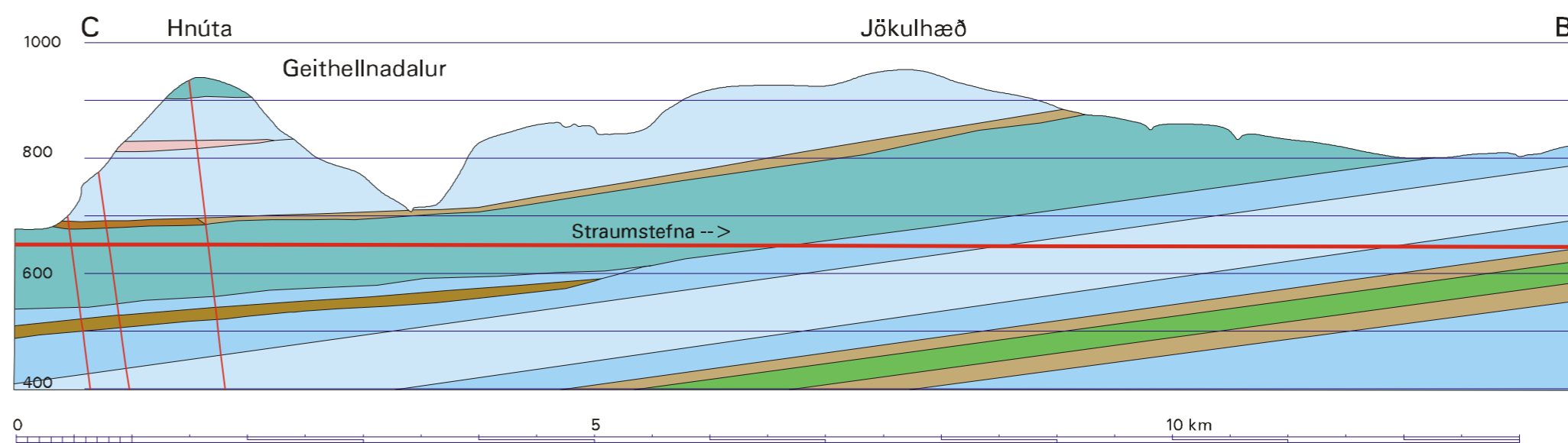
Þversnið: Sultarrani - Hamarsdalur



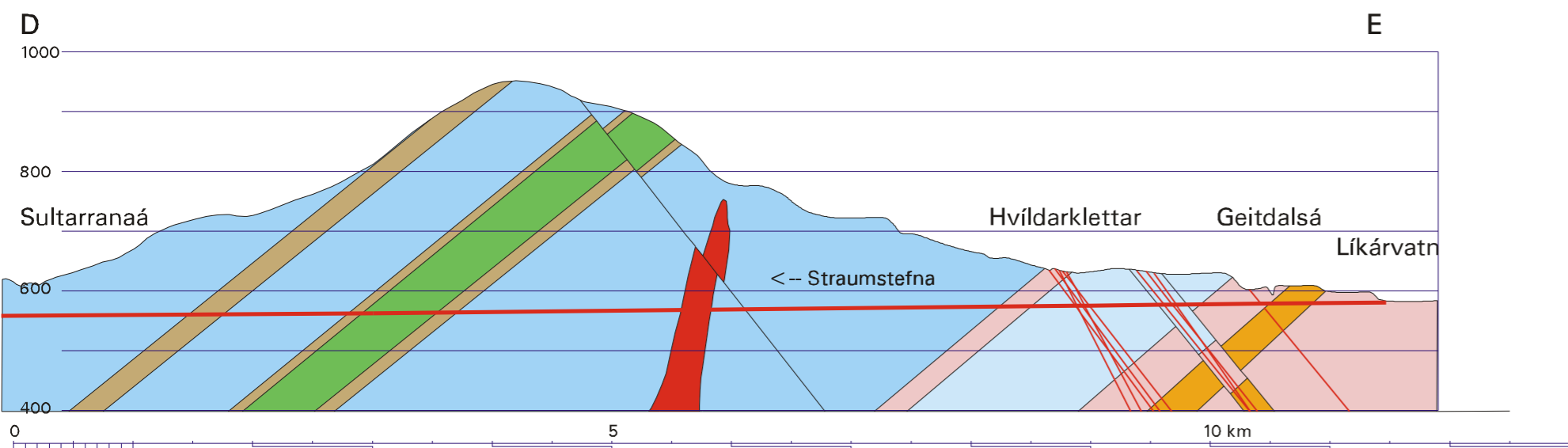
Þversnið: Hamarsdalur - Hnútuvatn



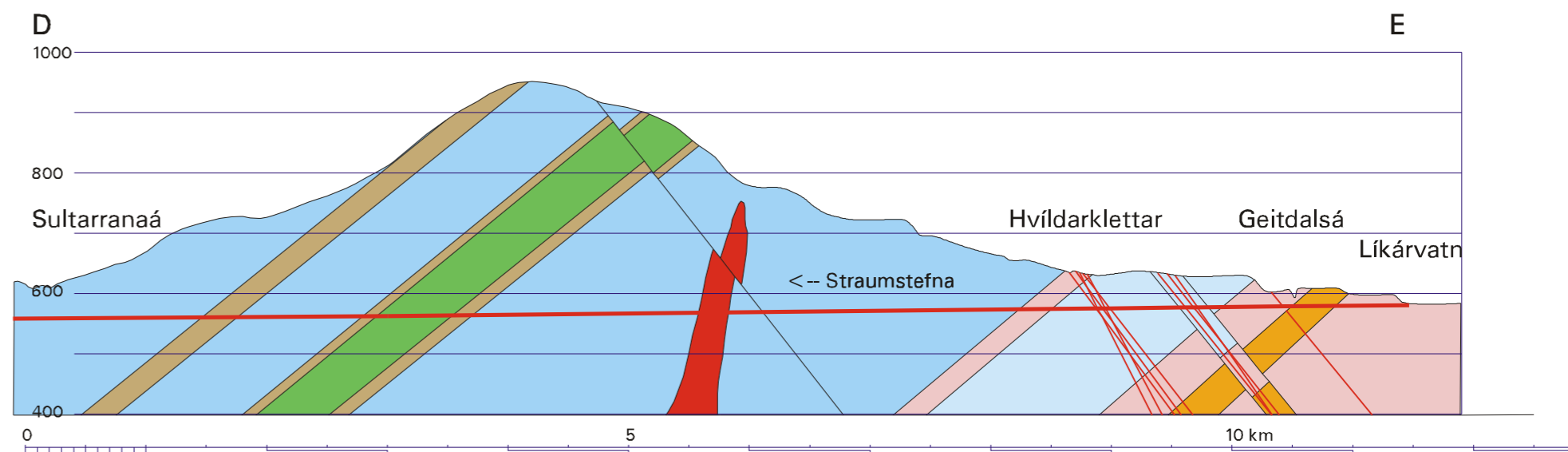
