



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

TENGING JARÐLAGA Á SUÐUR-REYKJUM
Jarðlagapversnið

Jens Tómasson

Samvinnuverkefni Hitaveitu Reykjavíkur
og Orkustofnunar

OS-92048/JHD-25 B

Nóvember 1992



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 710001

TENING JARÐLAGA Á SUÐUR-REYKJUM
Jarðlagapversnið

Jens Tómasson

Samvinnuverkefni Hitaveitu Reykjavíkur
og Orkustofnunar

OS-92048/JHD-25 B

Nóvember 1992

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	4
2. JARÐLAGAÞVERSNIÐ	5
2.1 Jarðlagapversnið A-A'	5
2.2 Jarðlagapversnið B-B'	5
2.3 Jarðlagapversnið C-C'	6
2.4 Jarðlagapversnið D-D'	6
2.5 Jarðlagapversnið E-E'	6
2.6 Nokkur einfölduð jarðlagasnið	6
3. LÝSING Á EINSTÖKUM JARÐLAGAMYNDUNUM	7
4. NIÐURSTÖÐUR OG STAÐA VERKEFNIS	8
5. ORÐALISTI	9
6. HEIMILDIR	10
VIÐAUKI. Úrvinnsla á borholugögnum frá Mosfellsbæ, greinargerð JT-92/04	29

MYNDASKRÁ

1. Staðsetningarkort	11
2. Jarðlagapversnið A-A'	12
3. Einfaldað jarðlagasnið af holum í sniði A-A'	13
4. Jarðlagapversnið B-B'	14
5. Einfaldað jarðlagasnið af holum í sniði B-B'	15
6. Jarðlagapversnið C-C'	16
7. Einfaldað jarðlagasnið af holum í sniði C-C'	17
8. Jarðlagapversnið D-D'	18
9. Einfaldað jarðlagasnið af holum í sniði D-D'	19
10. Jarðlagapversnið E-E'	20
11. Einfaldað jarðlagasnið af holum í sniði E-E'	21
12. Einfaldað jarðlagasnið af holum Mg-17, Mg-10, Mg-27	22
13. Einfaldað jarðlagasnið af holum Mg-8, Mg-6, Mg-4, Mg-24 og Mg-11	23
14. Punnsneið nr. 1805, Mg-9, dýpi 74 m	25
15. Punnsneið nr. 4683, Mg-10, dýpi 120 m	25
16. Punnsneið nr. 1805, Mg-9, dýpi 74 m	25
17. Punnsneið nr. 1806, Mg-9, dýpi 94 m	25
18. Punnsneið nr. 4959, Mg-15, dýpi 100 m	26
19. Punnsneið nr. 4959, Mg-15, dýpi 100 m	26
20. Punnsneið nr. 4555, Mg-25, dýpi 18 m	26
21. Punnsneið nr. 6590, Mg-3, dýpi 48 m	26
22. Punnsneið nr. 4638, Mg-6, dýpi 428 m	27
23. Punnsneið nr. 4636, Mg-6, dýpi 320 m	27
24. Punnsneið nr. 4963, Mg-15, dýpi 524 m	27
25. Punnsneið nr. 6594, Mg-3, dýpi 398 m	27
26. Punnsneið nr. 2257, Mg-13, dýpi 920 m.	28
27. Punnsneið nr. 4550, Mg-24, dýpi 1124 m	28
28. Punnsneið nr. 4509, Mg-16, dýpi 1236 m	28
29. Punnsneið nr. 4511, Mg-16, dýpi 1620 m	28

1. INNGANGUR

Alls hafa verið boraðar 39 Mg-holur í Mosfellsbæ. Skammstöfunin Mg er dregin af Mosfellsveit og Gufubor en með honum voru þessar holur boraðar. Síðar var þessi bor nefndur Dofri.

Meðan á borun þessara hola stóð voru gerðar áfangaskýrslur, sem hafa að geyma öll gögn sem varða borunina, þar með talin jarðlagasnið. Fyrir u.þ.b. ári var birt skýrsla um jarðlög þeirra hola sem ekki höfðu verið birt áður (Jens Tómasson 1991). Það liggja því fyrir jarðlagagreiningar af öllum Mg-holum (Jens Tómasson 1975, 1977 og 1978, og Jens Tómasson og Þorsteinn Thorsteinsson 1971), en þessar greiningar eru frumjarðlagagreiningar og byggjast fyrst og fremst á greiningu jarðlaga í vísjá. Aftur á móti hefur ekki verið gerð nein samantektarskýrsla um þessar boranir og er því ekkert jarðlagalíkan til af jarðhitasvæðunum í Mosfellsbæ (Suður-Reykir, Norður-Reykir og Helgadalur), og nær engar ummyndunarrannsóknir hafa farið fram nema þær sem gerðar voru um leið og frumjarðlagasniðið var gert. Ýmislegt hefur samt verið gert umfram frumjarðlagasnið. Búið er að gera um 1000 þunnsneiðar og einnig er búið að röntgengreina mikið af ummyndunarsteindum.

Eftirfarandi vinnuáferð var beitt: Byrjað er á því að endurskoða jarðlagasnið og einfalda þau. Einföldun er gerð þannig að aðeins eru tekin lög sem eru 10 m eða þykkari. Þynnri lög eru sameinuð neðra lagi. Þessi einfölduðu snið eru slegin inn í tölvu og tölvuteiknuð. Þau eru síðan notuð til að gera jarðlagapversnið. Þá eru sniðin einfölduð enn meir, jarðlögnum skipt í þrennt, tvennskonar basalt og móberg. Búið er að skipta jarðlögnum í nokkrar myndanir og virðist vera einfalt að skipta berginu í myndanir niður á 1000-1200 m, en erfitt er að átta sig á staflajarðfræðinni fyrir neðan það dýpi. Til að greina staflann fyrir neðan 1000 m dýpi verður að líta nánar á jarðlög einstakra holna en gert var í þeirri endurskoðun sem hér er greint frá. Líklega verður einnig betra að tengja jarðlagastaflann þegar búið er að gera einfaldað jarðlagasnið af öllum holum og útbúin hafa verið fleiri þversnið. Búið er að teikna einfaldað jarðlagasnið af öllum Mg-holum á Suður-Reykjum, og einnig er búið að gera allmörg þversnið. Svo hægt sé að sjá hvaða einfaldanir voru gerðar þegar þversniðin voru teiknuð er greining á borholum látin fylgja með í skýrslunni, og eru þær í sömu röð og þversniðin á næstu blaðsíðu. Þó að búið sé að einfalda 27 jarðlagasnið er aðeins búið að gera um 100 þunnsneiðalýsingar af um 1000 sneiðum sem til eru. Staðsetning sniða og borhola er á mynd 1.

2. JARÐLAGAÞVERSNIÐ

Á mynd 1 er sýnd staðsetning þversniða, A-A', B-B', C-C', D-D' og E-E', en fjallað er um hvert jarðlagasnið fyrir sig í eftirfarandi undirköflum.

2.1 Jarðlagapversnið A-A'

Jarðlagapversnið A-A' er sýnt á mynd 2. Á mynd 3 eru einfölduðu jarðlagasniðin af sömu holum og sniðið er dregið gegnum. Snið A-A' liggur NV-SA frá Mg-9 til Mg-7. Í þessu sniði koma fram jarðlagamyndanir sem ganga meira og minna gegnum hin sniðin. Efst er myndun nr. 1, basaltmyndun B-1 sem er þóleiftbasaltlög með þykkum millilögum, en þau eru set, misjafnlega túffkennt. Myndun nr. 2 er móbergsmýndun M-1. Myndun nr. 3 er basaltmyndun B-2, sem er að mestu þóleiftbasaltlög með misþykkum, misjafnlega túffkenndum setlögum á milli. Myndun nr. 4 er móbergsmýndun M-2. Myndun nr. 5 er basaltmyndun B-3 sem er að mestu þóleiftbasaltlög með millilögum. Myndun nr. 6 er basaltmyndun (B-4), nær allt meðal- til grófkristölluð basaltlög, sennilega að mestu leyti ólivínþóleift, en gætu þó að einhverju leyti verið gangar.

Fleiri myndanir voru ekki raktar í þessu sniði, enda nær B-4 myndunin niður í botn í tveimur holum. Lögín fyrir neðan B-4 myndunina í Mg-9 eru mest þóleiftbasaltlög, þó eru tvö þykk dólerítlög merkt inn á einfaldaða sniðið á mynd 3.

Misgengi: Á milli Mg-9 og Mg-8 er teiknað misgengi (mynd 2) sem sker Mg-9 á um 800 m dýpi. Rökin fyrir því að misgengið hljóti að skera Mg-9 eru þau, að aðeins með misgengi fer jarðlögunum aftur að halla til suðausturs fyrir neðan 800 m dýpi. Þetta kemur fram í neðra borði B-3, túfflaginu á milli B-3 og B-4 og í efra borði á B-4 mynduninni.

Jarðlagahallinn á svæðinu er til suðausturs og er mjög mikill, allt upp í 25° í Helgafelli. Reiknaður var 15° jarðlagahalli þegar misgengið var teiknað inn á mynd 2. Misgengið er 50-100 m og virðist minnka eftir því sem neðar dregur, svo að líklega eru brotahreyfingar á svæðinu eitt-hvað flóknari en gefið er til kynna á mynd 2.

Móbergsmýndun M-1 nær ekki til Mg-7. Líklegasta skýring á þessu er sú að bergið í Mg-7 fyrir ofan 200 m dýpi sé yngra en bergið í hinum holunum og fyrir vestan Mg-7 hafi verið hæð sem hraunlög hafi runnið upp að.

2.2 Jarðlagapversnið B-B'

Snið B-B' er sýnt á mynd 4 og á mynd 5 eru einfölduðu sniðin. Þetta snið er nærri samsíða A-A' sniðinu og liggur NV-SA frá Mg-1 til Mg-23. Alls eru 7 holur í þessu sniði. Það eru sömu jarðlagamyndanir í þessu sniði og A-A' sniðinu, en bergið er ekki greint upp í ákveðnar jarðlagamyndanir fyrir neðan B-3. Þó er ljóst að meðalgróft til grófkristallað basalt er ráðandi fyrir neðan B-3, en þetta er ólivínþóleift basalt og gangar. Ein ólivínþóleift basaltmyndun sem gengur í gegnum allar holurnar fyrir neðan B-3 er misþykk, um 150 m þykk þar sem hún er þykkust. Einnig kemur fram túfflag á milli B-3 og ólivínþóleift basaltsins í nokkrum holum.

Misgengi er á milli Mg-1 og Mg-14 auk þess sem móberg M-1 nær ekki til Mg-23. Skýringin á því að M-1 nær ekki til Mg-23 er væntanlega sú, að bergið fyrir ofan 300 m dýpi í Mg-23 er yngra en bergið í holunum fyrir vestan á sama dýpi líkt og í sniði A-A'.

2.3 Jarðlagapversnið C-C'

Snið C-C' er á mynd 6, einfölduðu sniðin eru á mynd 7. Þetta snið er frá Mg-9 til Mg-12 og liggur næstum þvert á snið A-A' og B-B'. Það er samsíða stríkstefnu jarðlaganna, ætti því ekki að koma fram neinn halli í jarðlögum í þessu sniði. Það er einnig svo að líftill halli er á jarðlagamyndunum, nema misgengi er á milli Mg-9 og Mg-14, sama misgengi og kom fram í sniði A-A'.

2.4 Jarðlagapversnið D-D'

Snið D-D' er á mynd 8, einfölduðu sniðin á mynd 9. Snið er frá Mg-25 til Mg-22 alls í gegnum 8 holur og liggur nærri samsíða sniðunum A-A' og B-B' en hefur aðeins suðlægari stefnu en hin sniðin.

Fimm jarðlagamyndanir eru merktar inn á sniðið: M-1, B-1, B-2, M-2 og B-3. Þessum myndunum hallar til suðausturs eins og í sniðum A-A' og B-B'. B-3 myndunin er nokkuð öðruvísi í þessu sniði en í hinum sniðunum. Þessi myndun er mjög þunn vestast í sniðinu en þykkar ört til austurs og kemur austast í holum nær þóleifbasaltmyndun niður fyrir 1400 m dýpi og ekkert ólívínþóleifst tekur við af þóleifbasaltinu eins og í öðrum holum. Einnig er miklu meira af móbergi í B-3 mynduninni og fyrir neðan hana en í hinum sniðunum. Auk þess er mikið móberg í öllum holunum fyrir neðan B-3, nema í holu Mg-30 (mynd 9). Þessi móbergslög er einfalt að tengja á milli holna nema móbergið í Mg-22 á 900-1100 m dýpi, sem ekki er hægt að tengja við aðrar holur.

Það er nokkuð örugglega misgengi á milli Mg-25 og Mg-16 og nær það upp í B-2.

2.5 Jarðlagapversnið E-E'

Snið E-E' er á mynd 10, einfölduðu sniðin á mynd 11. Sniðið liggur rétt austan við norður. Þetta snið liggur því nálægt stríkstefnu jarðlaganna, því jarðlagasyrpur hafa lítinn halla í þessu sniði. Það er að verulegu leyti uppfyllt nema nyrstu holurnar, þar hefur M-1 halla til suðurs.

