

Bjarni Kristinss.  
84/01



ORKUSTOFNUN  
Vatnsorkudeild

IS  
GALLAHEIDABARN

GREINARGERÐ

Verklýsing fyrir jarðfræðing  
við rannsóknarborun með loftbor.

Bjarni Kristinsson

BK-84/01

Júní 1984

ORKUSTOFNUN  
VATNSORKUDEILD-MJ  
1984-06-06

**GREINARGERÐ**

Verklýsing fyrir jarðfræðing  
við rannsóknarborun með loftbor.

Bjarni Kristinsson

BK-84/01

Júní 1984

EFNISYFIRLIT

	Bls.
INNGANGUR.....	3
LOFTBOR.....	3
ÞÁTTUR JARÐFRÆÐINGS.....	5
Undirbúningur.....	6
Borun.....	6
Fóðrun.....	8
ÚRVINNSLA LOFTBORSGAGNA.....	9
LOKAORÐ.....	9
VIÐAUKI A Lýsing á loftborsholuskrá.....	11
VIÐAUKI B Almennt dæmi um loftborsholuskrá.....	12

MYNDIR

1 LOFTBOR.....	4
2 ÚTFYLLT BORSKÝRSLUEYÐUBLAÐ.....	7
3 LOKAFRÁGANGUR LOFTBORSGAGNA.....	10

## INNGANGUR

Í greinargerð þessari er almenn lýsing á loftbor, einkum með tilliti til rannsóknarborana, og verklýsing fyrir jarðfræðing að slíkum störfum.

Venjulegur loftbor (skotholubor) er fremur hreyfanlegt bortæki innan svæðis og fljótvirkt. Hann er því oft ákjósanlegur til rannsókna, t.d. til að glöggva jarðlagasnið á milli kjarnahola, kanna dýpi á klöpp og klappargerð. Við loftborun er borsvarfinu blásið upp, og er þannig hægt að greina berggerðina sem borað er í. Jafnframt þarf að mæla tímann við borunina til að styðjast við ef ekkert svarf kemur upp. Einnig fæst þannig hörkumunur jarðlaga.

Reynslan hefur sýnt að næsta lítið gagn er að loftbornum sem rannsóknartæki ef ekki er jarðfræðingur (vanur loftborsvinnu) meðferðis.

Að venju var þessi greinargerð lesin í handriti af nokkrum samstarfsmönnum, með tilliti til efnis og málfars.

