

# JARÐBORANIR

BEINAR KANNANIR Á LAUSUM JARÐLÖGUM OG BERGI

Birgir Jónsson

# **JARÐBORANIR**

**BEINAR KANNANIR Á LAUSUM JARÐLÖGUM OG BERGI**

**Birgir Jónsson**

E F N I S Y F I R L I T

	Bls.
TÖFLULISTI	3
MYNDALISTI	4
ÁGRIP	5
INNGANGUR	7
1. GRYFJUR	7
2. COBRABORAR	7
3. STAURABORAR	8
4. BORROBORAR	8
5. SKOLBORUN	9
6. LOFTBORAR	9
7. SNÚNINGSBORAR	11
8. HÖGGBORAR	14
9. ALMENNT UM JARÐBORUN	14
RITASKRÁ	15

T Ö F L U L I S T I

1. Samanburður á tækjum til könnunar á lausum jarðlögum og bergi.	17
2. Kjarnaborholur, helstu tölulegar upplýsingar.	18
3. Vírhífangartæki, tölulegar upplýsingar.	19

M Y N D A L I S T I

	Bls.
1) Tæki til könnunar á lausum jarðlögum og bergi.	20
2A) Cobrabor.	21
2B) Borlínurit úr cobraborun.	21
3A) Snígilbor (Augerbor) og snígill.	23
3B) Snígilbor við borun.	23
4A) Borrobor.	24
4B og C) Borroholu línurit.	24
5A) Skolborun, uppsetning tækja.	25
5B) Borkrónur notaðar við skolborun.	25
6A) Loftborar.	26
6B) Svarfblástur með froðu.	27
6C) Blöndun froðu fyrir svarfblástur.	27
7A) Kjarnabor, byggður á kerru.	28
7B) Þverskurður af tvöföldu kjarnaröri.	28
7C) Demantskróna.	28
7D) Kjarnabor - vanaleg uppsetning tækja.	29
7E) Vírhífangartæki, einföld mynd.	29
7F) Demantskróna fyrir vírhífangartæki.	29
7G) Borstangir fyrir vírhífangarborun.	29
7H) Vírhífangartæki, nákvæm mynd.	31
8A-D) Höggborar (Cable tool drills).	32 og 33

ÁGRIP

Greinargerð þessi lýsir helstu aðferðum, sem notaðar eru hér á landi, við beina könnun lausra jarðlaga og bergs, aðallega í sambandi við undirbúningsrannsóknir vegna ýmis konar mannvirkjagerðar.

Fyrst er minnst á sýnatöku með vélgröfum og síðan lýst lauslega hinum ýmsu gerðum af jarðborum og aðferðum við boranir. Þær borgerðir sem fjallað er um eru: Cobraborar, snigilborar (stauraborar), borrobórar, skolborar, loftborar, snúningsborar og höggborar. Í greininni er ekki fjallað um stóra snúningsbora, sem hér á landi hafa svo til eingöngu borað eftir jarðhita og erlendis aðallega eftir olíu.

Í töflu 1 á bls. 17 eru dregin saman helstu atriði um þær mismunandi tegundir jarðbora sem fjallað er um í greininni, t.d. kostnað, afköst, sýnatöku og tilgang.



## INNGANGUR

Fjallað er um nokkrar aðferðir, sem algengar eru hér á landi, við beinar athuganir á jarðlögum, yfirleitt vegna mannvirkjagerðar, þ.e.a.s. ýmis konar jarðboranir og einnig gryfjutöku. Hér er um að ræða misdýrar aðferðir, sem gefa mismiklar upplýsingar. Í töflu 1 eru skráðar upplýsingar um hinar ýmsu bortegundir, t.d. áætlaður kostnaður, afköst, bordýpt og aðrar athugasemdir. Á mynd 1 er riss af flestum bortækjunum, sem fjallað er um, og stærð þeirra gefin til kynna með því að hafa mann á myndunum sem mælikvarða.

Hér á eftir er fyrst gerð grein fyrir ódýrari aðferðunum og síðan hinum dýrari og fullkomnari.

### 1. GRYFJUR (back-hoe test pits)

Þegar um er að ræða könnun á lausum jarðlögum sem eru innan við 3 m á þykkt, eða ef ekki er þörf á að fara dýpra en 3 m, er yfirleitt ódýrast og fljótlegast að grafa gryfjur með traktorsgröfu. Í gryfjunum er hægt að athuga jarðlögin og taka eins stór sýni og þörf er á. Er þetta mjög handhæg leið, t.d. í sambandi við leit að byggingarefni eða könnun vegna ýmis konar smærri mannvirkja.