Það eru sömu jarðlagamyndanir í þessu sniði og hafa verið í sniðunum á undan. Móberg er efst í holunum merkt sem M-1a. Þetta er sennilega sama móberg og er í fjöllum fyrir austan holurnar.

2.6 Nokkur einfölduð jarðlagasnið

Á mynd 12 eru holur Mg-17, Mg-10 og Mg-27. Það er smá ósamræmi milli jarðlaganna í Mg-17 og Mg-10 í kringum 500 m dýpi. Þetta þarf að athuga. Hinsvegar er gott samræmi milli jarðlaganna í Mg-10 og Mg-27.

Á mynd 13 eru sýnd einfölduð snið af holum Mg-8, Mg-6, Mg-4, Mg-11 og Mg-24. Við sjáum að móbergið vex í holunum til austurs, er langmest í Mg-11 þar sem móbergsmýndanirnar M-1 og M-2 ná nærri saman, aðeins 10 m basalt skilur þær að. Samanlögð þykkt þessara myndana í Mg-11 er 800 m. Móbergið þykkar í áttina að Reykjafelli.

3. LÝSING Á EINSTÖKUM JARÐLAGAMYNDUNUM

Efsta jarðlagamyndunin er móbergsmyndun, merkt M-1a, og finnst hún í nokkrum holum austast á svæðinu, sjá snið E-E' (mynd 10). Þetta er líklega sama móbergið og í Reykjafellinu.

B-1 er efsta basaltmyndunin og kemur hún fyrst fram um miðbik svæðisins sem þunnt skæni (Mg-6) en þykkar síðan til austurs (myndir 4 og 9) og nær niður á 300 m dýpi austast á svæðinu. Þessi myndun finnst einnig í einni holu, Mg-9, á vesturhluta svæðisins (mynd 2). Myndun B-1 er að mestu dflalaust þóleíftbasalt með þykkum millilögum úr túffkenndu seti sem er misjafnlega grófkornótt. Í Mg-9 er nokkur dreif af meðal- til grófkorna basalt brotkornum í 74 m og ofar, svo sennilega eru þunn lög af ólivínþóleífti á þessu dýptarbili (mynd 14).

Myndir 14 og 15 gefa nokkuð góða mynd af þeim breytileika sem er í þóleíftbasaltinu. Millilög-in eru misjöfn að samsetningu, algengast er takkylft og síderómelan þar sem dreifkornastærðin er stærri en brotkornastærðin, einnig finnst fínkornað set (mynd 16) þar sem dreifkornin eru að takkylfti, ummynduðu síderómelani, plagíóklasi og pýroxeni, en bindiefnið er smektft og anal-sím. Algengast er að dreifkornin í setinu séu af ýmsum gerðum, þó er til set þar sem dreifkornin eru einsleit eins og á mynd 17, þar sem setið er af blöðróttu takkylftfsku gleri með mesólfít og anal-sím sem bindiefni og holufyllingar.

M-1 jarðlagamyndunin nær upp á yfirborð á NV-hluta svæðisins (myndir 2-6). Snið A-A', B-B' og D-D' liggja nærri samsíða og stefna NV-SA. Við sjáum að M-1 myndunin er þykkust í miðju og vestan við miðju svæðisins í miðsniðinu (B-B'), einnig kemur þessi þykkun fram í miðju svæðisins, í sniði C-C' (mynd 12) þar sem hún nær um 200 m þykkt.

Þessi myndun er að mestu leyti túff eða setmóberg þar sem verulegur hluti dreifkornanna er minni en brotkornastærðin (myndir 18 og 19). Dreifkornin eru mest síderómelan og takkylft, meira og minna ummyndað. Þó finnst nokkuð af fersku gleri (mynd 21). Það eru yfirleitt engir kristallar í glerinu. Þó finnst á stöku stað hlutkristallað basalt. Bindiefnið er zeólítar mesólfít (mynd 19) anal-sím, kalsít, smektft (mynd 21) og auk þess ópall (mynd 20).

B-2 er um 100-200 m þykk basaltmyndun sem liggur undir M-1 og hallar til suðausturs. Þetta eru basaltlög með svipuðum millilögum og eru í B-1 mynduninni (myndir 15 og 16) en túffkenndu setlögin eru mun þykkari en í B-1 og er víða hægt að tengja þau á milli nokkurra hola.

Basaltið er mest þóleíftbasalt af svipaðri gerð og í B-1 mynduninni, en einnig finnst talsvert af nokkuð grófara þóleífti (mynd 22), og ólivínþóleíft basalt finnst einkum um miðbik svæðisins (mynd 23).

M-2 er þykk móbergsmyndun, víða yfir 300 m þykk, og þessari myndun hallar til austurs eins og öðrum myndunum á svæðinu. Innri bygging þessarar móbergsmyndunar er mjög svipuð og í M-1, að nokkru leyti sömu dreifkornin, þ.e. síderómelan og takkylft án kristalla, sem eru algengustu dreifkornin í móberginu, og einnig er talsverður hluti þessara dreifkorna minni en brotkornastærðin. Bindiefnið er að hluta til það sama, þó eru kvarz og kalsít ráðandi bindiefni í hluta setsins (mynd 24) og einkenna það. Þessi seteinkenni eru misjöfn frá einni holu til annarar. Þetta sést vel í einfölduðum sniðum t.d. á mynd 5, því hluti af móberginu er einkenndur sem túffríkt set, sem er merking á því móbergi sem lýst hefur verið hér á undan.

Hluti af móberginu er líklega gosmóberg því dreifkornin eru stærri en brotkornastærðin. Einnig er talsvert af kristöllum í glerinu, hlutkristallað basalt og basaltbrotkorn (mynd 25).

Þetta virðist vera móbergsbreksfa af ólivínþóleiftiskum uppruna. Á stöku stað er móbergið gegnumstungið af basaltlögum sem líklega eru gangar í holu Mg-6 (mynd 5).

Myndunin B-3 er undir M-2 og er allsstaðar mynduð úr þóleiftbasaltlögum. Þessi myndun er lík hinum tveimur basaltmyndunum, basaltlög eru mest dýrlaust þóleiftbasalt og millilögin mest túffkennt set, misþykkt.

Þessi myndun er misþykk, þynnst í Mg-25 og Mg-16 aðeins nokkrir tugir metra, en annars er myndunin milli 100 og 700 m þykk. Í nokkrum austustu holunum er mjög mikið þóleiftbasalt niður á mikið dýpi.

Jarðlögin eru flokkuð í myndanir í öllum sniðum niður í myndun B-3, nema í sniði A-A' (mynd 2) en þar er myndun B-4 einkennd sem sérstök myndun, ólivínþóleift basalt. Það er víðast ólivínþóleift basaltmyndun undir B-3. Tvennt gerir það erfitt að skilgreina slíka myndun. Í fyrsta lagi er víða mjög þykkt móberg eða set (mynd 26) undir B-3 sem vel kæmi til greina að skilgreina sem sérstaka móbergsmýndun og í öðru lagi er í mörgum holum meðalgróft til gróft basalt ráðandi bergtegund fyrir neðan 1000 m. Auk þess þarf að skilja betur að ólivínþóleift og ganga. Það er að vísu víðast ólivínþóleift basalt undir móberginu sem er undir B-3 (mynd 27) en á mynd 28 er nokkuð dæmigert dólerft þar. Þetta er grófkristallað basalt, ferskt með svera plagfóklaskristalla, en skilin geta verið óskýr (mynd 29) þar sem plagfóklasarnir eru sverir og ummyndun mikil, en þetta er nokkuð örugglega einnig úr dólerfti.

Töluvert er af móbergslögum fyrir neðan 1000 m og finnast þau í mörgum holum. Því er líklegt að þegar búið er að greina ganga sé hægt að skipta jarðlögum fyrir neðan 1000 m dýpi upp í nokkrar myndanir.

4. NIÐURSTÖÐUR OG STAÐA VERKEFNIS

Búið er að gera jarðlagalíkan niður á 1000-1200 m dýpi af Suður-Reykja svæðinu. Á svæðinu skiptast á basalt- og móbergsmýndanir. Allar þessar myndanir hafa halla til suðausturs, en misgengi sem hafa fall til vesturs vega á móti þessum halla (sjá myndir 2, 4 og 6).

Móbergið er að verulegu leyti setmóberg og millilögin í basaltinu eru einnig móbergskennt set og mjög lík setmóberginu í móbergsmýndunum, svo að það má líta á bergið fyrir ofan 1000-1200 m dýpi sem samfellda upphleðslu af setmóbergi, þar sem hraun hafa öðru hverju runnið yfir setið (sandsléttuna). Þar sem móbergið er þykkast hefur gosið mjög nálægt Suður-Reykjum eða því sem næst á staðnum því að í M-2 er eitthvað af gosmóbergi.

Í viðauka er greinargerð sem fjallar um áætlun um úrvinnslu á borholujarðfræðigögnum, og er úrvinnslunni þar skipt í 4 áfanga. Búið var að vinna fyrsta áfangann, sem er að gera frum-jarðlagasnið af öllum holum. Ákveðið var að byrja á 3. áfanga, þ.e. að tengja jarðlög á milli hola og gera jarðlagþversnið (á undan 2. áfanga). Verkið fólst í að gera einfaldað jarðlagasnið af hverri holu og nú er búið að útbúa slíkt jarðlagasnið af öllum holum á Suður-Reykjum, alls 27 holum, og búið er að gera 5 jarðlagþversnið, en aðeins er búið að ljúka 100 þunnarneiðalýsingum af 1000 (2. áfangi). Verkið hefur því komist nokkru lengra áleiðis á þessu ári en gert var ráð fyrir í greinargerðinni í viðbæti.

Næsti áfangi í þessum rannsóknum er að gera einfölduð jarðlagasnið og jarðlagþversnið af holunum á Norður-Reykjum og í Helgadal. Einnig yrði kerfisbundið unnið að þunnarneiðalýsingum

af öllum sneiðum, sem til eru úr holunum. Þar sem ummyndunarrannsóknir eru að verulegu leyti þunnsneiðarannsóknir, væri rétt að gera ummyndunarsnið af nokkrum holum, bæði til að nýta sem best vinnuna við þunnsneiðalýsingarnar og einnig til að athuga röntgengögn sem til eru, hvort þau fullnægi þeim kröfum um gæði sem við gerum nú.

Þegar búið er að gera jarðlagabversnið af Norður-Reykjum og Helgadal og gera fleiri þunnsneiðalýsingar frá Suður-Reykjum yrðu Suður-Reykjasniðin endurskoðuð og væntanlega skipt upp í fleiri jarðlagamyndanir.

5. ORÐALISTI

Þóleittbasalt: Fínkristallað til meðalgrófkristallað basalt, þar sem pýroxen er á milli plagíóklaslistanna, og oft mikið af smáum kristöllum af magnetíti.

Ólivínþóleitt basalt: Meðalgrófkristallað til grófkristallað basalt, þar sem plagíóklaslistarnir stingast í gegnum pyroxenin, magnetítkristallar fáir og nokkuð stórir.

Dólerít: Innskotaberg, aðallega sem gangar. Bergið er grófkristallað og oft ferskt, plagíóklasar mun sverari en í ólivínþóleíti og pýroxen er oftast á milli plagíóklaslistanna.

Móberg: Samheiti yfir allar bergtegundir sem innihalda verulegt magn af gleri, það skiptist í tvo meginflokka: setmóberg og gosmóberg. Gosmóberginu má skipta í þrjá til fjóra flokka eftir minnkandi glermagni: túff, móbergsbreksú með talsverðu magni af basalti og basaltríka móbergsbreksú, basalt sem meira en helmingur af berginu, og oft bólstraberg.

Síderómelan: Styttling fyrir síderómelan gler, en það er svart glansandi gler í svarfi, en í þunnsneið brúnt gegnsætt gler (isotropískt). Ummyndast yfir í palagónít vatnað síderómelan, sem síðan ummyndast yfir í smektít.

Takkylt: Styttling á takkyltískt gler, sem er svart gler í þunnsneið vegna smá magnetítagna í glerinu. Ummyndun af takkyltíni er svipuð og af síderómelaninu, en hins vegar sést það illa í þunnsneið, nema ummyndun af magnetíti yfir í hematít sést stundum.

Brotkorn: Kornin sem borinn brýtur úr berginu, samheiti kornanna er svarf.

Dreifikorn: Korn í seti og túffi sem eru bundin saman með mismunandi bindiefni eins og smektíti, zeólítum, kvarsí og kalsíti. Í smásjá sjást dreifikornin því aðeins að þau séu minni en brot-kornastærðin.