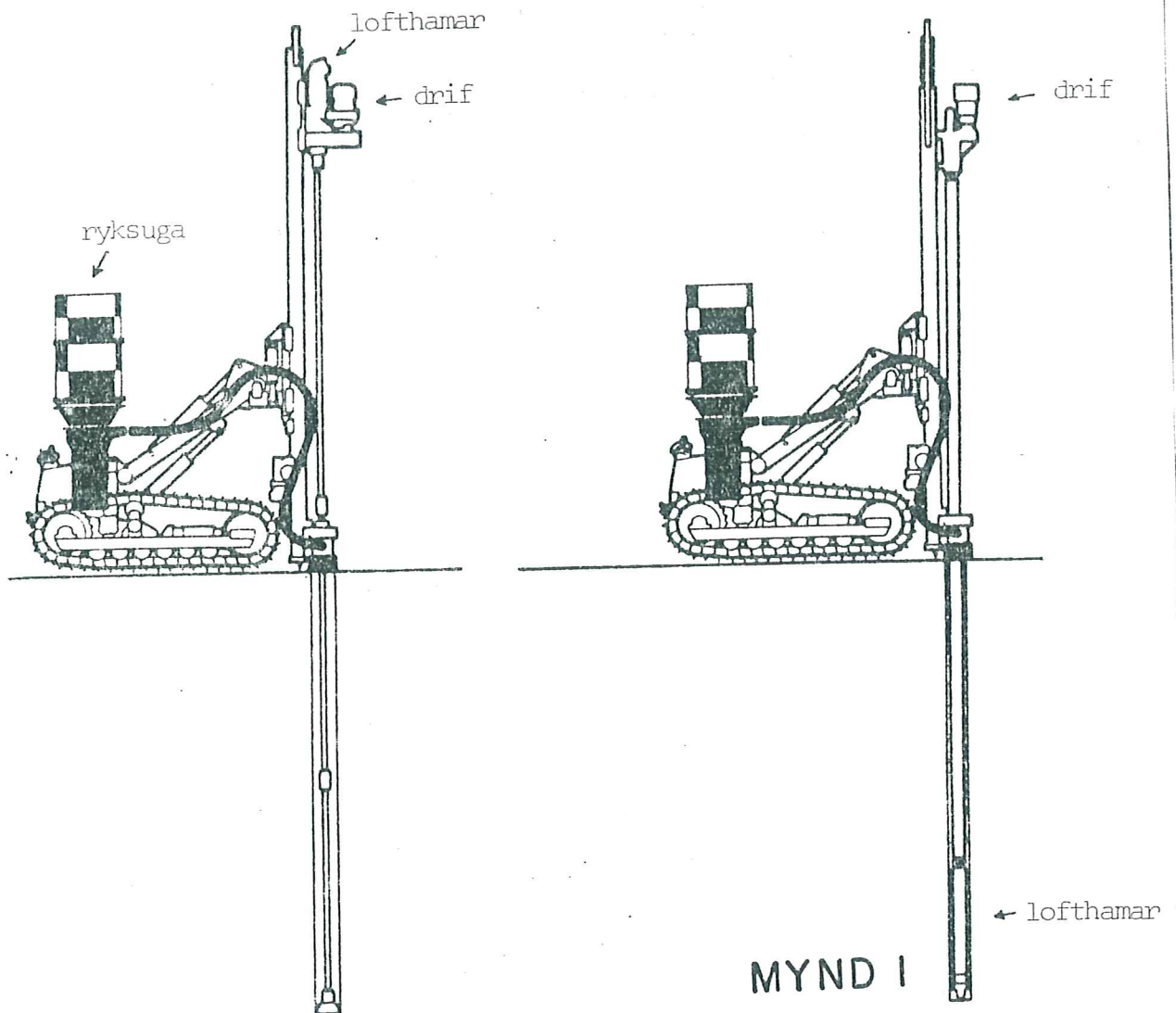
Kaflinn um loftbor er að uppistöðu úr skýrslu Birgis Jónssonsar, Jarðboranir; beinar kannanir á lausum jarðlögum og bergi. OS-ROD-7813, mars 1978, kafli 6.

## LOFTBOR

Loftborar eru oftast byggðir á beltavagn (sjá mynd 1) og geta dregið loftpressuna á eftir sér.

Loftborar hafa aðallega verið notaðir til þess að bora sprengiholur í fast berg við alls kyns mannvirkjagerð og námugróft. Borunin fer þannig fram að borkrónunni er bæði snúið og hún barin niður með aflmiklum lofthamri, sem annað hvort er festur við bormastrið (topphamar) eða borast niður í holuna og er þá festur neðst á borstangalengjuna (botnhamar, "down-the-hole hammer") og borkrónan fest neðan á lofthamarinn. Þegar um er að ræða verk, þar sem bora þarf margar holur á einhverjum stað, geta loftborar verið mjög afkastamikil og hentug tæki til þess að auðvelda tengingu milli kjarnahola, sem eru mjög dýrar og gætu því verið færri. Hann hentar því vel þegar finna þarf dýpi á klöpp eða þykkt klappar. Með því að reikna út borhraðann fyrir hverja 20 cm má fá nokkra hugmynd um hörku jarðlaganna. Einnig er svarfinu, sem berst upp úr holunni, safnað og er yfirleitt hægt að greina jarðlögina eftir því.