Þversnið: Hamarsdalur - Hnútuvatn



Þversnið: Hornbrynja



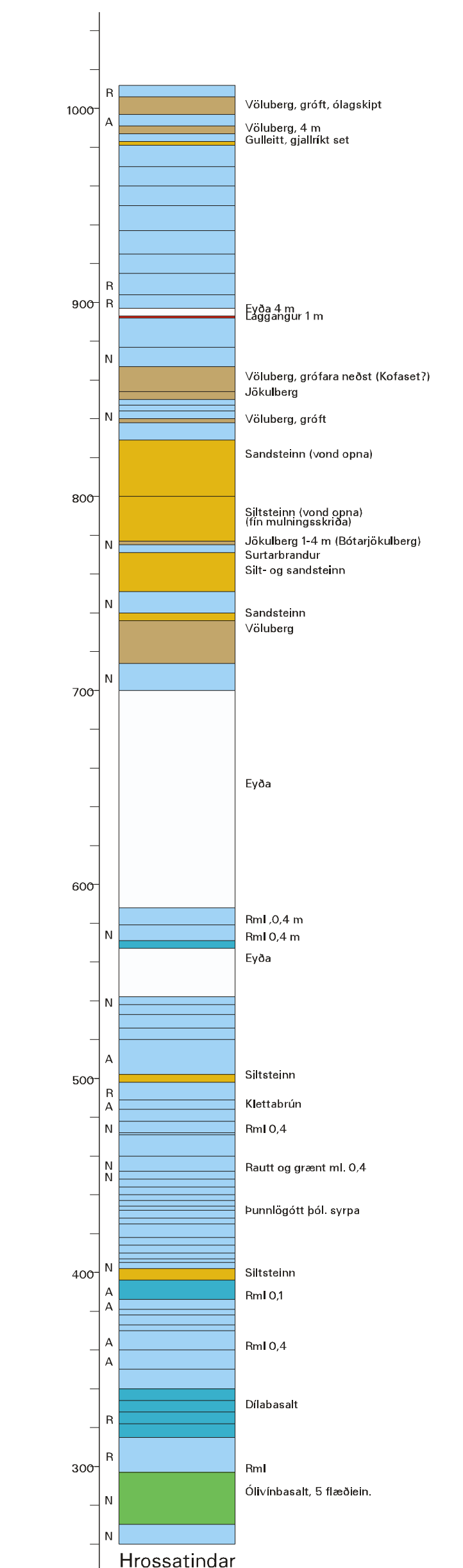
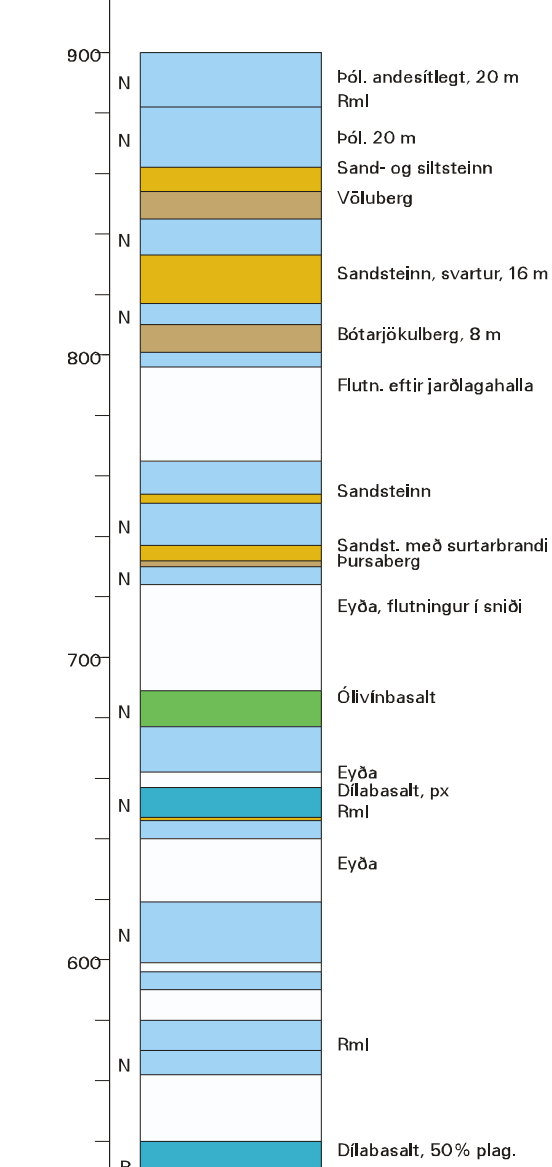
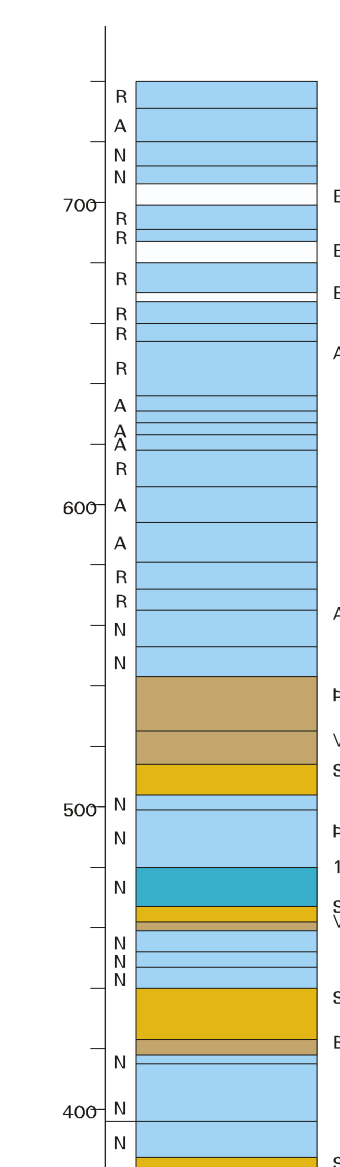