### 2. COBRABOR (light motor-percussion soundings)

Áhaldið vegur aðeins 25 kg og er því meðfærilegt fyrir 1-2 menn (sjá mynd 2). Borinn og fylgihlutir eru í 2-3 kössum, sem auðveldlega má flytja í jeppakerru. Á bornum er lítil bensínvél og í lausum jarðvegi nægir slátturinn frá stimpli vélarinnar til þess að borstangirnir gangi niður. Er borhraðinn þá skráður fyrir hverja 20 cm (sjá mynd 2B). Við þetta eru notaðar 25 mm sverar borstangir með jafnsverum oddi. Hægt er að reka niður mjóan sýnataka í lausasta jarðveginn. Einnig er hægt að bora grunnar holur í berg (t.d. sprengiholur). Þá er borinn látinn snúa 31 mm sverum borstöngum með 38 mm borkrónu á endanum. Borinn er mjög ódýrt og afkastamikið tæki þegar kannan þarf

þykkt á lausum jarðlögum innan við 10 m á þykkt. Í mjög lausum jarðlögum t.d. mýri og lausum sandi kemst borinn dýpra. Einnig má nota hann í blautum mýrum, þar sem þyngri tækjum t.d. Borrobór verður traúðla við komið .

### 3. STAURABORAR (Augerdrills)

Hér á landi hafa svokallaðir stauraborar mest verið notaðir til þess að bora holur fyrir síma- og rafmagnsstaura og einnig fyrir steypar súlur í undirstöður húsa. Borunin fer þannig fram, að "snígill" er skrúfaður niður í laus jarðlög. Þegar híft er upp situr jarðvegurinn í sniglinum og er þannig hægt að taka sýni. Hér er um svokölluð hreyfð sýni að ræða, þ.e. efnið hefur orðið fyrir hnjaski við að skrúfast upp á snigilinn. Borinn getur þeytt jarðveginum af sniglinum með snöggum snúningi og er mjög afkastamikill þegar bora þarf grunnar, víðar holur (allt upp í 1 m í þvermál), en ekki er hægt að bæta við borstöngum og bora dýpri holur með hinum eiginlegu stauraborum (utility augers). Staurabor í eigu RARIK getur borað 3 m djúpar holur (sjá mynd 1).

Hins vegar eru til mjórri sniglar, allt niður í 7,5 cm, sem hægt er að bora niður með hvaða snúningsbor sem er (sjá mynd 3A), og er þá hægt að bæta við fleiri borstöngum og/eða sniglum (continuous augering) og bora alveg niður í gegnum lausu jarðlögin. Fæst nokkur hugmynd um harðari lög eftir því hve hratt borinn gengur niður. Til eru sniglar sem eru holir að innan og er hægt að renna þar niður sýnataka og ná "óhreyfðu" sýni af lausum jarðlögum fyrir neðan snigilinn.

### 4. BORROBORAR (Swedish Ram Soundings)

Ef kanna þarf dýpi á "klöpp" þar sem laus jarðlög eru þykkari en u.þ.b. 6 m er ein fljótlegasta beina aðferðin að nota lítinn höggbor, sem hér á landi er nefndur Borrobór, eftir framleiðandanum BORROS AB, Svíþjóð (sjá mynd 4A). Stálstöng, 32 mm í þvermál, er rekin niður með 65 kg lóði sem látið er falla hálfan metra. Jafnframt eru högginn fyrir hverja 50 cm eða 20 cm í dýpt holunnar talin og línurit teiknað þar sem



höggafjöldinn er lárétti ásinn og dýpið sá lóðrétti (sjá myndir 4B og C). Á þessu línuriti sést nokkur lagskipting lausu jarðlaganna og á borinn að komast niður á "klöpp" eða a.m.k. svo hart lag að nægi sem undirstaða fyrir öll smærri mannvirki. Mörk bergs og lausra jarðlaga eru þó oft mjög óljós, t.d. þegar lausu jarðlögin harðna smám saman með dýpi. Með Borrobornum er hægt að taka lítil jarðvegssýni á nokkru dýpi og er sýnatakinn þá rekinn niður á það dýpi sem óskað er eftir og hann opnaður þar og síðan rekinn áfram uns hann hefur fyllst af jarðefnum. Með Borrobor er einnig hægt að reka niður götuð vatnsrör ætluð til mælinga á jarðvatnsstöðu (písometrar).