Loftborinn er þó viðkvæmur fyrir hruni í lausum jarðlögum og þarf því stundum að fódra holuna við borun svo hún hrynji ekki saman. Oft eru þessir borar með útbúnaði (t.d. OD eða ODEX) til þess að láta fódurrör elta borkrónuna í gegnum laus yfirborðslög. Getur borinn þá borað sig hindrunarlaust niður í harðari jarðlög. Einnig er stundum borað fyrst með "keisingu" þar til komið er í nægilega þétt jarðlag og síðan hreinsað innan úr henni. "Keisingin" er þá með ásoðinni krónu.



MYND 1 Loftborar byggðir á beltavagna. Til vinstri er loftbor með bæði lofthamar og drif uppi í mastri (topphamar). Til hægri er loftbor með drif uppi í mastri en lofthamar niðri í holu (botnhamar).

Hægt er að lektarprófa holuna, annað hvort með rennslisprófun, þar sem mælt er hversu hratt vatn sigur í holunni eftir að hún hefur verið fyllt af vatni, eða með pakkaraþrófun, en þá er pakkara rennt niður í fóðurrörið þar sem hann er þaninn út og vatni síðan dælt undir nokkrum þrýstingi gegnum hann. Vatninu má t.d. dæla með loftknúinni vatnsdælu.

Úr lausum jarðvegi er hægt að ná sýnum með því að reka niður sterkan sýnataka, en ef jarðlögin harðna skyndilega getur lofthamarinn eyðilaggt sýnatakann. Einnig er hægt að ná sýnum úr bergi með því að nota venjulegt kjarnarör. Þá eru t.d. NX borstangir af snúningsbor tengdar við drifið á bornum, en lofthamarinn ekki notaður. Oftast eru borstangir loftbora með öfugan skrúfgang, en drifið getur snúið jafnt aftur á bak sem áfram og því hægt að nota NX borstangirnar, þó að þær hafi réttan skrúfgang.

Tekið skal fram, að það dregur mjög úr afköstum loftbors, þegar sýni eru tekin úr lausum jarðlögum eða bergi, því hífa þarf upp loftborsstangir fyrst og auk þess borast kjarnarör mjög hægt miðað við venjulega lofthamarsborun. Hentugast er því að bora stutt í einu með kjarnaröri, en bora með lofthamri þess á milli og greina jarðlögin þá eftir borsvarfinu sem berst upp.

Yfirleitt nægir loftið, sem þrýst er niður í gegnum borstangirnar, til þess að lyfta svarfinu frá borkrónunni upp á yfirborðið. Ef þetta nægir ekki er til útbúnaður til þess að dæla froðumyndandi vökva (einnig vatni eða jafnvel borleðju) niður borstangirnar til þess að koma svarfinu frekar upp. Froðan lokar sprungum í berginu og eykur lyftikraftinn svo að svarfið berst frekar til yfirborðs.

Algengast er að loftborskrónur séu 6,3 - 7,5 cm (2 1/2" - 3") í þvermál eða nokkru gildari en loftborsstangir. Borkrónan er því gjörn á að rása til við borun og holan verður oft nokkuð hlykkjótt, jafnvel svo að erfitt er að koma kjarnaröri, sem þó er mjórri en borkrónan, niður í borholuna. Einhvers konar stýring fyrir borkrónuna getur því orðið þörf, einkum í djúpum holum.

Á topphamarsborum eru stundum notaðar krónur sem geta borað sig upp úr festum ("retract"), en múffurnar eru oftast sverari en stangirnar og geta valdið festum. Á botnhamarsborum er ekki möguleiki á uppborun, en stangasamskeytin eru slétt og stangirnar mun sverari en á topphamarsborum. Möguleiki er þó á að festa botnhamarsbor við brún þá sem er efst á hamrinum.

Ahöfn á loftbor við jarðlagakönnun er venjulega 2 menn, auk jarðfræðings.

#### ÞÁTTUR JARÐFRÆÐINGS

Verkefni jarðfræðings við loftborun er m.a. að mæla og fylgjast með breytingum í borhraða, taka svarfsýni og túlka jarðfar borholunnar. Eðskilegast er að sá sem vann við borunina greini einnig svarfið og sjái um úrvinnslu og lokafrágang gagnanna.