6. HEIMILDIR

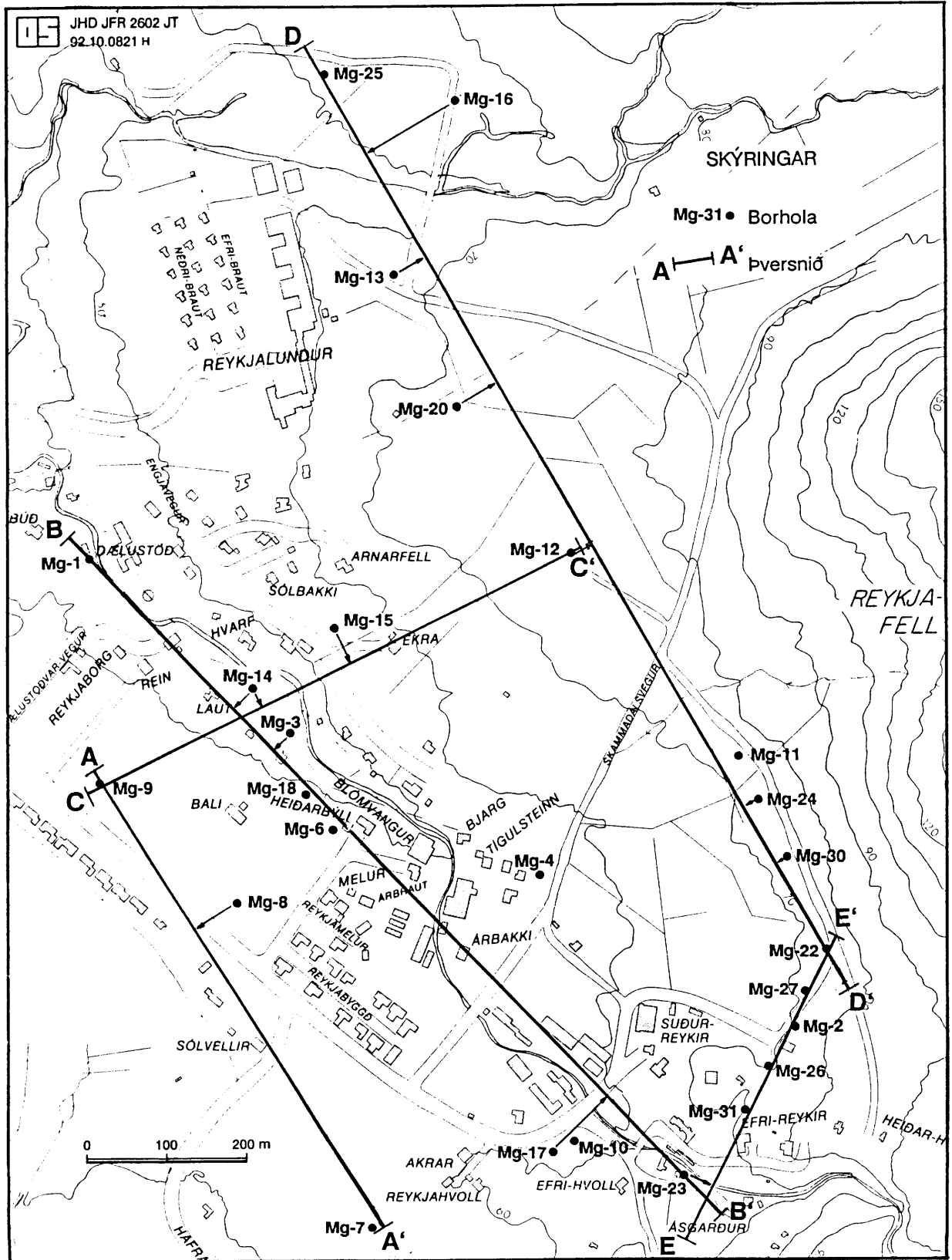
Jens Tómasson, 1975. Framvinduskýrsla um borholur Mg-12 til Mg-26 í Mosfellssveit. Orkustofnun, OS/JHD-7508, 144 s, 36 m.

Jens Tómasson, 1977. Framvinduskýrsla um borholur Mg-27 til Mg-35 í Mosfellssveit. OS/JHD-7711.

Jens Tómasson, 1978. Framvinduskýrsla um borholur Mg-36 til Mg-39 í Mosfellssveit. Orkustofnun, OS/JHD-7838.

Jens Tómasson, 1991. Jarðhitasvæðið í Mosfellssveit. Jarðlög, vatnsæðar og þrýstiprófanir í Mg-1 til Mg-8. Orkustofnun, OS91048/JHD-27 B.

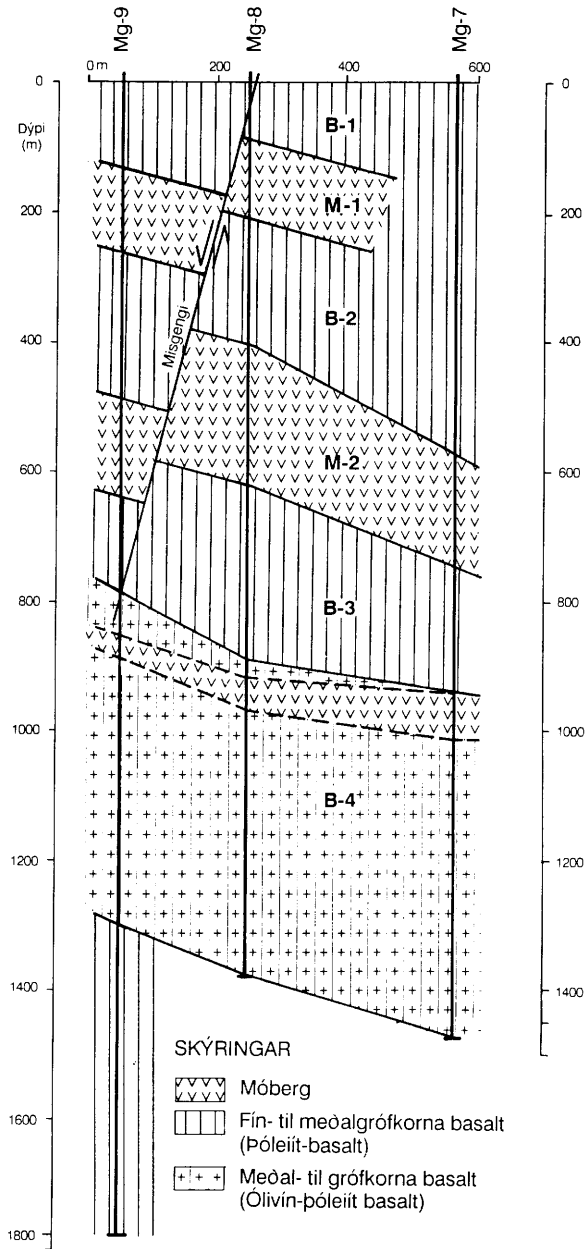
Jens Tómasson og Þorsteinn Thorsteinsson, 1971. Framvinduskýrsla um borun og þrýstiprófanir í Mg-9, Mg-10 og Mg-11. JHD sept. 1971.



Mynd 1. Staðsetningarkort.

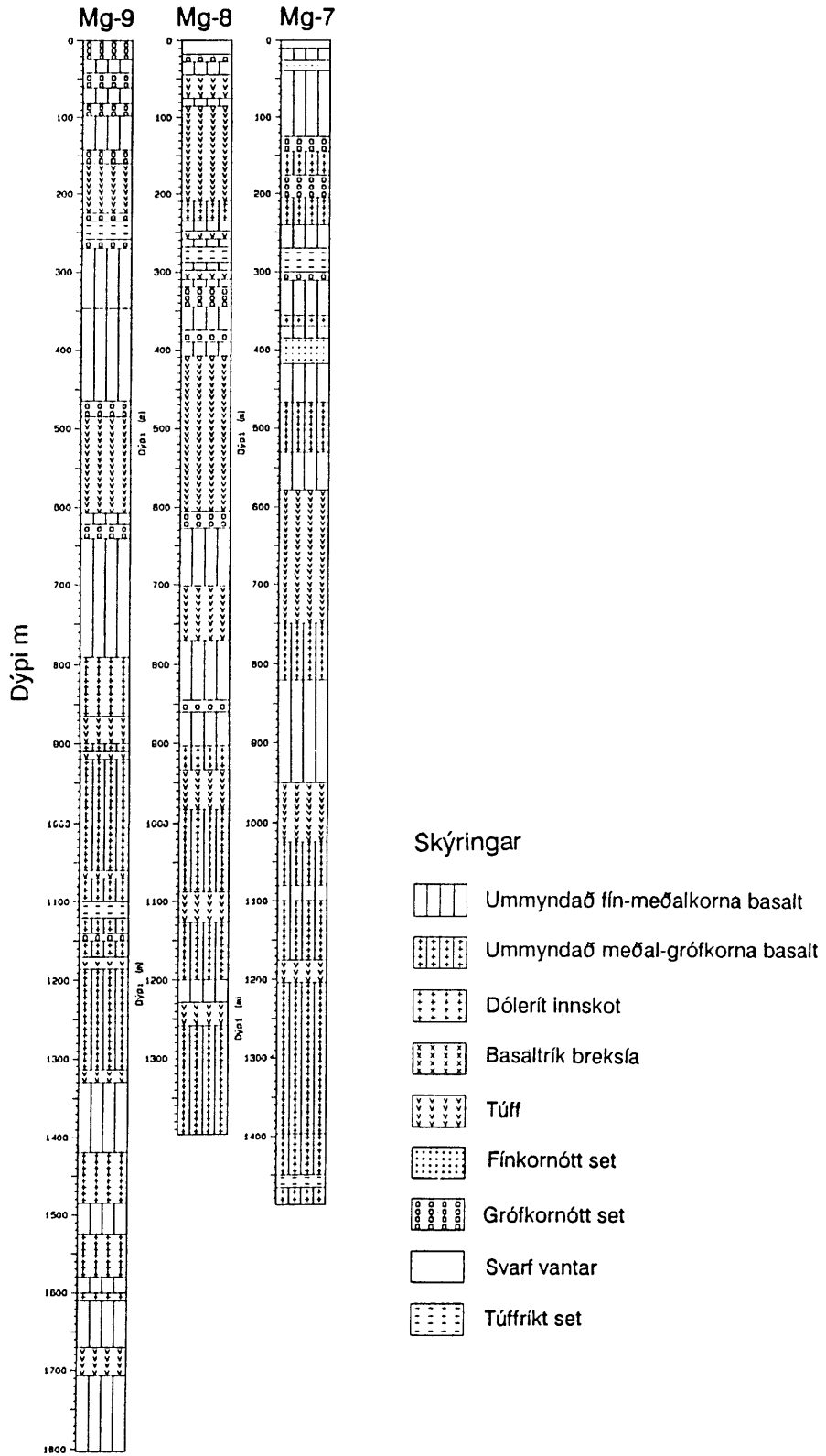
JHD JFR 2602 JT
92 04 0138 OD

Snið A - A'



Mynd 2. Jarðlagaversnið A-A'.