Yfirleitt vinna tveir menn við borinn. Hagkvæmt er að nota Borroborinn þar sem þykkt lausra jarðlaga er á bilinu 6-20 m, en dýpst hefur verið borað með Borrobor hér á landi niður á 50 m dýpi. Borroborinn vinnur ekki á mórenu, en gengur oft um 1 m niður í mórenuna sé yfirborð hennar veðrað.

#### 5. SKOLBORUN (Wash boring)

Við skolborun er vatni dælt í gegnum rör af krafti, og það látið ryðja sér leið niður í gegnum laus jarðlög (sjá mynd 5A). Oft er höfð nokkurs konar tönn neðst á rörinu og því snúið ef einhver fyrirstaða er (sjá mynd 5B). Sýnishorn úr jarðlögunum skolast upp á yfirborðið og eru tekin í fínt sigti. Hætta er á að sýni frá botni holunnar blandist jarðlögunum ofar í holunni nema haft sé fóðurrör utan um skolrörið og því ýtt niður eftir því sem skolborunin gengur dýpra. Þetta er ódýr en ófullkomin rannsókn, sem getur við vissar aðstæður verið fullnægjandi.

#### 6. LOFTBORAR

Loftborar hafa aðallega verið notaðir til þess að bora sprengiholur í fast berg við alls kyns mannvirkjagerð og námugróft (sjá mynd 6A). Borunin fer þannig fram að borkrónunni er bæði snúið og hún barin niður með aflmiklum lofthamri, sem annað hvort er festur við bormastrið eða borast niður í holuna (down-the-hole drill) og er þá festur neðst á borstangalengjuna og borkrónan fest neðan á lofthamarinn. Þegar um er

að ræða verk, þar sem bora þarf margar holur á einhverjum stað og hálf-samlímd jarðlög, eins og t.d. mórena eða móhella, eru ofan á berginu eða jarðlög mjög mishörð, t.d. ósamlímd millilög í hraunastafli, geta loftborar verið mjög afkastamikil og hentug tæki til þess að auðvelda tengingu milli kjarnahola, en þær eru mjög dýrar og gætu því verið færrí. Með því að mæla borhraðann fyrir hverja 20 cm má fá nokkra hugmynd um hörku jarðlaganna. Einnig er svarfinu, sem berst upp í holunni, safnað og yfirleitt hægt að greina jarðlögin eftir því.

Oft eru þessir borar með útbúnaði (t.d. OD eða ODEX) til þess að bora niður fóðurrör gegnum laus yfirborðslög, svo að holan hrynji ekki saman. Getur borinn þá borað sig hindrunarlaust niður í harðari jarðlög.

Lektarprófa má holurnar, annað hvort með rennslisprófun, þar sem mælt er hversu hratt vatn sígur í holunni eftir að hún hefur verið fyllt af vatni, eða svonefndri pakkaprófun, en þá er pakkara rennt niður í fóðurrörið þar sem hann þenst 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 eyðilagt 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 látinn verka. Oftast eru borstangir loftboranna með öfugan skrófgang, en drifið getur snúið jafnt aftur á bak sem áfram og því hægt að nota NX borstangirnar, þó að þær hafi réttan skrófgang.

Tekið skal fram, að það dregur mjög úr afköstum borsins, þegar sýni eru tekin úr lausum jarðlögum eða bergi, því hífa þarf upp loftborstangirnar fyrst og auk þess borast kjarnarörið mjög hægt miðað við venjulega lofthamarsborun. Hentugast er því að bora stutt í einu með kjarnarörinu, en bora með lofthamrinum 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 (sjá myndir 6B og C).

Algengt er að loftborskrónurnar séu 6,3-7,5 cm (2 1/2-3") í þvermál eða nokkru gildari en loftborsstangirnar. Vill því krónan rása til í 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 stýringar fyrir borkrónuna er því þörf.

Áhöfn á loftbor við jarðlagakönnun er venjulega 2 menn, en ef leggja þarf langa vatnslögn vegna lektarprófunar, þarf einn mann til viðbótar.

#### 7. SNÚNINGSBORAR (Rotary Drills)

Í þessum kafla er lítið fjallað um stóra snúningsbora. Hér á landi hafa slíkir borar svo til eingöngu borað eftir jarðhita. Sá minnsti þeirra getur borað 800 m djúpar holur og sá stærsti 3600 m, og bora þeir nær alltaf með hjólakrónu. Hér verður einungis lýst borun með minni gerðum af snúningsborum, svonefndum kjarnaborum, en þeir bora yfirleitt allt að 150 m djúpar holur, þó að hægt sé að bora mun dýpra, eða yfir 2 km. Snúningsborar eru aðallega notaðir við borun í föstu bergi, en með þeim er einnig hægt að taka lítið röskuð sýni úr lausum jarðlögum (sjá myndir 7A og 7D).