### Undirbúningur

Áður en jarðfræðingur hefur störf við loftbor á nýju svæði, þarf hann að kynna sér það sem vitað er um jarðfræði svæðisins og gera sér grein fyrir tilgangi verksins.

Æskilegt er að jarðfræðingurinn hafi meðferðis kort af rannsóknar-svæðinu og merki inn á það boraðar holur, því það getur dregist drjúgt að þær séu mældar inn. Einnig er gott að rissa upp jarðlagasnið á staðnum til að átta sig betur á hverju við er að búast í næstu holu.

Áður en borun hefst þarf jarðfræðingurinn að vita lengd borstanganna og mæla og skrifa niður hæðir ýmissa hluta bormastursins (sem kvarða) til að sjá hve djúpt er borað.

Meðal þeirra hluta sem ávallt þurfa að vera við hendina eru: Borskýrslueyðiblöð, skrifspjald, blýantur og stokleður, skeiðklukka, túss, málband, skófla, sýnadollur, hælur og slaghamar.

### Borun

Fyrir byrjanda getur það virst nokkuð snúið að fylgjast með borganginum vegna ýmiss konar óreglu við borunina. Til dæmis er borun hætt öðru hvoru og borstöngunum skekið upp og niður í holunni með blæstri, til hreinsunar. Þetta lærist þó fljótt og hafa sumir "loftfræðingar" náð mikilli leikni við loftborsstörf. Einnig er álag á högg, snúning og blástur mismikið.

Borgangurinn og allt sem markvert gerist við borunina er fært inn á til þess gert eyðublað sem sýnt er með fyrirmyndar útfyllingu á mynd 2. Yfirleitt er bortíminn bara tekinn á nokkurra metra fresti ef gangurinn er jafn en áhersla lögð á að ná öllum hraðabreytingum, og hraðanum í hverju nýju lagi.

Hvorki er þörf að mæla bortímann við borun fóðringar, né þegar borað er innan úr fóðringunni, en athuga þarf þó svarfið og taka jafnvel sýni ef þörf er á.

Dýpi er lesið upp á 0,1 metra, en skekkja í dýptarákvörðun er þó íðulega 0,3 - 0,5 metrar.

Við eðlilega borun er stöðugur svarfblástur upp úr holunni. Á leið upp blandast svarfið eitthvað, eða getur sest til í skápum og kemur þá lítið upp. Með því að safna öðru hvoru svarfi á skóflu er hægt að fylgjast með jarðfarinu. Úr hverju jarðlagi skal taka a.m.k. eitt sýni til varðveislu og fleiri ef einhver óvissa er um jarðlagaskipan. Yfirleitt þarf þó ekki að taka sýni úr lausum yfirborðsrúðningi. Þegar sýni eru tekin til síðari skoðunar, eru þau sett í dollur. Dollurnar skal merkja með holunafni, og því holudýpi (dýptarbili) sem svarfið er úr, og á lokið skal skrifa a.m.k. holunafnið.

Stundum er erfitt að greina berggerð svarfsins á borstað vegna viðloðunar ryks við svarfið einkum ef það er rakt. Þá er gott að hafa vatnsflösku við hendina til að skola sýnið.





Skrá þarf í borskýrsluna almenna bergfræðilýsingu, svo og svarflit, breytingar á honum (oft lagamót) og dýpi litbreytinganna. Einnig þarf að skrá hvernig gengur að fá svarfið upp. Ekki er alltaf ljóst strax í hvurs slags jarðlög er verið að bora og getur þá þurft nokkrar holur áður en menn telja sig vissa um sína skoðun.

Skrá þarf hvenær vart verður vatnsborðs í holunni og mæla grunnvatnsborð í borlok. Einnig þarf að geta þess ef holan er þurr. Skrá þarf hvort holan hafi verið lektuð eða ekki.