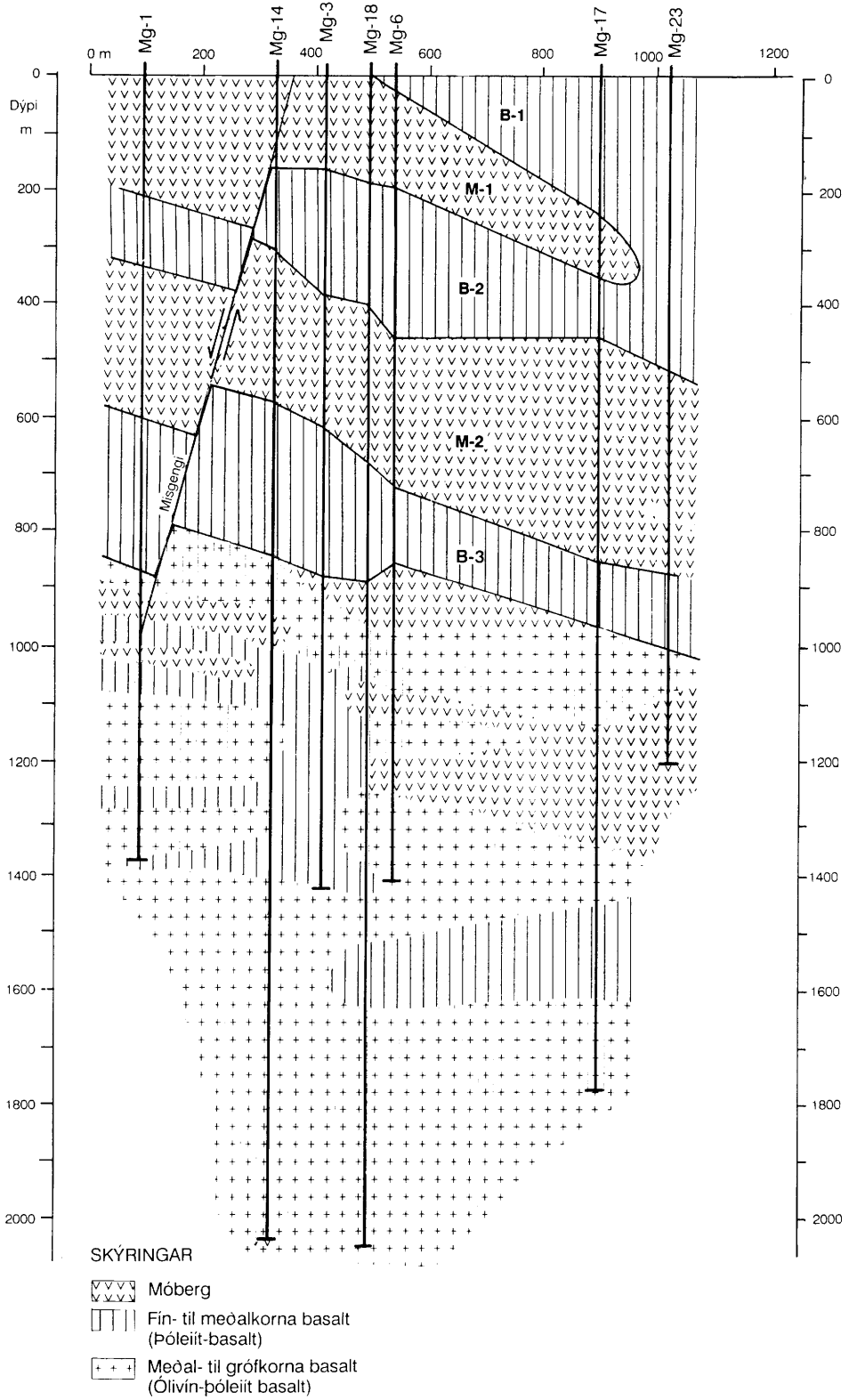
JHD JFR 2602 JT
92.10.0865 T



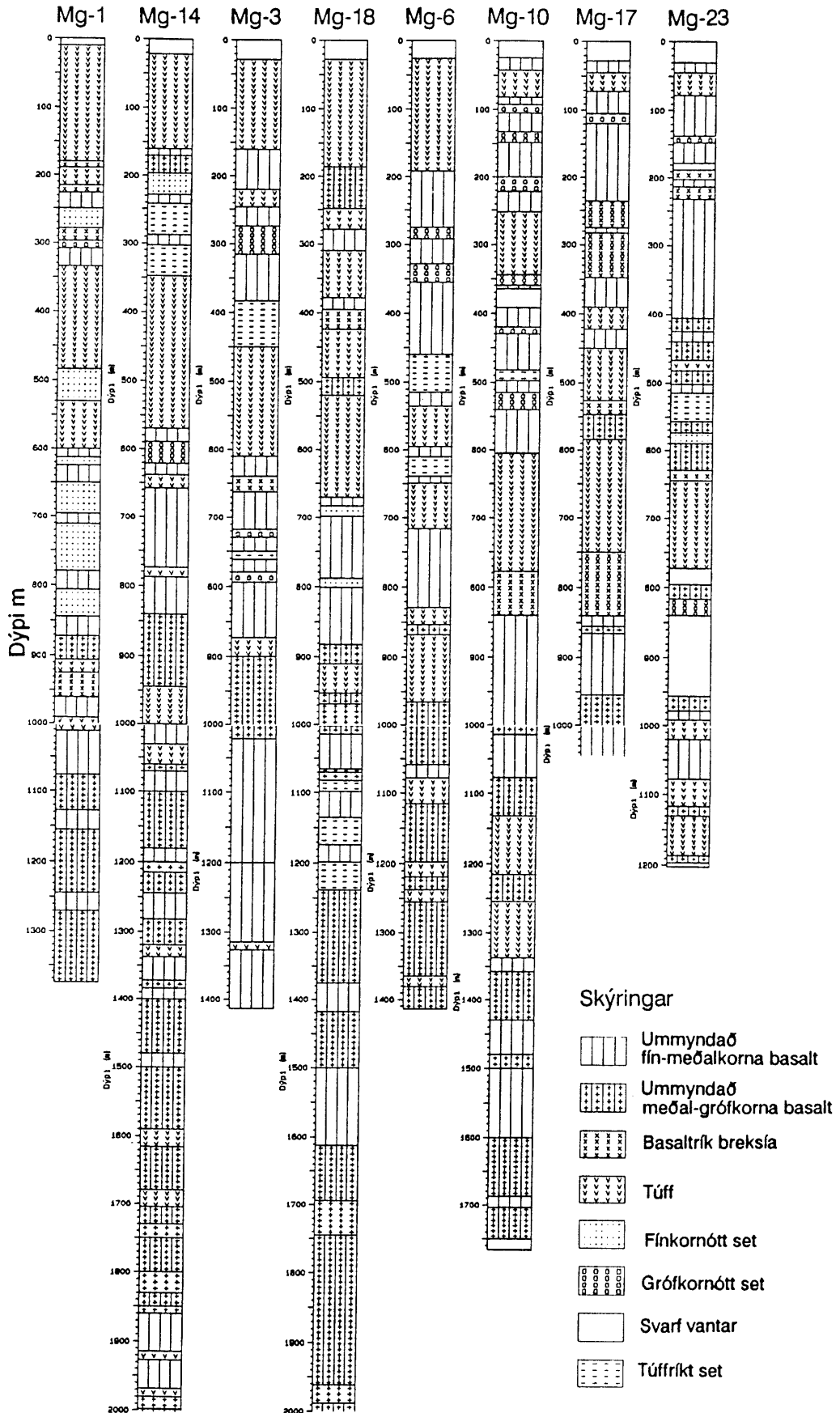
Mynd 3. Einfaldað jarðlagasnið af holum í sniði A-A'

JHD JFR 2602 JT
92.04.0139 AA

Snið B - B'



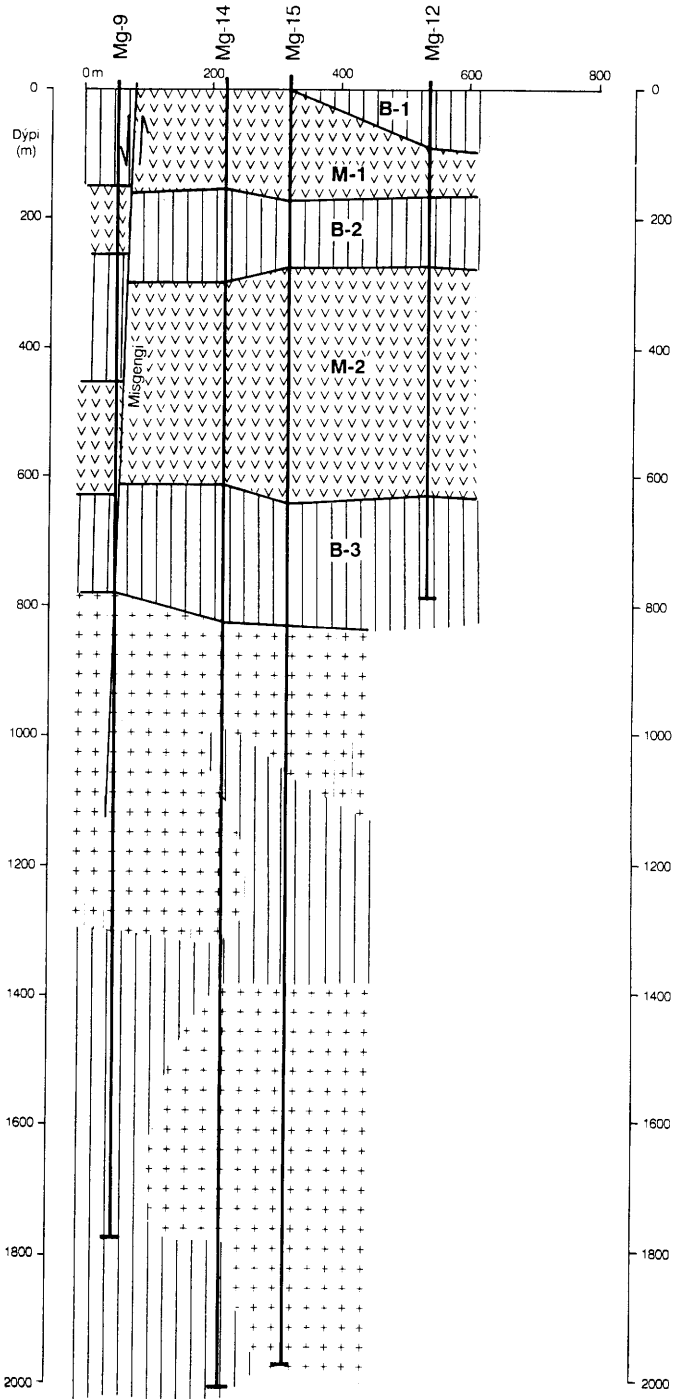
Mynd 4. Jarðlagaversnið B-B'






Mynd 5. Einfaldað jarðlagasnið af holum í sniði B-B'

JHD JFR 2602 JT
92.04.0140 OD

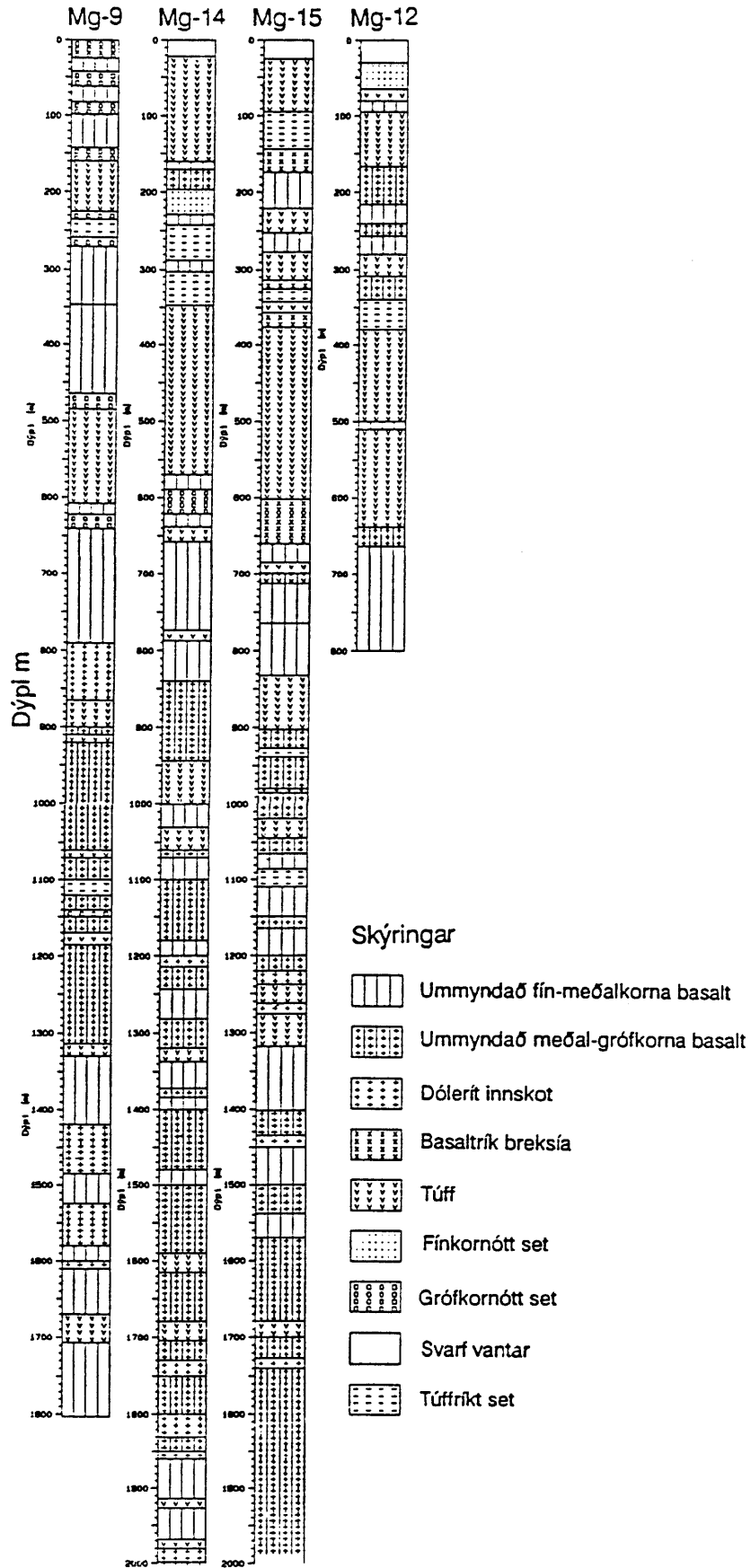
Snið C - C'



SKÝRINGAR

-  Móberg
-  Fin- til meðalgrófkorna basalt (Póleiit-basalt)
-  Meðal- til grófkorna basalt (Ólívín-póleiit basalt)