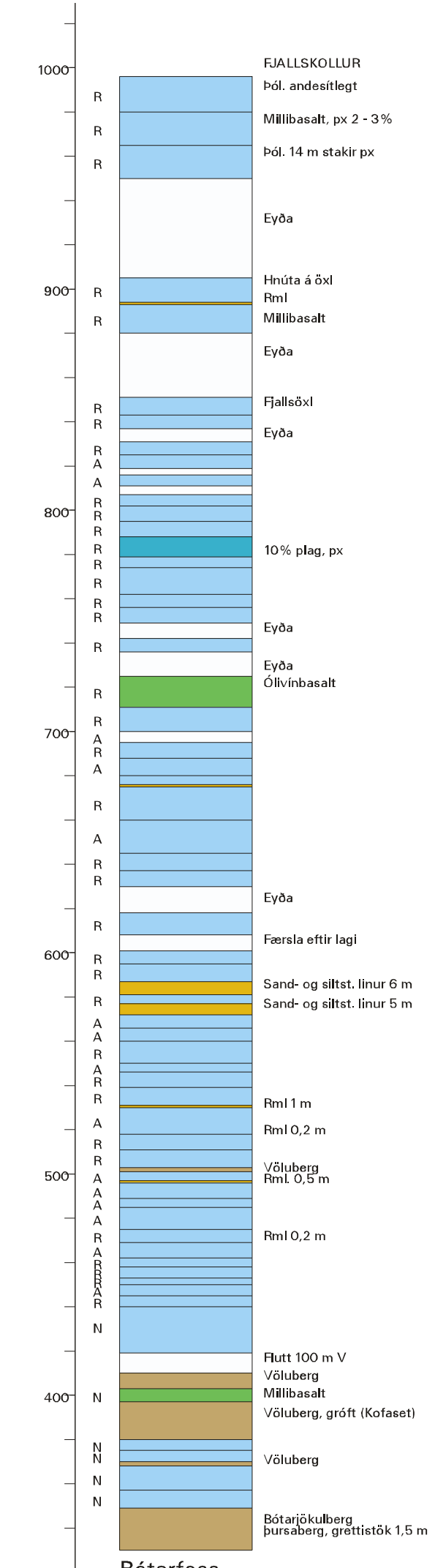
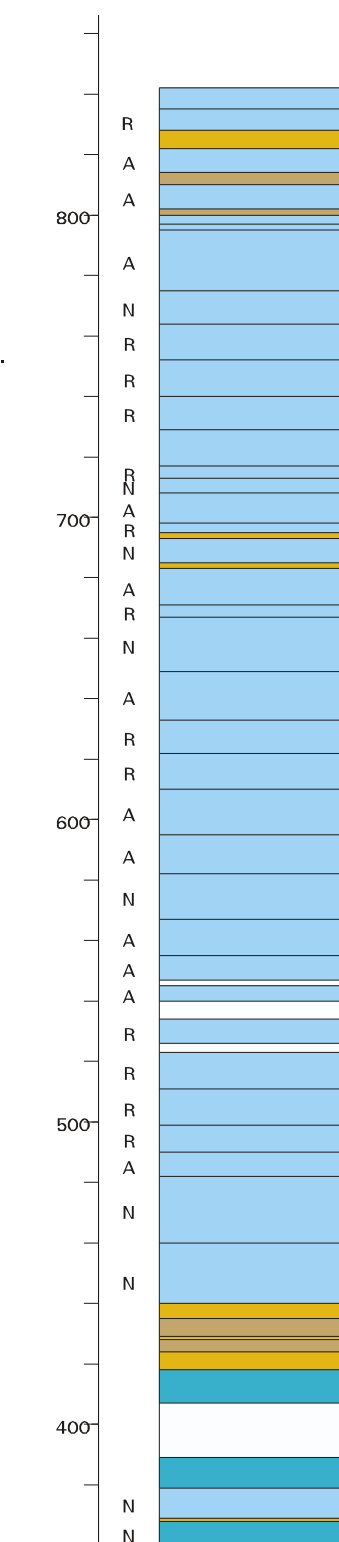
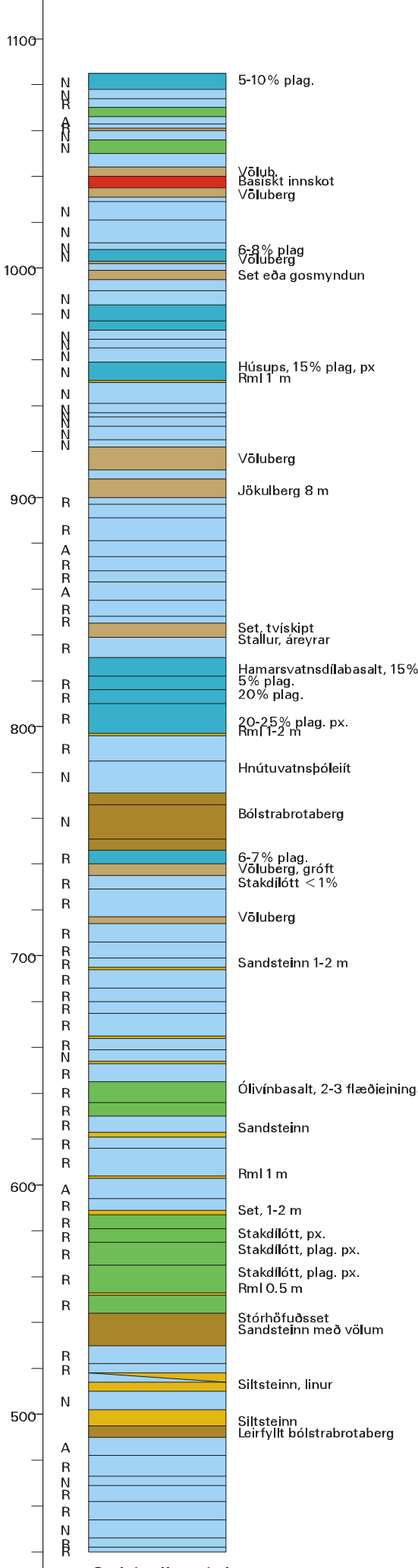
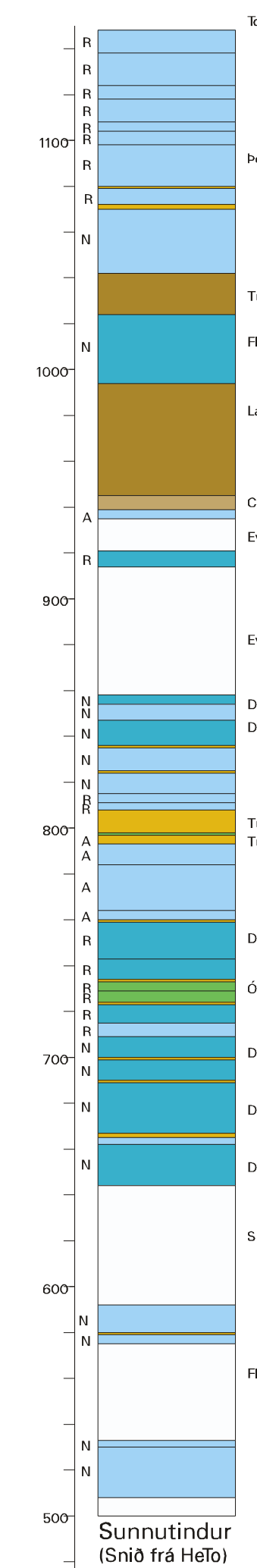