Oft hefur komið sér vel við úrvinnslu að borstað hefur verið vel lýst í borskýrslu, annað hvort í landslaginu eða með nöfnum næstu hola, nema hvort tveggja sé.

Taka þarf fram í skýrslunni ýmislegt smálegt eins og t.d. ef skipt er um borkrónu eða -makka. Einnig ef borstjóri segir krónuna ónýta (slæma) eftir borun holunnar því það kann að skýra lélegan borgang. Erfiðleika vegna hruns (tiltaka dýpi), bilana í bor eða loftpressu o.s.frv. verður alltaf að skrá.

Til eru reglur á Orkustofnun um holunöfn sem allir ættu að kynna sér. Allar holur heita tveimur bókstöfum auk númera. Seinni bókstafurinn er ávallt -L í nafni loftborshola. Verkefnisstjóri ákveður holunöfn.

Stundum eru staðsetningar hola ákveðnar og mældar inn áður en þær eru boraðar. Staðirnir fá þá oftast eitthvert bráðabirgðanafn. Þetta bráðabirgðanafn má alls ekki gleyma að skrá í borskýrsluna með hinu nýja aðalnafni.

Merkja skal holur sem greinilegast, oftast með 60 cm löngum hælum. Holunafnið verður að skrifa mjög vel með tússi, bæði á þann hluta halsins sem fer í jörðu og hinn sem upp úr stendur og á báðar hliðar hans. Ef mikið liggur við er hægt að merkja hælana með "DYMO" borða heftum á hælinn. Slíkt endist nokkuð fram eftir Íslandssögunni. Áður þarf þó að mála hælinn í áberandi lit.

### Fóðrun

Loftborsholur eru gjarna fóðraðar til frekari mælinga síðar. Oftast er fóðrað með plaströrum, og hafa ljós rafmagnsrör reynst vel. Ef ætlunin er að mæla grunnvatn í holunni um langa framtíð er oft fóðrað með galvaníseruðum járnörum.

Athugið að ef fóðra á holu skal gera það áður en "keisingin" er tekin upp til að forðast hrun í lausu yfirborðinu. Mjög misjafnlega gengur að koma fóðringu í holur og þarf stundum að beita lagni og snúa rörum og tekst ekki alltaf að ná í botn. Járnörin eru að því leyti betri viðureignar að þau þola að borinn ýti á eftir þeim við minni háttar fyrirstöður.

Gata þarf fóðringu á a.m.k. 50 cm fresti. Galvaníserað járnör er best að gata með bor, en plaströr með járnsög. Er þá eitt sagarfar of lítið og þarf að saga litla sneið úr. Áhersla skal lögð á að hafa efri enda rörsins sem þverskornastann, og hafa hann snittaðan á járnörum. Helst skal setja lok bæði á efri og neðri enda rörsins.

Þegar hola er fódruð, skal fódurrörrið standa u.þ.b. 1 m upp úr jörðu, og hafa efstu samskeytin 30 - 40 cm undir yfirborði jarðar (ef um plaströr er að ræða) og hafa u.þ.b. efstu 4 metrana ógataða. Þessum atriðum er þó ekki alltaf hægt að framfylgja, því stundum er ekki hægt að fódra holu jafn djúpt og borað var. Einnig getur hrunið á fódninguna og það valdið erfiðleikum.

Miðað við notkun 2,5" borkrónu þá hefur reynst heppilegast að fódra með 40 mm rörum. Mjórri rör geta valdið erfiðleikum við hita-mælingar. Tæpast er ástæða til að nota víðari fódningu þótt borað sé með stærri krónu vegna aukins kostnaðar og vesens við efnisflutninga nema einhverjar sérþarfir komi til.

### ÚRVINNSLA LOFTBORSGAGNA

Að útvinnu lokinni er svarfið skolað, þurrkað og skoðað við stækkun með áfallandi ljósi. Slík berggreining ásamt upplýsingum í borskýrslu er notuð til að túlka jarðfarið.