Boranir með snúningsbor eru tvenns konar eftir gerð borkrónunnar; annars vegar með tannhjólakrónu, sem mylur bergið er síðan berst upp sem svarf, og hins vegar með demantskrónu, en í því tilfalli er krónan stuttur rörbútur, ísettur litlum demöntum (sjá mynd 7C og 7F), sem skrúfaður er neðan á svonefnt kjarnarör. Það er 1,5 eða 3 m langt og yfirleitt tvöfalt og myndar neðsta hluta borlengjunnar (sjá mynd 7B). Í banann á krónunni eru steypdir örlitlir demantar, sem auðveldar henni að skera sívalning úr berginu, þ.e. borkjarna. Hann gengur smám saman upp í kjarnarörið, sem síðan er híft upp, þegar það er orðið fullt.

Í heillegu bergi fæst samfelld sýni af berglögnum og gefur kjarnaborun þannig mjög miklar upplýsingar. Í sprungnu og illa samlimdu bergi verður oft rýrnun á kjarnanum og sum staðar næst ekkert upp, t.d. úr lausum millilögum, sem oft skipta þó miklu máli í jarðtæknilegu tilliti. Í kjarnanum er hægt að greina bergið og þekkja einstök jarðlög og tengja þau milli borhola eða við yfirborð. Kjarnaborun er því notuð þegar kortleggja þarf jarðlög nákvæmlega niður á nokkurt dýpi. Hægt er að gera alls kyns prófanir á kjarnanum, bæði mekaniskar og efnafræðilegar. Algengast er að kjarnaholur séu 76 mm (3") í þvermál, sem er svokölluð NX stærð (sjá töflu 2). Við kjarnaborun í mjúku bergi, t.d. móbergstúffi, eru oft notaðar kjarnakrónur, þar sem tennur úr karbítstáli koma í stað demanta.

Í djúpum kjarnaholum fer mikill tími og erfiði í að hífa upp kjarnarörið og borstangirnar í hvert sinn sem það er orðið fullt, eða kjarnabútur hefur fest í rörinu, svo að hífa þarf upp. Reynt hefur verið að nota helmingi lengra kjarnarör, þ.e. 6 m langt, og þarf þá sjaldnar að hífa í góðu bergi. Besta lausnin er þó svonefndur vírhífangarútbúnaður (wire line coring, sjá mynd 7E,F,G og H), en þá eru notaðar borstangir, sem eru nærri því eins sverar og ytra kjarnarörið, og hægt að hífa innra kjarnarörið með vír upp innan í borstangalengjunni. Þessi aðferð skilar nokkru mjórri kjarna úr 76 mm holu en venjulegt tvöfalt kjarnarör (sjá töflur 2 og 3).

Ef notuð er hjólakróna í stað demantskrónu og kjarnarörs, er ekki tekinn kjarni heldur er allt bergið úr holunni mulið og skolast upp úr henni sem svarf. Hjólakrónuborun er yfirleitt ódýrari en kjarnaborun, sérstaklega í djúpum holum og linu bergi, af því að sjaldnar þarf að hífa upp úr holunni, en þessi aðferð gefur mun minni upplýsingar, þar eð erfiðara er að greina ástand bergsins eftir svarfi en kjarna. Stærri snúningsborarnir, sem bora eftir heitu vatni, bora svo til eingöngu með hjólakrónu.

Meðan á borun stendur, eða eftir að henni er lokið, er hægt að lektarprófa holurnar, þ.e. mæla hve miklu af vatni hægt er að þrýsta út í jarðlögin við mismunandi mikinn þrýsting. Gefur þetta hugmynd um leka bergsins, t.d. á stíflustæðum, og eins hve mikið vatn holan gæti gefið sem neysluvatnshola fyrir heitt eða kalt vatn.

Holur boraðar með snúningsbor eru yfirleitt ekki látnar tynast eða eyðileggjast, svo að hægt sé að fylgjast með jarðvatnshæð og gera aðrar þær borholumælingar, sem þurfa kann að þykja síðar.