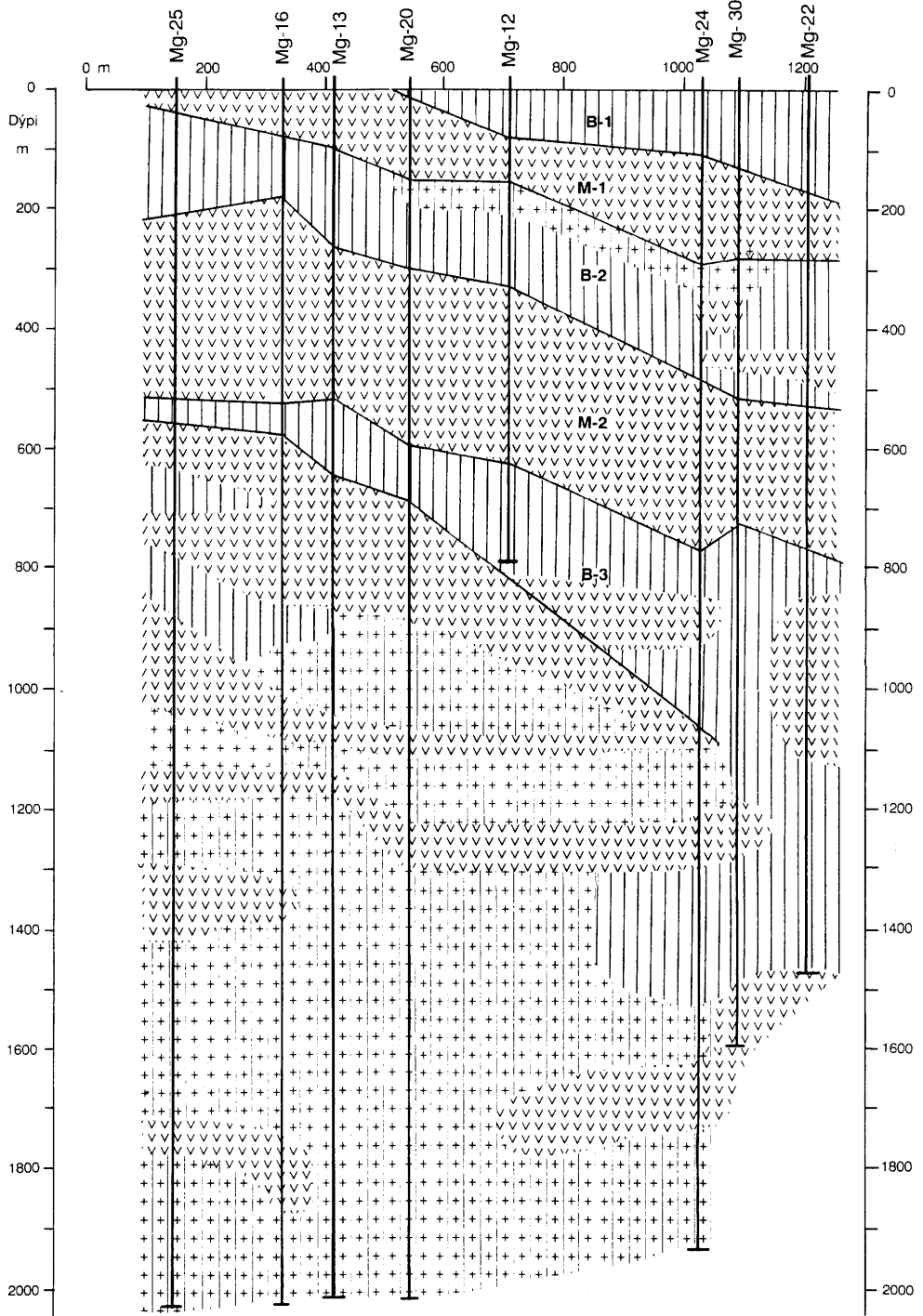
Mynd 6. Jarðlagaversnið C-C'






Mynd 7. Einfaldað jarðlagasnið af holum í sniði C-C'

JHD JFR 2602 JT
92.10.0819 AA

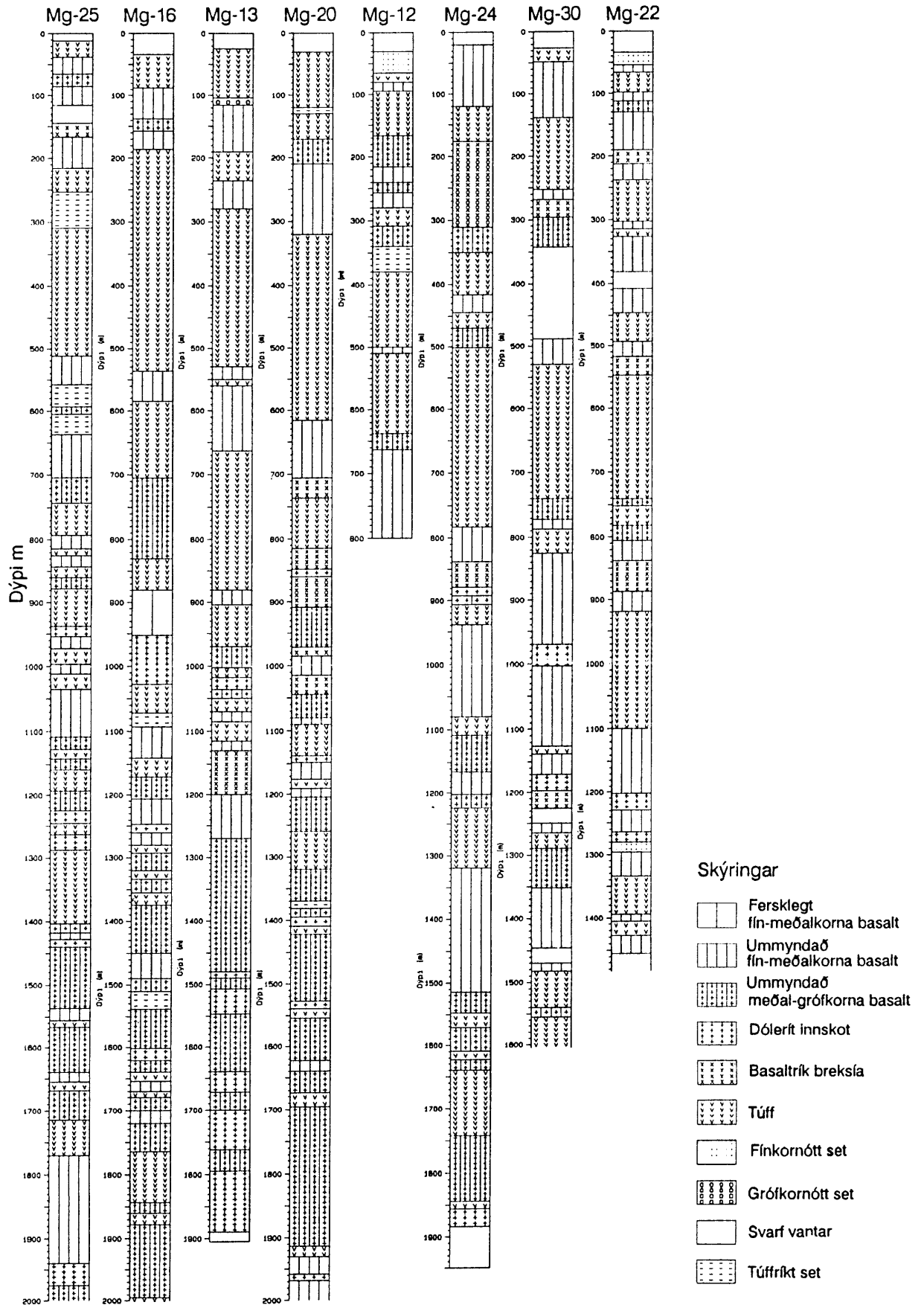
Snið D - D'



SKÝRINGAR

-  Móberg
-  Fin- til meðalgrófkorna basalt
(Póleiit-basalt)
-  Meðal- til grófkorna basalt
(Ólívín-póleiit basalt)

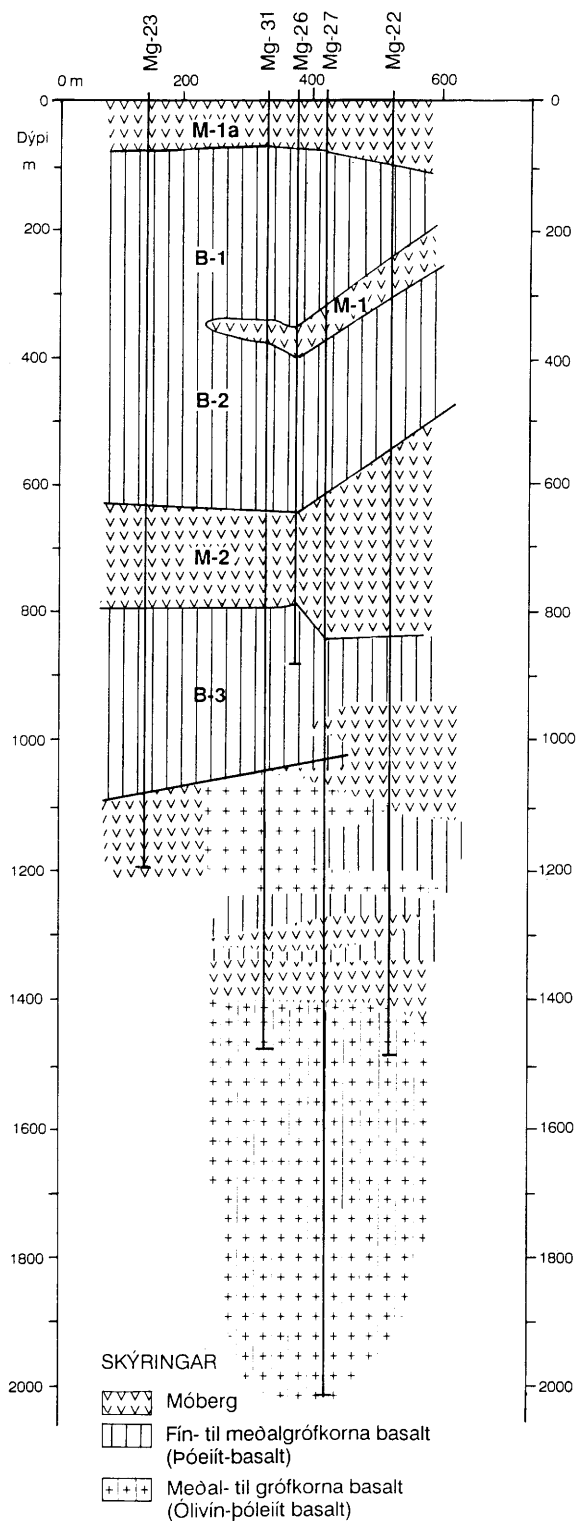
Mynd 8. Jarðlagaversnið D-D'



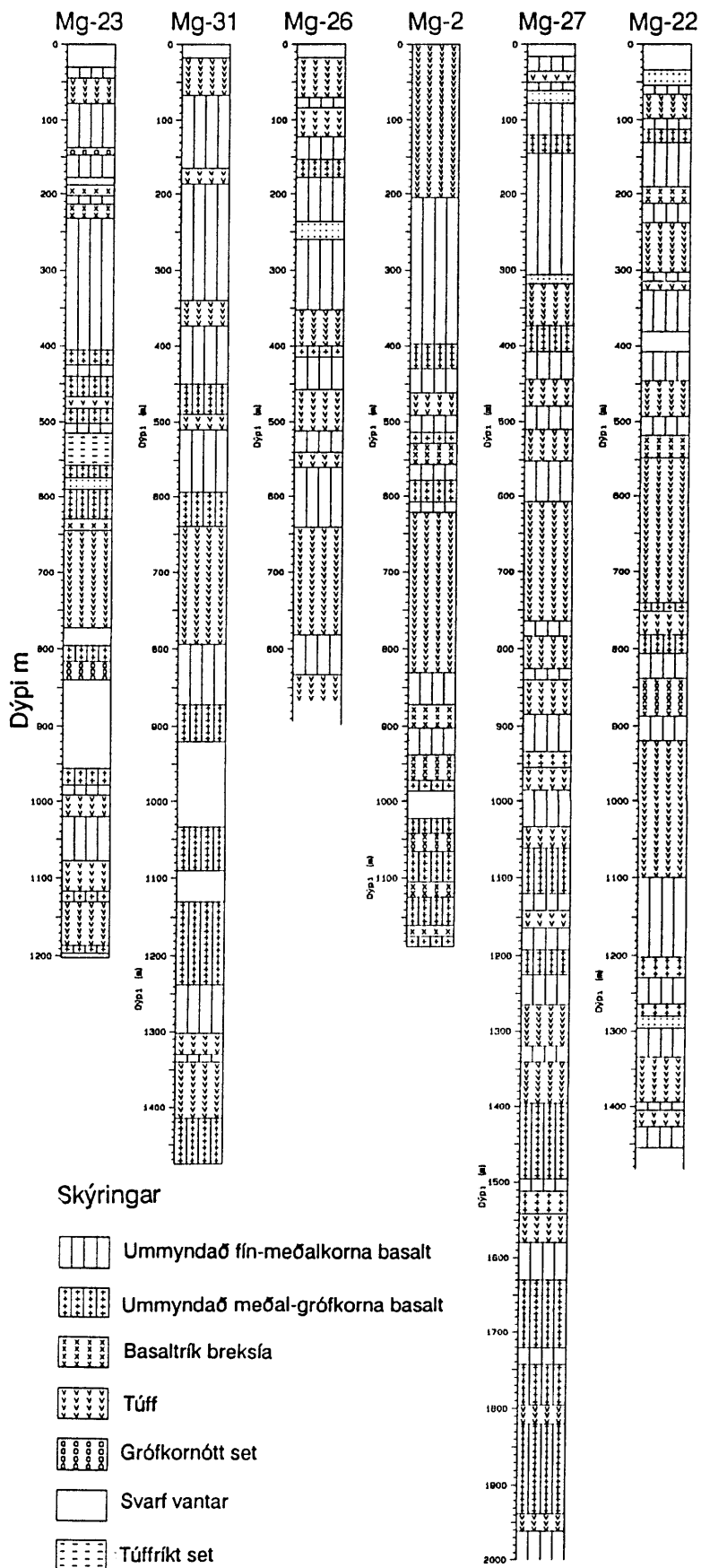
Mynd 9. Einfaldað jarðlagasnið af holum í sniði D-D'