Nánar tiltekið fer úrvinnsla fram á eftirfarandi hátt: Um það bil ein kúfuð matskeið af sýninu er margskolað í bikarglasi þar til skolvatnið er orðið nær tært. Sýnið er þá sett í litlar, merktar plastöskjur og þurrkað í þurrkskáp. Þá er sýnið skoðað við stækkun með áfallandi ljósi. Síðan er bordýpi og -tími færður inn í tölvuna ásamt við-eigandi textum, prentað út, yfirfarið og leiðrétt. Fyrst þegar allri framangreindri vinnu er lokið er hægt að fara að teikna. Fyrst er þó gerð hraðteikning til að sjá hvort ekki sé allt í lagi (textar komist fyrir o.s.frv.) áður en lokateikningin er gerð. Oftast er teiknað á A-2 blað, en síðan er teikningin, minnkuð í A-4 fyrir útgáfu.

Loftborgsgögn eru sett í tölvu skv. formi sem Guðmundur H. Vigfússon, kerfisfræðingur á Orkustofnun, hefur gert. Hann hefur og gert þau forrit sem notuð eru við úrvinnsluna. Í viðauka A er lýsing hans á loftborsholuskrá og í viðauka B er almennt dæmi um hana.

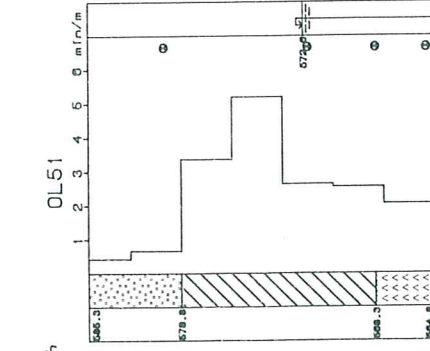
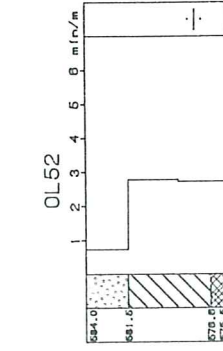
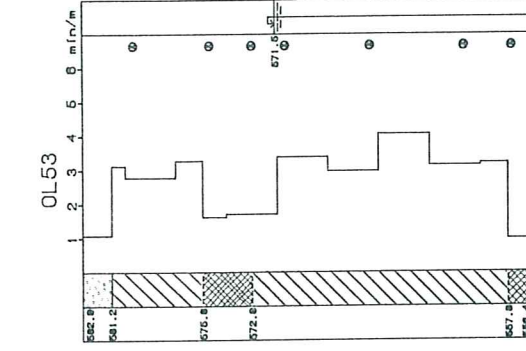
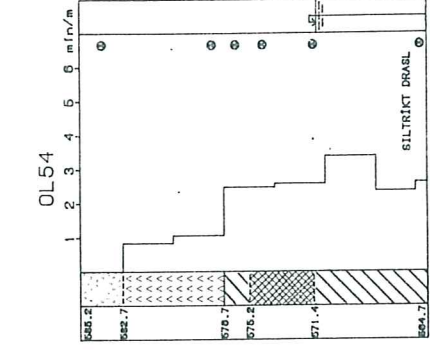
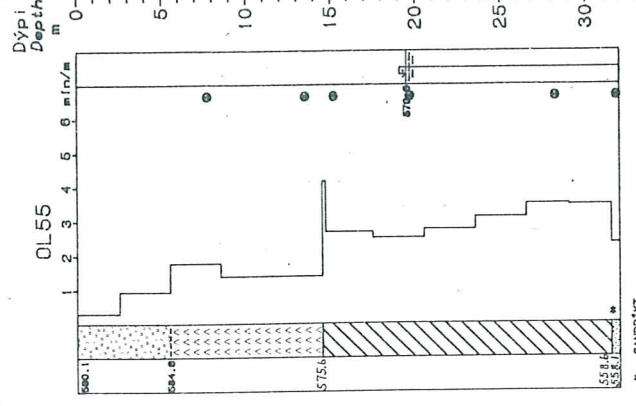
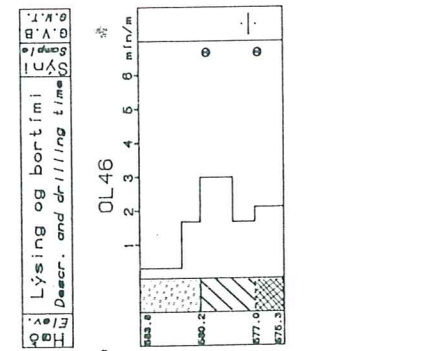