Yfirleitt er vatni dælt niður borstangirnar til að kæla borkrónuna og skola borsvarfinu upp til yfirborðs utan með borstöngunum. Ef hola vill hrynja saman er stundum notuð borleðja í stað vatns, en það er blanda bentoníts og vatns, sem vegna þunga síns varnar því að holurnar hrynji saman meðan á borum stendur og flytur svarfið auðveldar til yfirborðsins en vatnið gerir. Ef borað er í frosti þarf að hafa vatnshitara við vatnsbólisdæluna, svo ekki frjósi í leiðslunum. Einnig má í slíkum tilfellum nota loft í stað vatns eins og lýst er hér á eftir.

Á stöðum þar sem erfitt er að ná í vatn er við viss skilyrði möguleiki að nota í staðinn loft. Best er þá að nota sérstaka gerð af kjarnarörum, sem hleypa meira lofti í gegnum sig en þau rör, sem gerð eru fyrir borun með vatni. Þessi kjarnaloftborun er hentugust í frekar línu bergi, t.d. móbergstúffi, en í harðara bergi, t.d. basalti, er hætt á að loftið kæli borkrónuna ekki nóg. Einnig má nota loft við hjólakrónuborun, en þá er svarfið mun grófara og í meira magni en við kjarnaborun og þarf því aflmeiri loftpressu eða blanda froðumyndandi vökva í loftið. (Sjá neðst á þessari bls).

Annars konar notkun á lofti við snúningsborun er borun með lofthamri. Hann er settur á neðstu borstöngina (down-the-hole drill, sjá einnig kafla 6). Er þetta mjög afkastamikið tæki, en bordýpi takmarkast af stöðu jarðvatnsborðs, þ.e. þungi vatnssúlunnar má ekki vera meiri en þrýstikrafturinn sem leitast við að lyfta svarfinu til yfirborðs.

Þar sem berg er mjög sprungið (t.d. bólstraberg) og illa gengur að koma svarfi upp vegna lofttaps inn í sprungur er hægt að blanda froðumyndandi vökva í loftið (sjá myndir 6B og C). Það eykur lyftikraftinn og lokar sprungunum svo að minna lofttap verður. Þessi aðferð gerir einnig mögulegt að bora mun dýpra í lítið sprungnu bergi, þar sem froðan lyftir svarfinu upp af mun meira dýpi en ef einungis væri notað loft.

Þetta á við bæði um borun með lofthamri og eins kjarnaborun og hjólakrónuborun með lofti (sbr. að framan). Auk þess að taka kjarna úr föstu bergi má með snúningsborum taka sýni úr lausum jarðvegi með alls kyns sýnatökum. Áhöfn á kjarnabor er yfirleitt 2 menn.

#### 8. HÖGGBORAR (Cable-tool drills)

Stórir höggborar eru yfirleitt notaðir til þess að bora neysluvatns-holur. Slíkar holur eru yfirleitt grunnar (t.d. 20-40 m), en þurfa að vera nokkuð víðar (allt upp í 55 cm eða 22 tommur) til þess að gefa sem mest vatn og svo að hægt sé að koma dælu fyrir í þeim. Einnig eru þeir notaðir til þess að bora efstu 30 m fyrir stærri snúningsborana. Holan borast með meitli sem hangir í vír, en borinn hífir og slakar á víxl, þannig að meitillinn fellur á botn holunnar í hvert sinn. Gengur borun þessi samilega í mjúkum berglögum, en seint í hörðu bergi. Áhöfn borsins er yfirleitt 2 menn. Sjá myndir 8A, B, C og D.

#### 9. ALMENNT UM JARÐBORUN

Auk þeirra upplýsinga sem aflað er með borunum og hér hefur verið getið, þá gefa þær möguleika á að mæla beint; hitastig, viðnám, hljóðhraða o.fl. í jarðlögum undir yfirborði jarðar og jafnvel að taka myndir af berginu í holuveggjunum með sérstakri borholumyndavél. Þetta á þó aðallega við um snúningsboranir, sem er nokkuð kostnaðarsöm rannsóknaraðferð. Alla jafna er happadrýgst að staðsetja könnunarborholur í ljósi niðurstaðna jarðfræðilegra athugana og jarðeðlisfræðilegra mælinga.

RITASKRÁ

Acker III, V.L., 1974. Basic procedures for soil sampling and core drilling. 246 bls., Útg. Acker Drill Co Inc. P.O. Box 830, Scranton, Pa. 18501, USA. (verð \$6).

Cumming, J.D., 1975. Diamond drill handbook, 547 bls., Útg. J.K. Smit & Sons Ltd., 81 Tycos Drive, Toronto 19, Ont. Canada. (verð ca. \$25).