JHD JFR 2602 JT
92 10 0820 AA

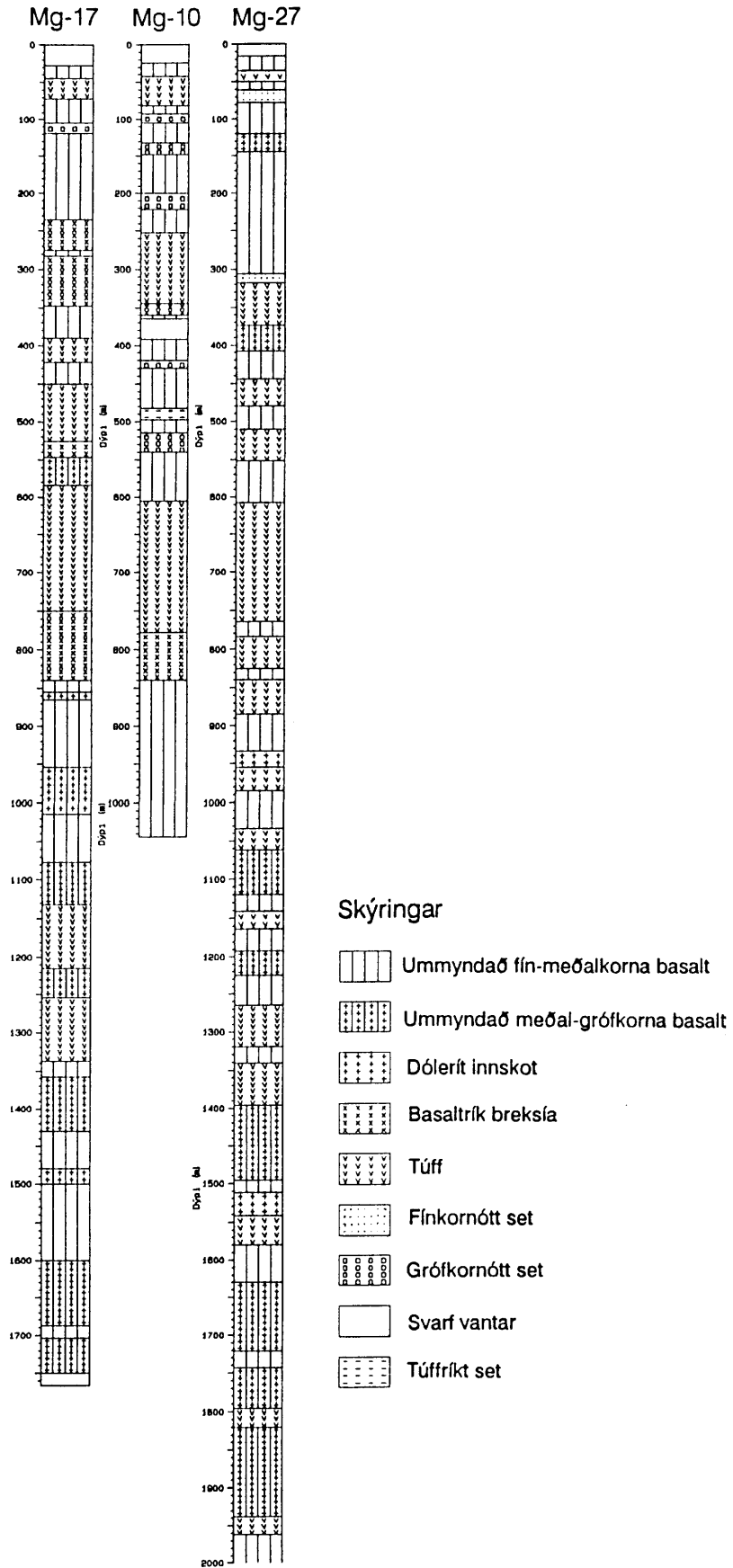
Snið E - E'



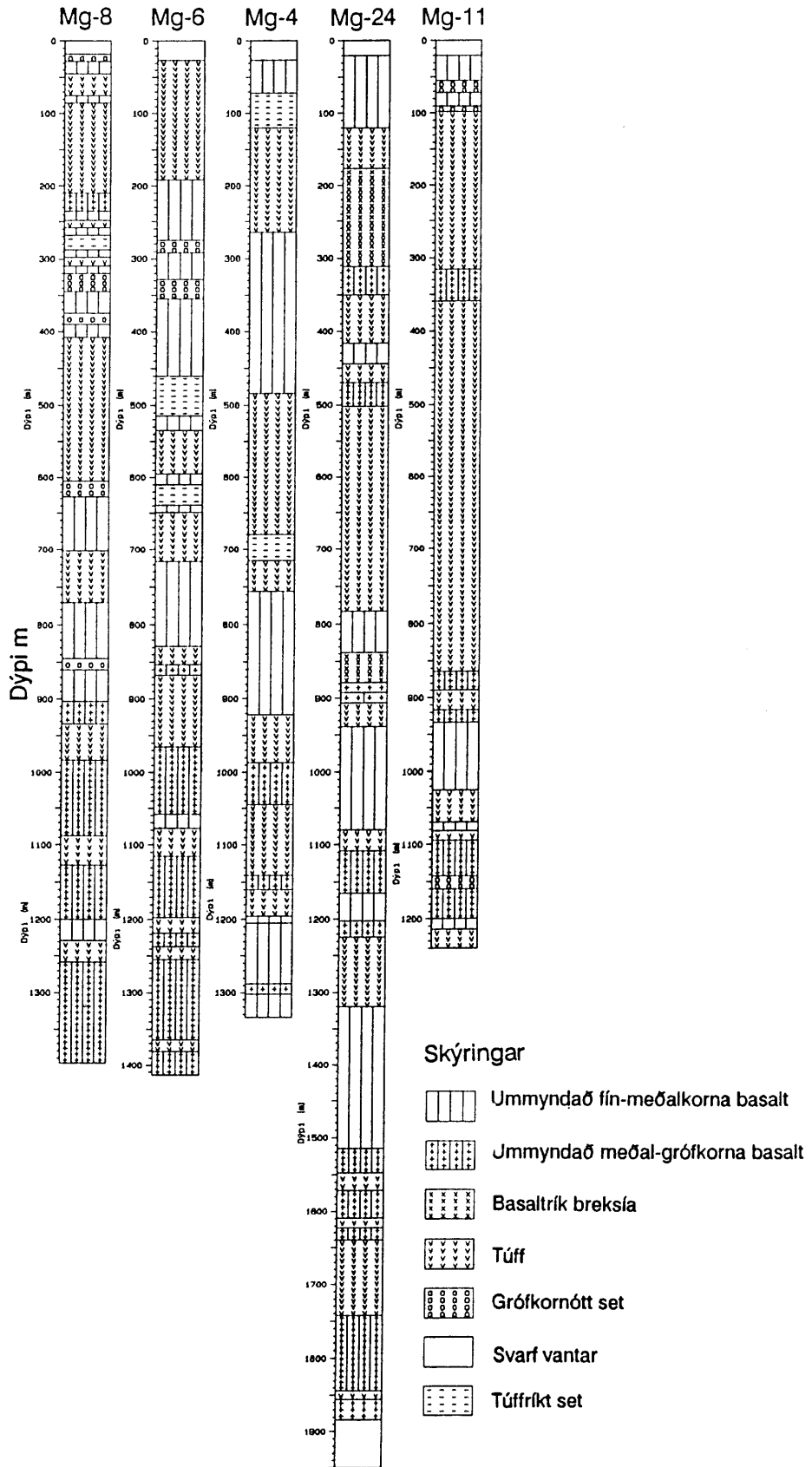
Mynd 10. Jarðlagaversnið E-E'



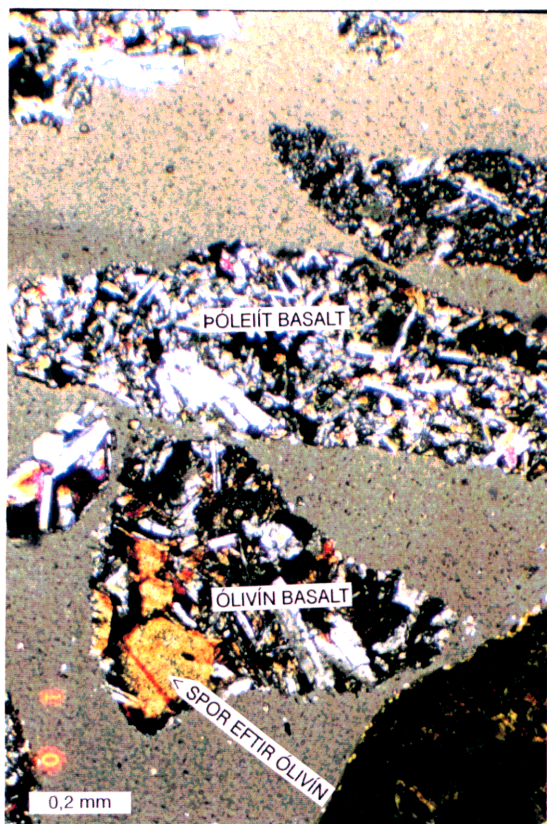
Mynd 11. Einfaldað jarðlagasnið af holum í sniði E-E'



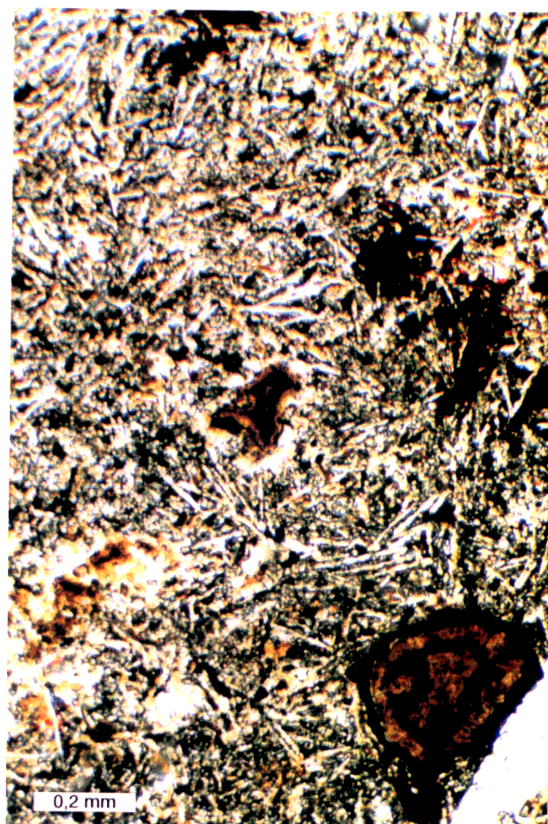
Mynd 12. Einfaldað jarðlagasnið af holum Mg-17, Mg-10, Mg-27



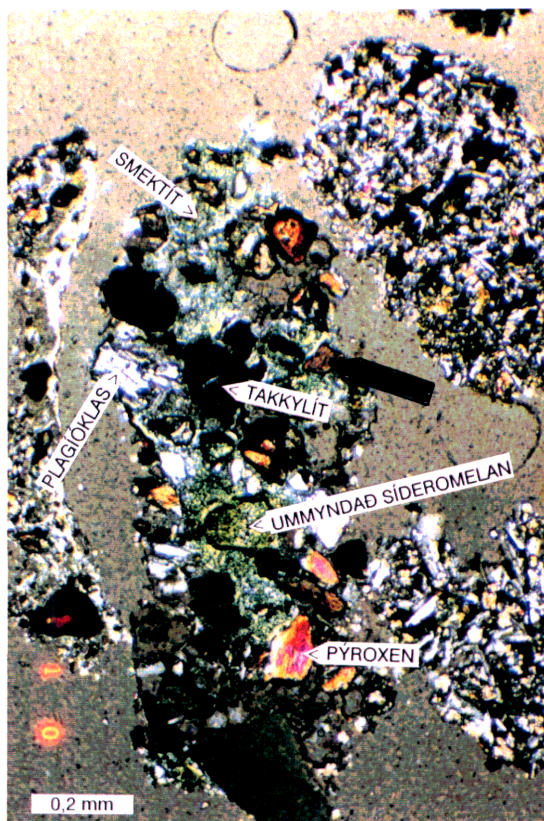
Mynd 13. Einfaldað jarðlagasnið af holum Mg-8, Mg-6, Mg-4, Mg-24 og Mg-11



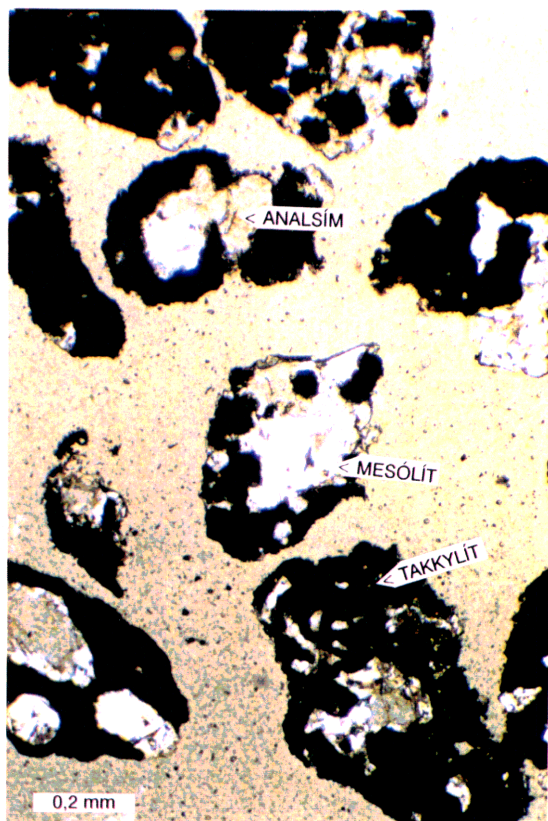
Mynd 14. Tvennskonar basaltbrotkorn, þóleiðbasalt og ólivinþóleið, í því síðarnefnda sjást spor eftir ólivín. Svarf af 74 m dýpi úr holu Mg-9.