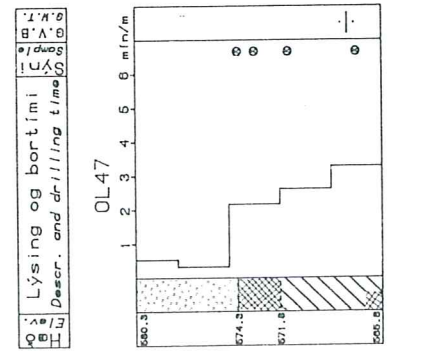
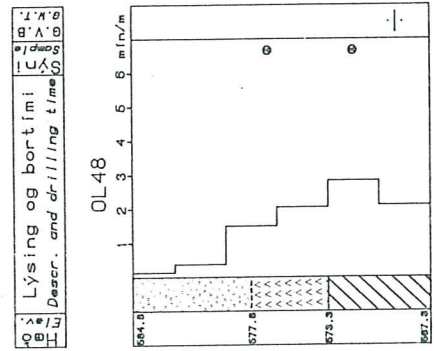
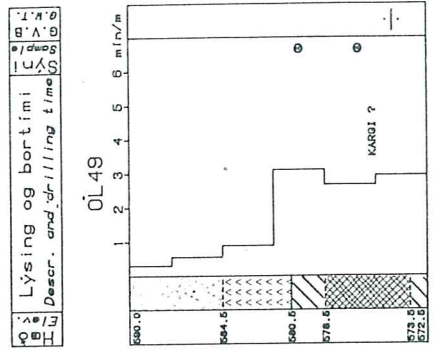
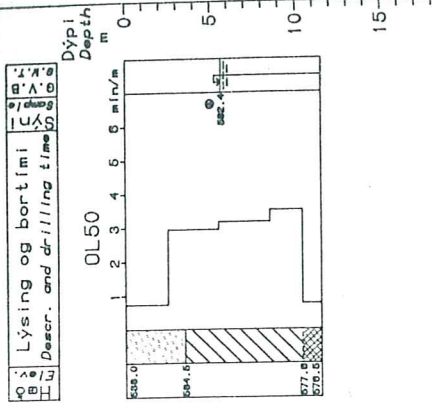
Til er forrit, BORTEI, sem teiknar hraðaferilinn, grunnvatnshæð, sýnatökustaði o.fl. sbr. mynd 3.

### LOKAORÐ

Hinar fjórar gullvægu reglur "loftfræðingsins" eru:

1. Fyllið út borskýrslueyðublaðið, allt borskýrslueyðublaðið, og skrifið hvergi nema á borskýrslueyðublaðið.
2. Sleggjudæmið ekki svarfið, safnið því heldur í dollu.
3. Skrifið sem mest, einnig allar efasemdir.
4. Notið heilbrigða skynsemi, ávallt - og einungis.
5. Notið ávallt eyrnaskjól í nágrenni loftbors.

Góð samvinna við bormenn auðveldar öllum samstarfið.



SKÝRINGAR VÍÐ  
LOFTBORSHÖLUR:

- Lea vírborðvöngur
- Jökulberg
- Sandstein/fandrikt
- Basalt
- Kongl
- Mjberg
- Grummsbord
- Barnaia burr
- Serfeyhi
- Legendi
- Óviss lagamót
- Triakipi sála tákar óviss túlun

VOD-MJ-8561 BK  
83.12.1673 T  
LOFTBORSHÖLUR  
VEGNA STÍKKUNAR ÞÓRISVÁTNS

MYND 3

VIÐAUKI A - Lýsing á loftborsholuskrá

(Útg. nív. 1982, til nota í teikniþorriti BORTEI)

Hámark á x-ás getur verið annað hvort 7. mín/m (venjulega) eða 14.