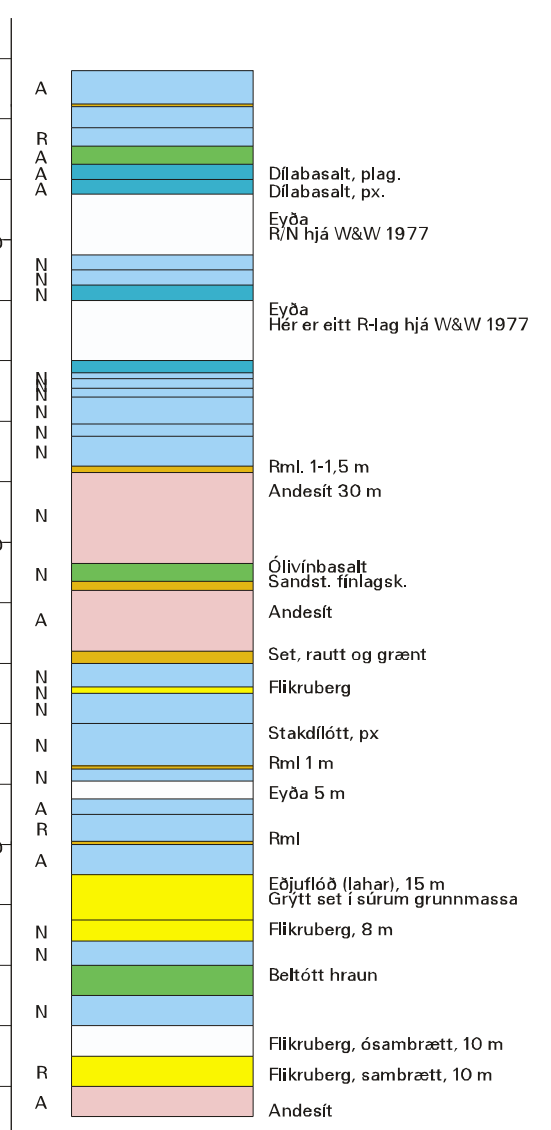
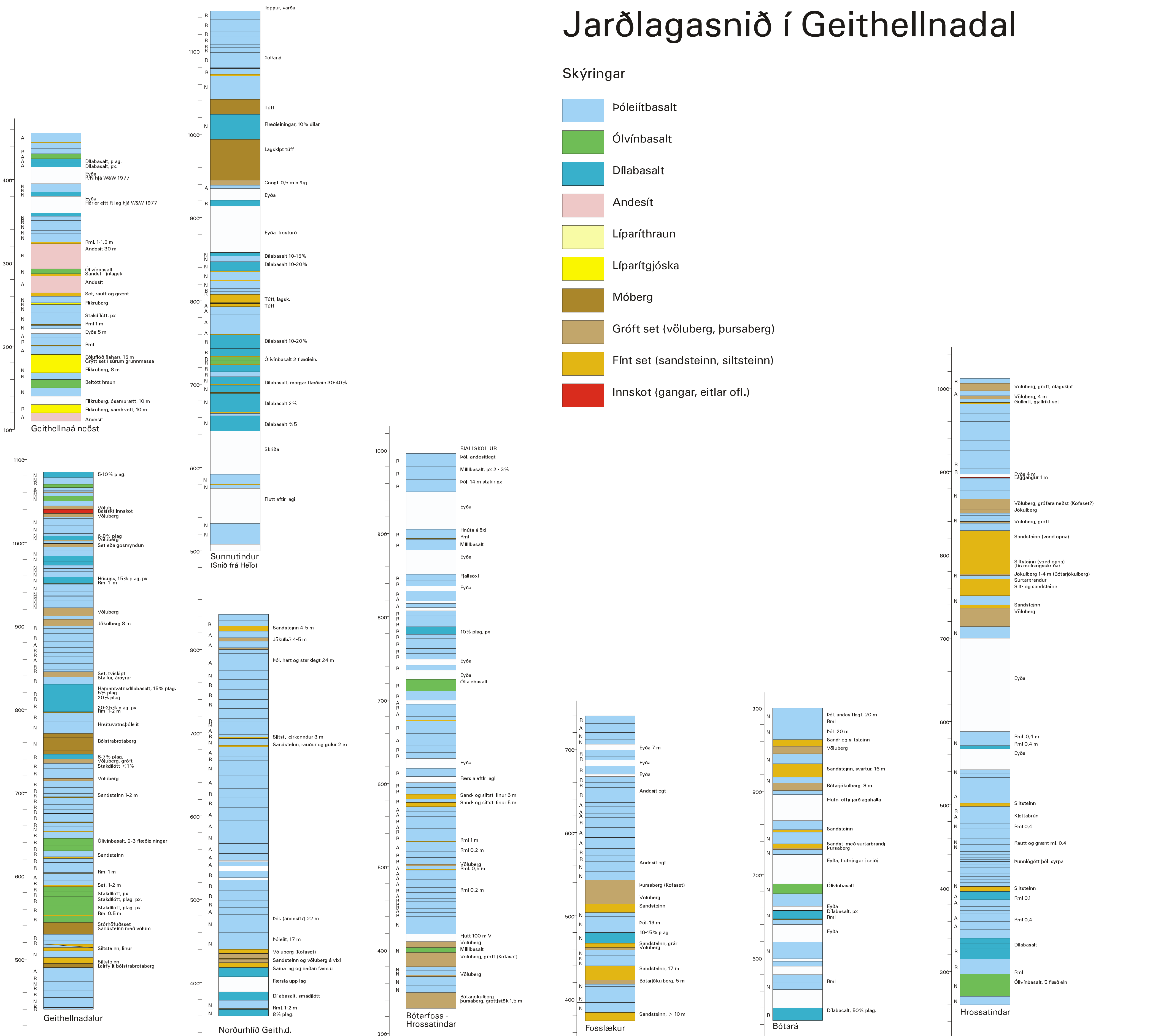
Þversnið: Hornbrynja



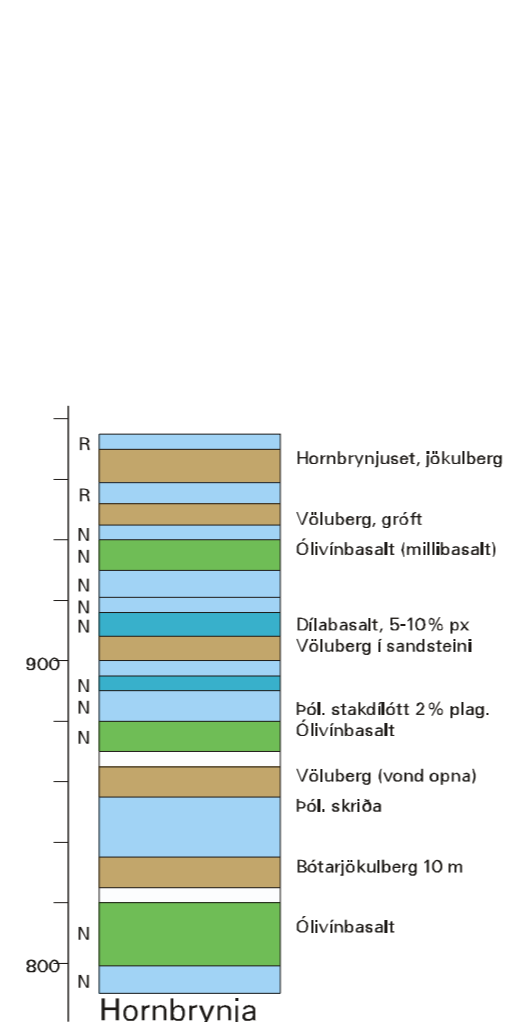
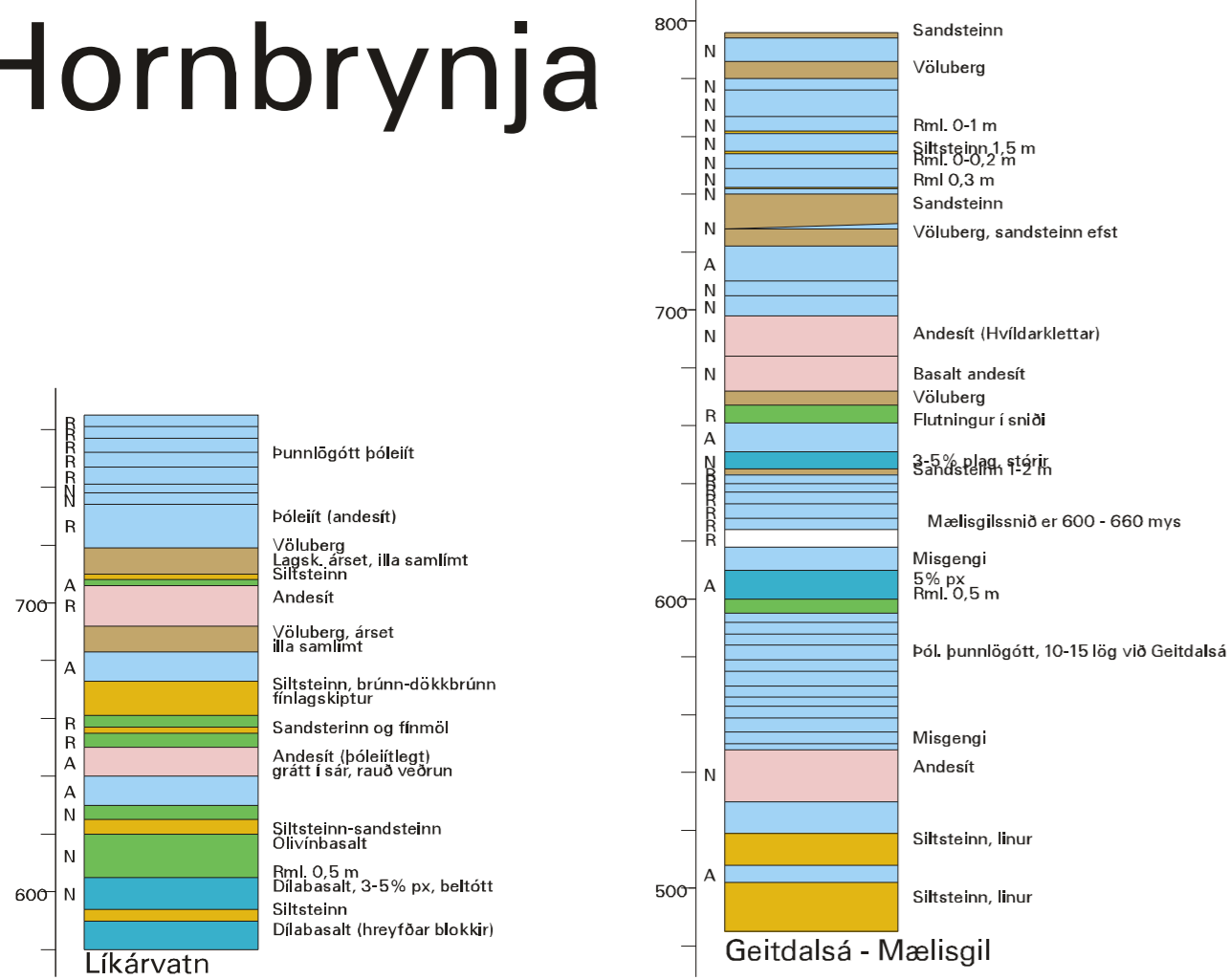