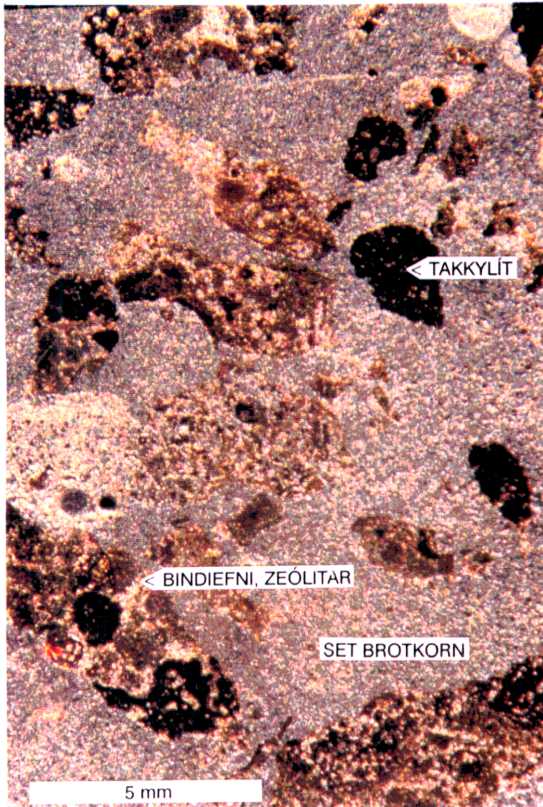
Mynd 15. Þóleiðbasalt í holu Mg-10, 120 m dýpi.



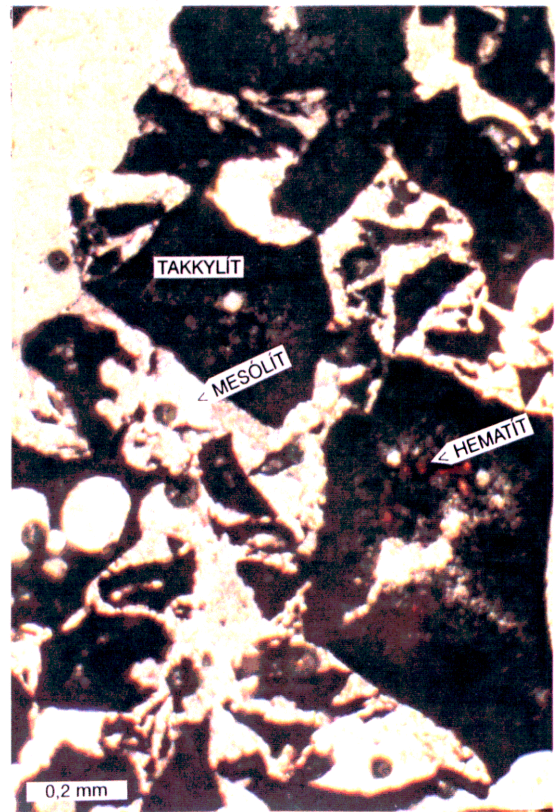
Mynd 16. Þóleiðbasalt brotkorn og setbrotkorn af 74 m dýpi í holu Mg-9. Setið er mjög jafnkorna með dreifikorn af ummynduðu síderomelani, takkylíti, plagióklasi og pýroxeni. Bindiefni er smektít og analsím.



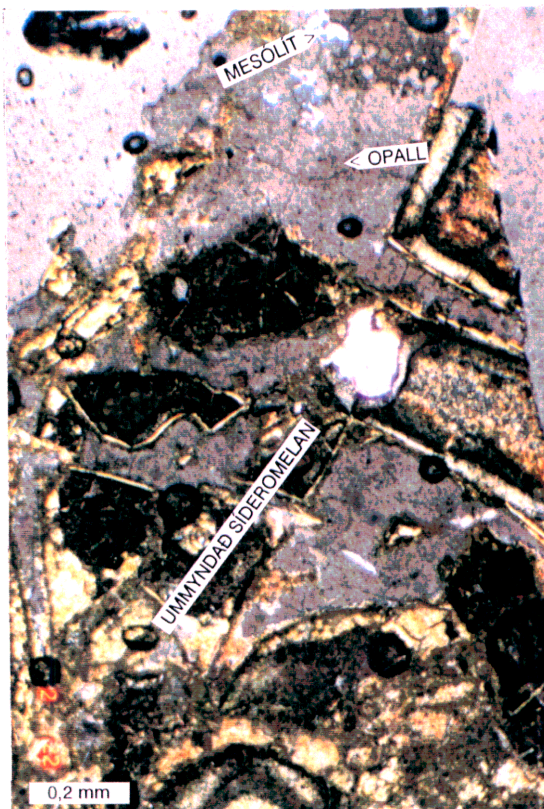
Mynd 17. Set með dreifikornum af blöðróttu takkylíti, holufylling er mesólít og analsím. Af 94 m dýpi í holu Mg-9.



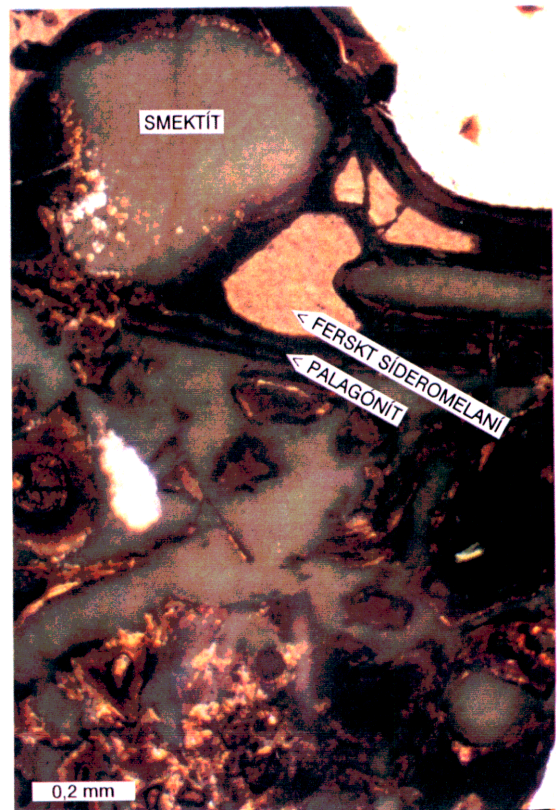
Mynd 18. Mynd af þunnsneið tekin í gegnum víðsjá af svarfi úr Mg-15, 100 m dýpi. Brotkorn af seti með takkylíti og síderomelani sem dreifikorn, bindiefnið er zeólítar. Einnig eru nokkur brotkorn af takkylíti.



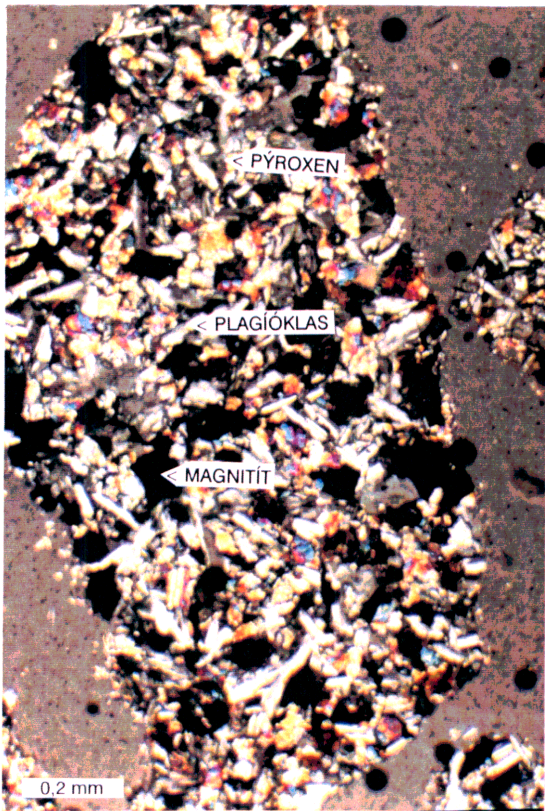
Mynd 19. Setkennt túff, með takkylít sem dreifikorn og mesolít sem bindiefni. Hematít að byrja að myndast í takkylítinu. Úr holu Mg-15 af 100 m dýpi.



Mynd 20. Setkennt túff með dreifikorn af ummynduðu síderomelani; bindiefni er ópall. Hóla Mg-25, af 18 m dýpi.



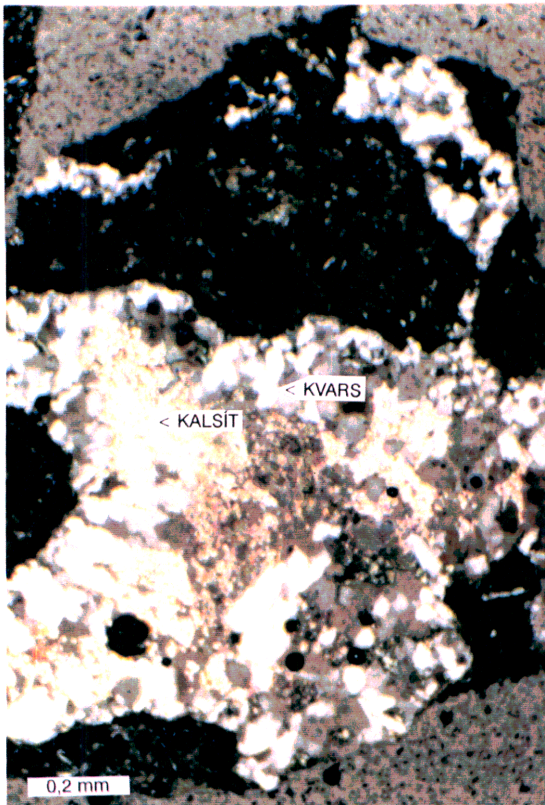
Mynd 21. Túff með dreifikornum af síderomelani, bindiefnið smektít, ógreinileg mörk milli ummyndunar og bindiefnis. Hóla Mg-3 af 48 m dýpi.



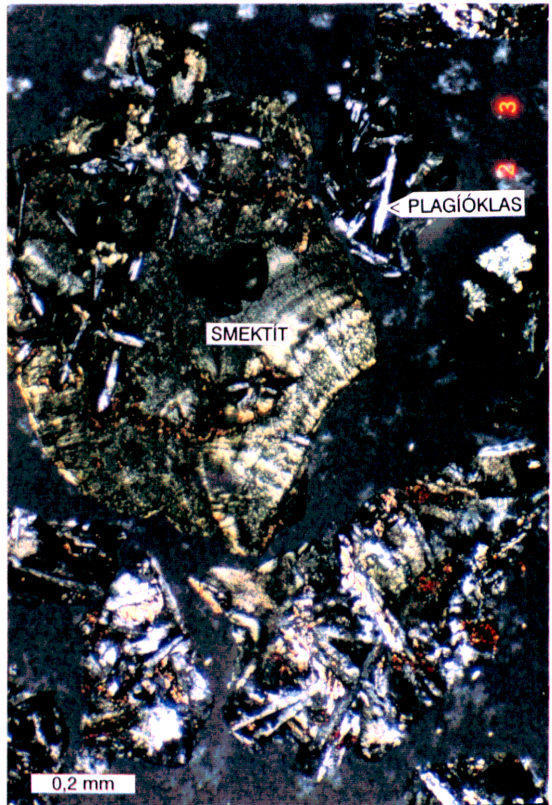
Mynd 22. Brotkorn, ferskt þóleítbasalt. Hóla Mg-6 af 429 m dýpi.



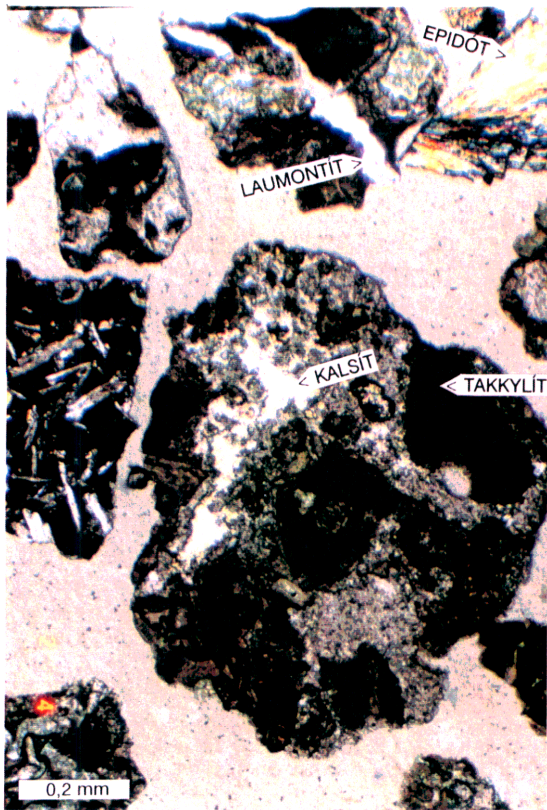
Mynd 23. Ummyndað ólívínþóleít úr hólú Mg-6 af 320 m dýpi.