Einnig er stuðst við upplýsingabæklinga frá Atlas Copco, Acker Drill Co. o.fl.





SAVANBURÐUR Á TEKJUM TIL KÖNNUNAR Á LAUSUM JARBLÖGUM OG BERGI

Alengast dýpi (og mesta dýpi)	Fvermál hola	Dæmi um afköst	1) Kostnaður verðlag 1977 ca. kr.	Eigendur	Sýni	Tilgangur	Athugasemdir
Gröfur (back-hoe)	0-3 m	1x2 m	60 þús/dag 3) (100 mt)	Ýmsir	Stór, bæði hreyfð og óhreyfð, einnig gott jarðvegssnið.	Byggingarefnissýni og önnur jarðvegs-könnun á efstu 4 m.	Vel hreyfanleg teki og hægt að útvega með stuttum fyrirvara.
Cobrorar (light motor-percussion soundings)	2-10 m (15 m)	T.d. 5 m hola á 20 mín eða 20 holur/dag.	70 þús/dag (115 mt)	OS ROD Vegagerð o.fl.	Lítil, hreyfð sýni úr lausasta jarðvegi einnig svarf úr bergi. Borhraði skráður.	Könnun á þykkt og hörku yfirborðslaga.	Borinn er aðeins 25 kg að þyngd og því meðfærilegur. Borast niður með snúning og/eða titringi. Einnig er hægt að bora grunnar sprengiholur í berg.
Snigilborar (auger drills) (Staurabor RARIK)	2-10 m (30 m) 3 m	T.d. 20 stk 4,5 m holur/dag. T.d. 30 stk 3 m holur/dag.	90 þús/dag (150 mt)	EKKI til á Íslandi? RARIK	Nokkuð stór, hreyfð sýni úr finum jarðvegi.	Almenn jarðvegs-könnun og holur fyrir síma og rafmagnsstaura og súlur í undirstöðum húsa.	Snigli er snúð niður í lausan jarðveg. Staurabor frá RARIK er byggður á torfæruáttarvél; borar 3ja m djúpar holur.
Borborar (Swedish ram-soundings)	3-20 m (50 m)	T.d. 10 m hola á 2 klst eða 10 stk. 4 m djúpar holur á dag.	100 þús/dag (170 mt)	OS JBR Vitamál Vegagerð	Frekar lítil, hreyfð og nær óhreyfð sýni úr lausum jarðlögum. Talið hve mörg högg þarf fyrir hvern 0,5 m.	Könnun á þykkt og hörku yfirborðslaga.	Lítil höggbor oftast byggður á kerri, snjóbil eða pramma. Oft hægt að renna 1" röri í holuna fyrir jarðvatnsmalningar eða reka rörin beint niður.
Loftborar (OD-drills) (Soil-rock soundings)	5-20 m (45 m)	T.d. 2-3 20 m holur/dag eða 10 stk 4 m holur/dag.	250 þús/dag (415 mt)	Ýmsir verk-takar og opinberir aðilar.	Aðallega svarf. Hægt með aukabúnaði að ná sýnum úr lausum lögum og bergi. Borhraði skráður.	Könnun á þykkt lausra og hálfslam-límdra yfirborðslaga og einnig lausleg könnun á berglögum.	Hefur aðallega verið notaður v/ sprengihola. Sýnataka dregur mjög úr afköstum. Borinn er tengdur loftpressu og dregur hana milli hola. Hægt er að lektarprófa holurnar og setja í þær rör f. jarðv.malningar.
Snúningsborar (kjarnaborar) (diamond-rotary drills)	20-150 m (2000m)	T.d. 4 m/dag í kjarna-borun, en 8 m/dag í hjólafrónuborun.	200-250 þús/dag (400 mt)	OS JBR	Hreyfð eða óhreyfð sýni úr jarðvegi og samfelldur kjarni og/eða svarf úr bergi. Borhraði skráður.	Jarðhitaboranir í smáum stíl og ítarleg könnun á berglögum og þykkum, lausum jarðlögum.	Yfirleitt notað vatn við borun til þess að skola svarfi upp úr holunni. Einnig hægt að nota loft. Borar varanlegar holur.
Snúningsborar með lofthamri (downhole drills) (hammer drills)	30-70 m (100 m)	T.d. 1 30 m hola/dag.	250 þús/dag (415 mt)	OS JBR	Svarf úr jarðvegi og bergi og borhraði skráður.	Byrjun á jarðhitaholum fyrir lítila og miðlungsstóra snúningsbora.	Hægt að nota venjulega snúnings-bora auk loftpressu. Lofthamarinn er festur meðan á borstangir og borast sjálfur niður.
Höggborar (cable-tool drills)	10-40 m (150 m)	T.d. 35 cm (14") víð hola í gragrytti, ca. 3 m/dag (26m/8d), eða jafn víð hola í mól, sem þarf að fóbora jafn-óðum, ca. 2m/dag eða (26m/13d).	100 þús/dag (+ fóóring) (170 mt)	OS JBR	Svarf úr jarðvegi og bergi.	Neysluvatnsholur og byrjun á jarðhitaholum fyrir stærra borana.	Varanlegar holur. Bor byggður á bíl eða vagn.