# Jarðlagasnið í Geithellnadal

## Skýringar

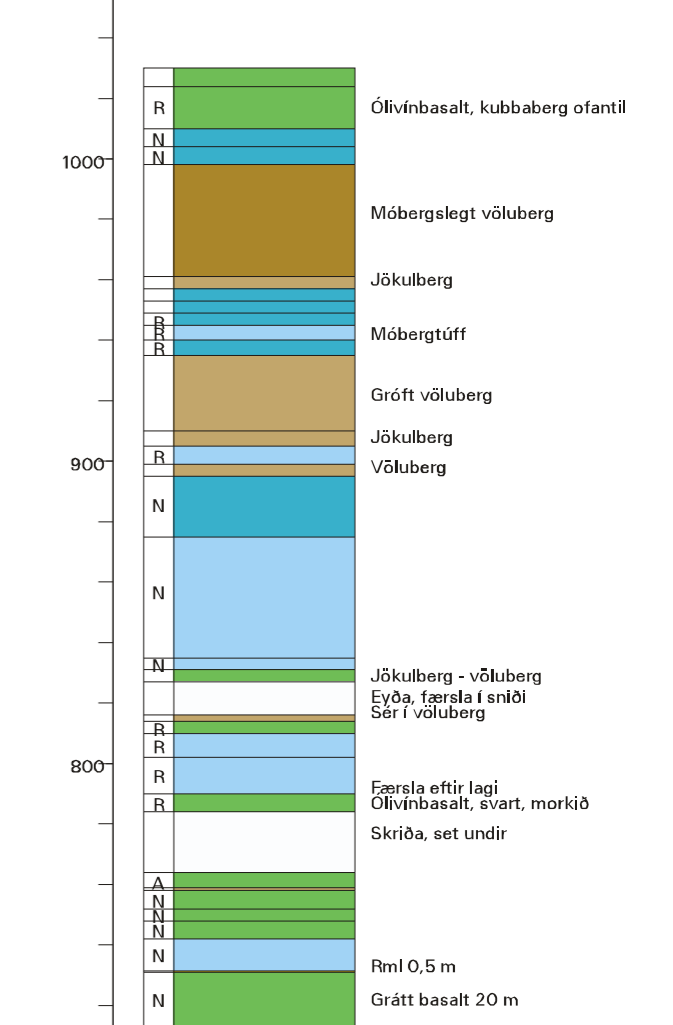
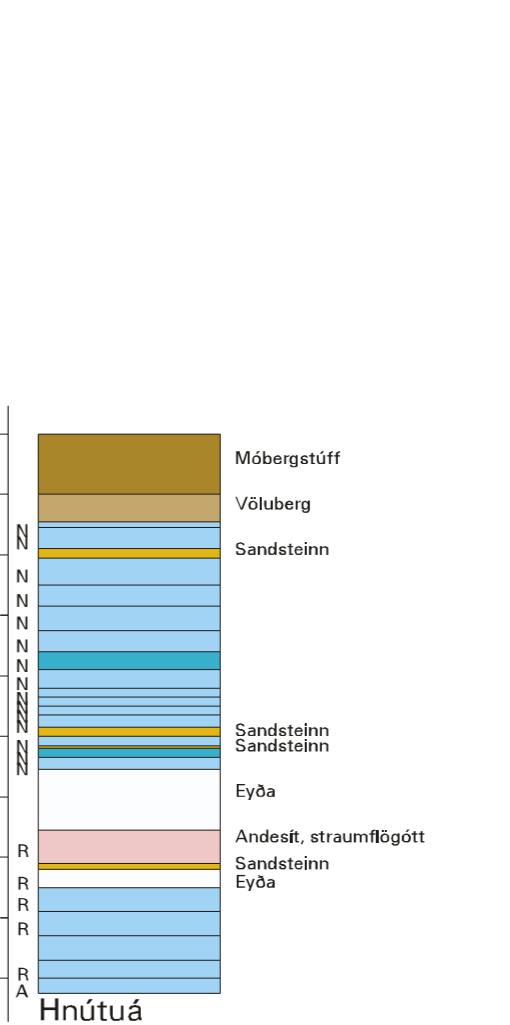
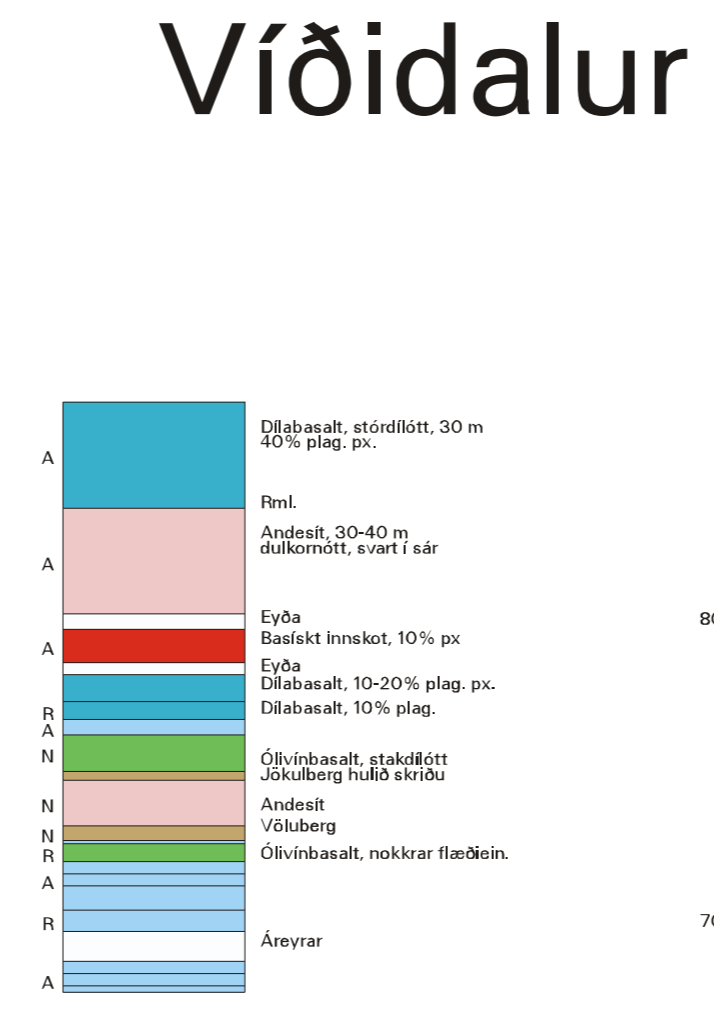
- Þóleíftbasalt
- Ólívínbasalt