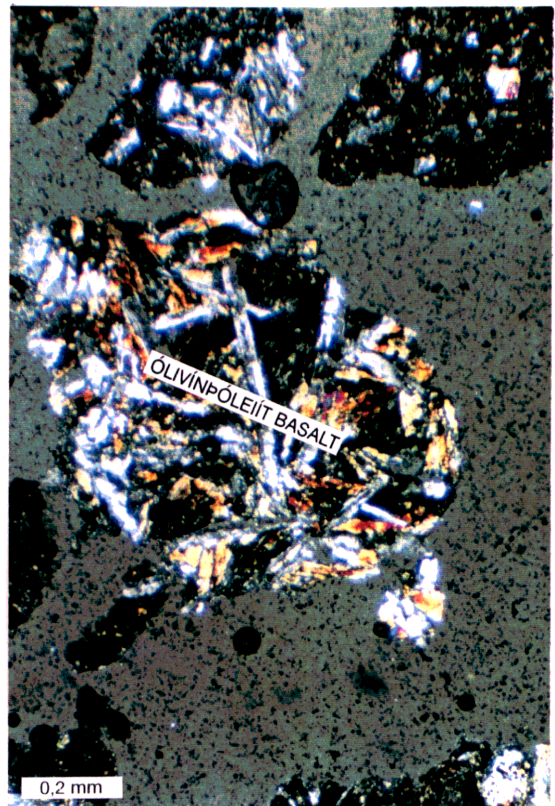
Mynd 24. Setkennt túlf með takkylít sem dreifikorn, bindiefni er kalsít og kvars. Hóla Mg-15, dýpi 524 m.



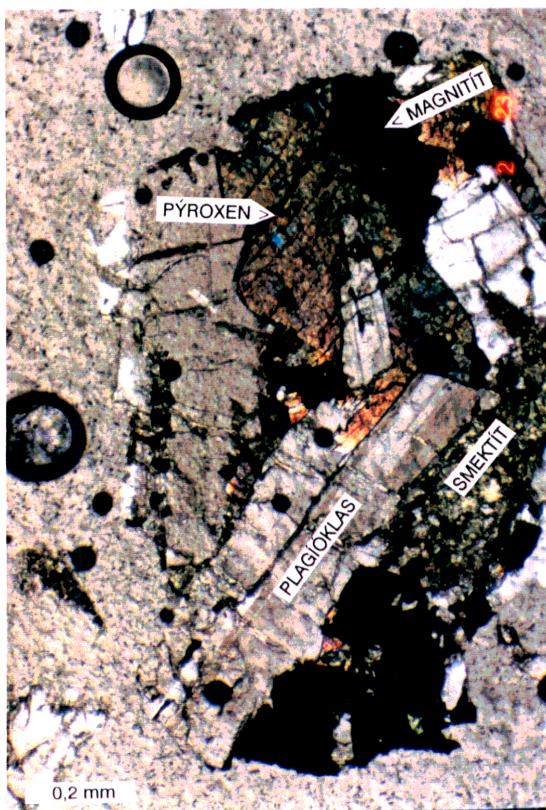
Mynd 25. Mismikið glerjað ólívínþóleít (móberg). Úr hólú Mg-3 af 398 m dýpi.



Mynd 26. Set með takkylít sem dreifikorn, bindiefni er zeólítar, m.a. laumontít og auk þess kalsít, einnig sést brotkorn af epidóti. Mg-13, dýpi 920 m.



Mynd 27. Ólivinþóleið brotkorn úr holu Mg-24 af 1124 m dýpi.



Mynd 28. Ferkst dólérítbrotkorn úr holu Mg-16 af 1236 m dýpi.



Mynd 29. Ummyndaður dólérít brotkorn. Mg-16, dýpi 1620 m. Plagióklas ummyndaður og jaðrar á pýroxeni.

VIÐAUKI

ÚRVINNSLA Á BORHOLUJARÐFRÆÐIGÖGNUM
FRÁ MOSFELLSBÆ

ÚRVINNSLA Á BORHOLUJARÐFRÆÐIGÖGNUM FRÁ MOSFELLSBÆ

Á árunum 1970-1977 voru boraðar 37 holur með Gufubor (Dofra) í núverandi Mosfellsbæ, 800-2050 m djúpar. Auk þess voru tvær holur boraðar með sama bor í kringum 1960, svo að alls hafa verið boraðar 39 holur á þessu svæði með Gufubor.

1. Áfangar í borholujarðfræðirannsóknum.

Úrvinnslu jarðfræðigagna frá borholum er skipt upp í nokkra áfanga.

Áfangi 1 er að skoða svarfið í víðsmásjá og greina jarðlög út frá þeirri skoðun. Þetta jarðlagasnið kallast frumjarðlagasnið. Í meiriháttar borun eru jarðlög nú greind jafnóðum og borað er og frumjarðlagasniðið er birt í áfangaskýrslum um borunina ásamt öðrum borholugögnum.

Áfangi 2. Byrjað er á því að gerðar eru þunnsneiðar af völdum sýnum úr holunni og þær skoðaðar í bergsmásjá. Við val á þunnsneiðum eru tvennskonar sjónarmið, sem yfirleitt er ekki hægt að samræma í einni og sömu þunnsneið. Það er að skilgreina berggerðirnar, sem borað er í gegnum, betur en hægt er að gera í víðsmásjá og skilgreina ummyndun.

Í áfanga 2 eru steindir einnig greindar í röntgen og jafnframt teknar saman steindargreiningar sem gerðar hafa verið um leið og frumjarðlagasnið og steindargreiningar í þunnsneiðum. Eftir það er gert ummyndunarsnið sem sýnir hvernig hinar einstöku ummyndunarsteindir dreifast með dýpi ásamt einfölduðu jarðlagasniði. Ummyndunarsniðið er síðan birt í samantektarskýrslu um borholugögnin ásamt endurskoðuðu jarðlagasniði. Í samantektarskýrslunni eru einnig önnur gögn sem aflað var í og eftir borun, eins og til dæmis jarðlagamælingar, sem eru þá einnig bornar saman við jarðlagasniðið.

Frá borholum í Mosfellsbæ er mjög lítið til af jarðlagamælingum, aðeins nokkrar viðnámsmælingar frá holunum sem síðast voru boraðar. Því mun samanburður á jarðlagamælingum og jarðlagasniði að mestu falla niður.

Áfangi 3 er að tengja jarðlög á milli hola með því að gera jarðlagapversnið. Í sniðið er fært misgengi og einnig eru jarðlög og misgengi tengd yfirborðsjarðfræðinni. Það er sem sagt gert jarðlagalíkan af svæðinu.

Áfangi 4. Ummyndun er tengd á milli hola og gerð grein fyrir helstu ummyndunarbeltum og hvernig dýpi þess breytist frá einum stað til annars. Auk þess væri hægt að gera ýmsar sérrannsóknir eins og t.d. að gera sérstakt ganga- og innskotasnið og einnig má finna helstu sprungur út frá magni sprungufyllinga í sprungunni.

2. Staða rannsókna.

Búið er að gera frumjarðlagasnið af öllum holunum sem boraðar hafa verið, þ.e. fyrsta áfanga í borholurannsóknum er lokið. Ekki er búið að ljúka rannsóknum í öðrum áfanga frá neinni holu í Mosfellsbæ og engar samantektarskýrslur hafa verið gerðar um borholujarðfræði svæðisins. Búið er samt að vinna nokkur verk sem tilheyra öðrum áfanga, t.d. er búið að gera um 1000 þunnsneiðar frá holunum, einnig er búið að gera mikinn fjölda af röntgengreiningum, en væntanlega þyrfti að bæta við einhverjum þegar um myndunarrannsóknir eru komnar vel á veg. Hins vegar liggja ekki fyrir ummyndunarsnið nema af örfáum holum og þau snið eru 15-20 ára gömul, því yrði einnig að fara yfir þau.

3. Verklýsing um gerð jarðlagalíkans.

Það er ljóst að mikið vantar á að rannsóknum, sem svara til annars áfanga sé lokið, t.d. gæti skoðun á 1000 þunnsneiðum verið um 2000 klst, þ.e. um 2 klst. á þunnsneið.

Í stað þess að vinna þannig að rannsóknum á hverri holu fyrir sig sem svarar til annars áfanga í borholurannsóknum, verður farið beint í þriðja áfanga í borholujarðfræðirannsóknunum, þ.e. gerð jarðlagalíkans og það sem á vantar að rannsóknir nái öðrum áfanga verði gerðar um leið og unnið er að gerð jarðlagalíkansins.

Verkið byrjar á því að gera einfaldað jarðlagasnið af hverri holu þannig að aðeins jarðlög sem eru 10 m eða þykkari eru sett inn á sniðið. Þynnri jarðlög eru sameinuð jarðlögum fyrir neðan, það eru mest millilög í basalti, sem hverfa og þunnir gangar í móbergi. Eldri greiningar eru yfirfarnar, t.d. var ekki gerður munur í eldri jarðlagasniðum á milli fínkristallaðs basalts (póleíttbasalt) og meðalgrófs basalts (ólívínpóleíttbasalt), en hins vegar er þessi munur stundum tilgreindur í texta. Í einfaldaða jarðlagasniðinu eru þessi jarðlög aðskilin, en frumlaga jarðlagasniðunum er ekki breytt vegna þessara breytinga. Hins vegar er eldra sniðið endurskoðað ef einhverjir gallar sjást og við þessa endurskoðun eykst samræmi greininga á nálægum holum.

Gerð einfaldaðs jarðlagasniðs og endurskoðun eldra jarðlagasniðs tekur um 15 klst. á holu, svo að þessi verkþáttur tæki því um 600 klst. Búið er að gera einfölduð jarðlagasnið af 18 holum, en þess ber að geta að síðastliðið ár voru fyrstu 8 holurnar frumgreindar með sama greiningarlykli og nú er notaður, auk þess voru endurskoðuð 3 eldri jarðlagasnið. Var því vinnan við þessi 11 snið eingöngu einföldun á fyrirbyggjandi sniðum og að slá greiningar inn í tölvu og teikna þær út.

Næsta stig er að teikna þversnið, þ.e. að tengja jarðlög á milli hola. Þá er jarðlagaskýringin einfölduð enn meir og jarðlagamyndanir og misgengi merkt inn. Þau eru þó ekki nákvæmlega staðsett. Það verður gert seinna af jarðfræðingum sem eru að og hafa kortlagt jarðfræðina á yfirborði á þessu svæði. Vinna borholujarðfræðings er á bilinu 150-200 klst.

Næsta stig er að lýsa hverri jarðlagamyndun fyrir sig, hver er algengasta berggerð og útliti í hverri jarðlagamyndun, og hver er breytileiki í jarðlagamynduninni bæði lárétt og lóðrétt. Til að þessi lýsing verði sem best þarf að fara í gegnum allar þunnsneiðar sem til eru frá hverri bergmyndun.

Ég legg til að vinnu við gerð jarðlagalíkans verði skipt upp í eftirfarandi áfanga:

Árið 1992

Gert einfaldað jarðlagasnið af 11 holum	40	klst
Endurskoðuð 9 jarðlagasnið og gert einfaldað jarðlagasnið	135	"
Teiknuð jarðlagapversnið	75	"
Lýsing á jarðlögum, þar með taldar þunnsneiðalýsingar ⁽¹⁾	350	"
Samtals	600	"

Árið 1993

Endurskoðun 19 jarðlagasniða	285	klst
Teikning jarðlagapversniða	150	"
Lýsing á jarðlögum og þar með taldar þunnsneiðalýsingar ⁽¹⁾	750	"
Skrifuð skýrsla um jarðfræðilíkan af jarðhitasvæðinu í Mosfellsbæ	200	"
Samtals	1385	"

(1) Þunnsneiðalýsingarnar sjálfar verða ekki birtar sérstaklega, hinsvegar eru lýsingarnar til á Orkustofnun ásamt minnst einni mynd af aðal berggerðinni í þunnsneiðinni. Hægt væri að útbúa annað eintak fyrir HR ef þess væri óskað.

5. Verklýsing. Ummyndunarrannsóknir.

Í ummyndunarrannsóknnum er nauðsynlegt að ljúka ummyndunarrannsóknnum að öðrum áfanga í hverri holu áður en lengra er haldið. Byrjað verður því á því að gera ummyndunarsnið af hverri holu. Reiknað er með því að vinnan við hvert snið taki 20-40 klst. Ég legg því til að ummyndunarrannsóknnum verði skipt í eftirfarandi áfanga.

Árið 1994

Gerð 39 ummyndunarsniða	1200	klst.
-------------------------	------	-------

Árið 1995

Athuguð vennsl ummyndunar (röðun ummyndunarsteinda)	300	klst.
Gerð snið af ummyndunarbeltum	200	"
Rituð samantektarskýrsla um ummyndun á svæðinu	600	"
Samtals	1100	"

Í þessum verkáætlunum hér á undan hefur einungis verið áætluð vinna borholujarðfræðings (JT), en vantar alveg áætlun um vinnu yfirborðsjarðfræðinga, vinnu teiknistofu og vinnu ýmissa aðstoðarmanna, t.d. vinnu við þunnsneiðagerð og röntgengreiningar.