OS: Orkustofnun.  
 ROD: Raforkudeild  
 JBR: Jarðboranadeild

1) Mjög lauslegt, miðað við frekar góðar aðstæður og engar óeðlilegar tafir.  
 2) 7,6 cm (3") sniglar eru til á OS og má tengja þá við venjulega snúnings- eða loftbora.  
 3) Kostnaður alls á dag, breytt í manntíma (mt), miðað við tímakaup verkamanns í september 1977.

TAFLA 2

Kjarnaboranir, helstu tölulegar upplýsingar

## DCDMA. STANDARD CASING PROGRAM

Fóðurrör ytra/innra þvermál mm	Borhola þvermál í mm	Kjarni þvermál í mm	Tvöfalt kjarnarör gerð	Borstangir ytra þvermál mm
Casing tubes OD/ID mm	Hole diameter in mm	Core diameter in mm	Double tube core barrel type	Drill rods type - OD mm
Drive pipes 8in. 239.0/203.0				
Drive pipes 6in. 187.0/154.0	196.9	151.6	Large series 6x7 3/4 in.	H-72.0
Drive pipes 4in. 129.0/102.0	139.6	100.8	Large series 4x5 1/2 in.	H-72.0
Fl.j. casing NX 88.9/76.2	98.4	68.3	Large series 2 3/4x3 7/8in	H-72.0
Fl.j. casing BX 73.0/60.3	NX 75.7	54.7	NX NWM	N -60.3 NW-66.7
Fl.j. casing AX 57.2/48.4	BX 60.0	42.0	BX BWM	B -48.4 BW-54.0
Fl.j. casing EX 46.0/38.1	AX 48.0	30.1	AX AWM	A -41.2 AW-44.5
	EX 37.7	21.4	EX EWM	E -33.3 EW-34.9

TAFLA 3

Vírhífangarbortæki, tölulegar upplýsingar

**VÍRHÍFINGARKJARNARÖR**

**SPECIFICATIONS LONGYEAR "Q" SERIES WIRE LINE CORE BARRELS**

Longyear "Q" Series Approximate Sizes	AQ		BQ		NQ		HQ		PQ	
	Inch	MM	Inch	MM	Inch	MM	Inch	MM	Inch	MM
Hole Diameter	1-57/64	48.0	2-23/64	60.0	2-63/64	75.8	3-25/32	96.0	4-53/64	122.6
Core Diameter	1-1/16	27.0	1-7/16	36.5	1-7/8	47.6	2-1/2	63.5	3-11/32	85.0
Shell Set O.D.	1-57/64	48.0	2-23/64	60.0	2-63/64	75.8	3-25/32	96.0	4-53/64	122.6
Bit Set O.D.	1-7/8	47.6	2-11/32	59.5	2-15/16	74.6	3-49/64	95.6	4-13/16	122.0
Bit Set I.D.	1-1/16	27.0	1-7/16	36.5	1-7/8	47.6	2-1/2	63.5	3-11/32	85.0
Outer Tube O.D.	1-13/16	46.0	2-1/4	57.2	2-7/8	73.0	3-5/8	92.1	4-5/8	117.5
Outer Tube I.D.	1-7/16	36.5	1-13/16	46.0	2-3/8	60.3	3-1/16	77.8	4-1/16	103.2
Inner Tube O.D.	1-9/32	32.5	1-11/16	42.9	2-3/16	55.6	2-7/8	73.0	3-3/4	95.3
Inner Tube I.D.	1-1/8	28.6	1-1/2	38.1	1-31/32	50.0	2-5/8	66.7	3-1/2	88.9