- Dílabasalt
- Andesít
- Líparíthraun
- Líparítgjóska
- Móberg
- Gróft set (völuberg, þursaberg)
- Fínt set (sandsteinn, siltsteinn)
- Innskot (gangar, eitlar ofl.)



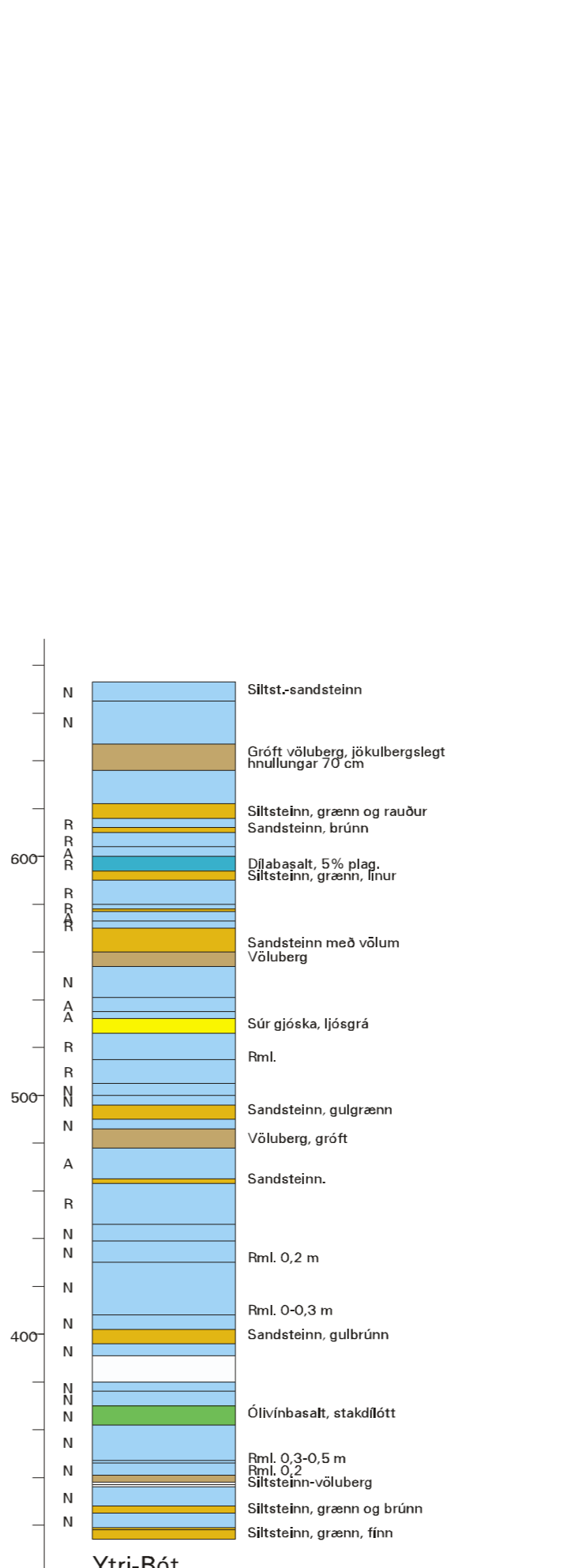
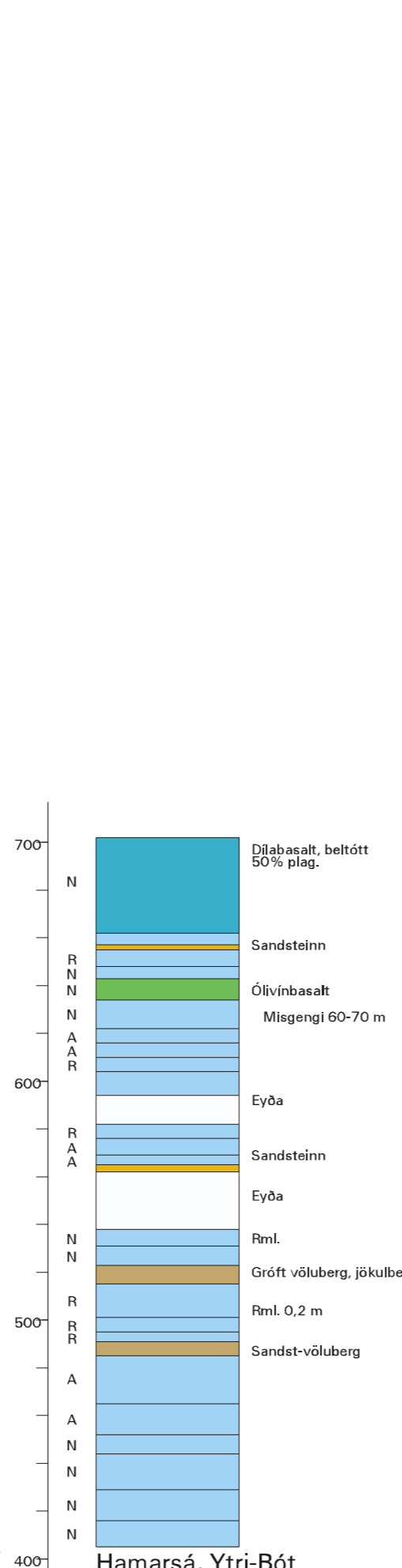
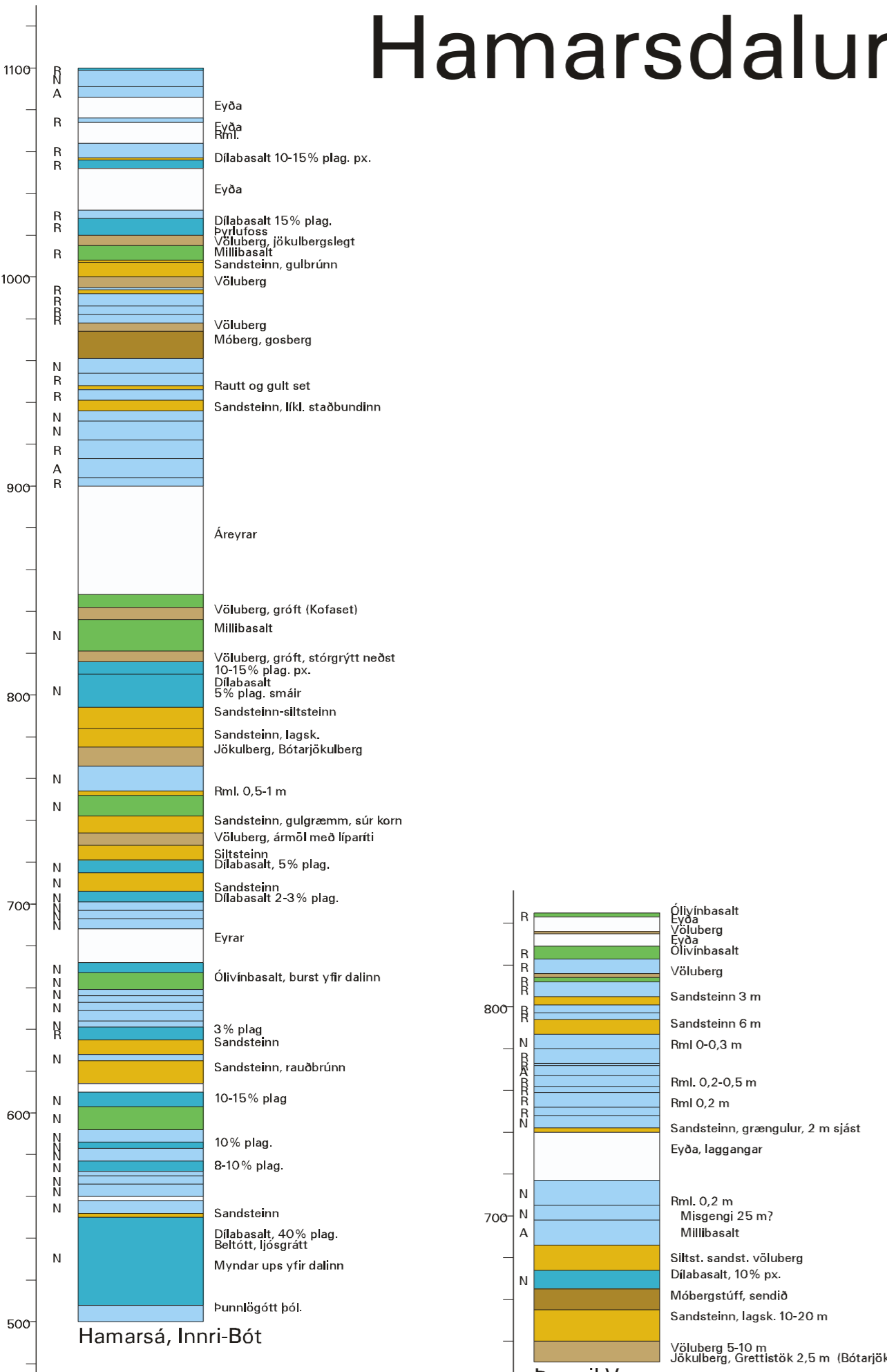
# Hornbrynja



# Víðidalur



# Hamarsdalur



## Skýringar

- Þóleiðtbasalt
- Ólivínbasalt
- Dílabasalt
- Andesít
- Líparíthraun
- Líparítgjóska
- Móberg
- Gróft set (völuberg, þursaberg)
- Fínt set (sandsteinn, siltsteinn)
- Innskot (gangar, eitlar ofl.)