Væntanlega verður hver loftborholuskrá gerð í tveim áföngum:

- a) slegin inn frum gögnin úr mælibókum og gerð gróf teikning -og síðan
- b) bætt inn í skrána túlkunaratriðum og fleiri upplýsingum þegar búíð er að vinna úr grófteikningunni, en að því loknu fínteiknað.

Form skrárinnar er eftirfarandi:

NNNNNNNN

HHH.HH

GG.GG gg.gg GG.GG gg.gg

DDdSSSS

DDdSSSSL

DDd L

DDdSSSSX

DDd TTEXTI

DDdSSSSTTEXTI

DDd X

DDdSSSS\*TEXTI

DDdSSSS

DDd L

DDdSSSS

9999

NNNNNNNN (næsta holunafn)

o. s. frv.

Skýringar:

- 1) N: nafn loftborholu (mest 8 stafir)
- 2) H: hæð holu m y.s.
- 3) G: dýpi á grunnvatn (væntanlega negatíft, ef hún er sjálfrennandi, og þá er sleppt að skrifa heiti einingar á x-ás), mest tvær mælingar
- 4) g: botndýpi holunnar þegar grunnvatnsdýpi er mælt (autt ef miðað er við endanlegan botn)
- 5) DDd: dýpi, að jafnaði í dm, en í cm ef sæti d er notað, vaxandi röð
- 6) SSSs: ef SSS þá sekúndur; ef SSSs þá mínútur, t.d 11.1
- 7) merking í sæti 9 er notuð til að gera viðvart um eftirfarandi atriði á því dýpi sem tiltekið er í DDd:
  - a) bókstafurinn L: lagmót; ef 0 í sæti 10, þá er hæð ekki skrifuð
  - b) - U: óviss lagmót (brotin lína); sjá annars a) líð
  - c) - X: sýnishorn
  - d) - T: sjálfur textinn kemur í næstu sætum (32 mest); sæti 1 teiknast 0.4cm frá dýptarás, en þó má teikna texta hvar sem er á myndinni með því að hafa hæfilega margar eyður framan við; ef teikna á samfelldan texta í 2 eða fleiri línur þá er ráðlegt að bil á milli lína sé ekki minna en sem svarar 7 dm í dýpi
  - e) t: sama og við T nema að textinn byrjar lengra til hægri, við 3cm frá dýptarás
  - f) táknið \*: stjarna skrifuð á viðeigandi dýpi, en skýring neðan við myndina (aðeins ein leyfð, mest 40 stafir)
- 8) 9999 er notað í sæti 1-4 í lok hveirrar innsleginnar holu, og síðan gögn um næstu holu þar á eftir.

-----  
Rétt er að láta A2-blaðið liggja við neðri brún á hvíta fletinum á teiknivélinni, og hægri blaðröndina 1cm til hægri við örina.

VIÐAUKI B - Almenn lýsing á loftborsholuskrá

ABAB1

425.25

12.10 17.40 14.00

020 060

040 240 L

050 180

050 TSKÁPUR

055 L

060 X

070 480

080 360

140 L

130 999

140 X

150 THÉR MÁ

158 THAFA LANGA

166 TLÝSINGU,

172 TEF MAÐUR

180 TVILL SVO.

180 900

220 T

230 \*HER ER ATHUGAVERT

230 999

235 X

240 L

250 800

264 200

9999

GGVV

989.88

12.12 00.00 -3.00

050 980

060 850

050 L

100 780 X

150 568 TABAB

150 \*NÚ ER ÉG HISSA

200 700 OG ATHUGA VEL

9999

ANNO

234.23

030 780

060 690

\*070 X

080 L

090 \*AMEN

120 890

140 980

180 770

190 L

200 550

9999