**VÍRHÍFINGARBORSTANGIR, GERÐ "Q" (Longyear Wedg-Lok hönnun)**

**SPECIFICATIONS WIRE LINE DRILL RODS "Q" SERIES (Longyear Wedg-Lok Design)**

See Symbols Dimensions	AQ		BQ		NQ		HQ		PQ	
	Inch	MM	Inch	MM	Inch	MM	Inch	MM	Inch	MM
Rod., O.D.	1-3/4	44.5	2-3/16	55.6	2-3/4	69.9	3-1/2	88.9	4-1/2	114.3
Rod., I.D.	1-3/8	34.9	1-13/16	46.0	2-3/8	60.0	3-1/16	77.8	4-1/16	103.2



ORKUSTOFNUN  
Raforkudeild

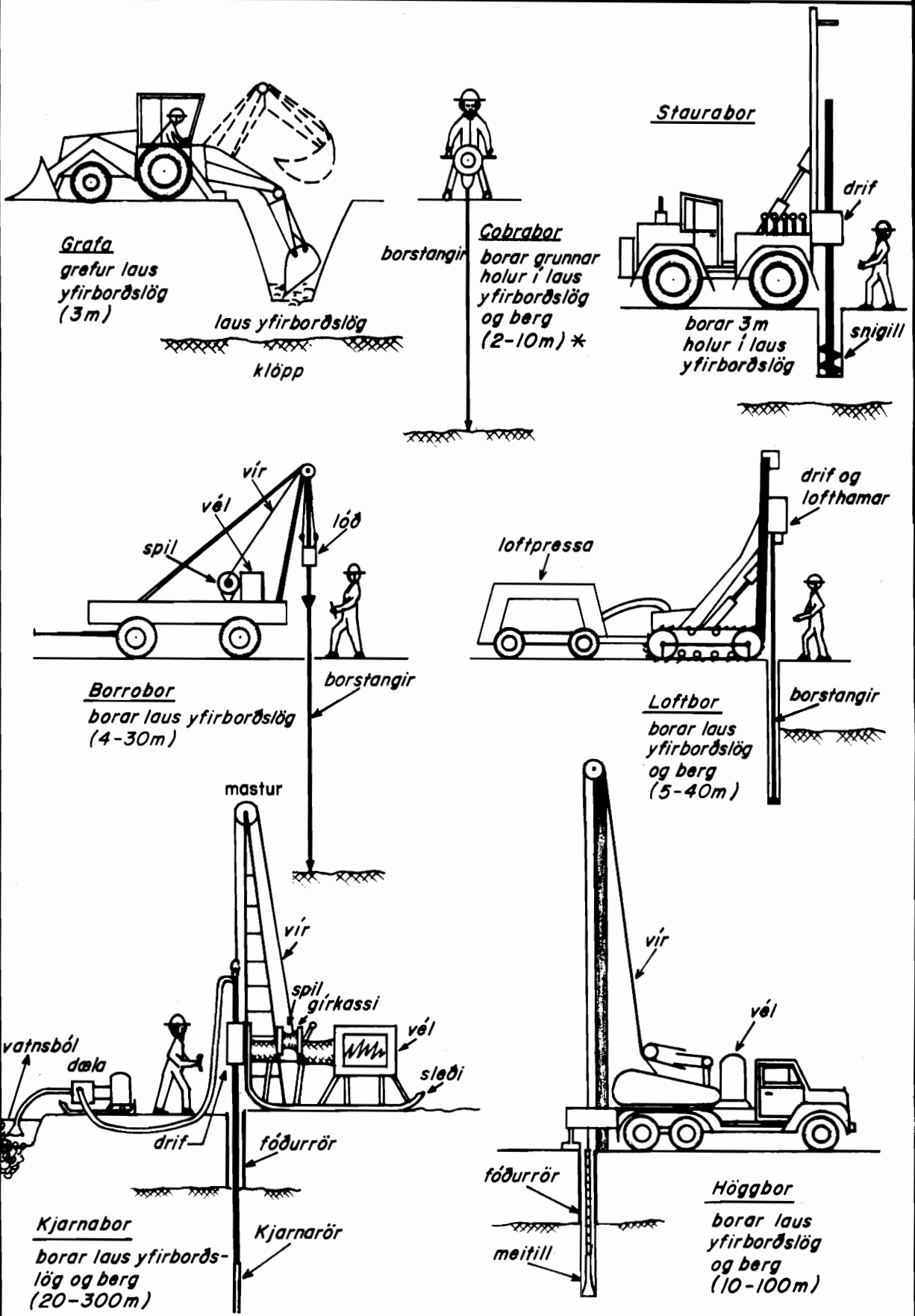
15.4.1978 BJ/Gyða

T-489

B-Ým

F-16844

Tæki til könnunar á lausum jarðlögum og bergi

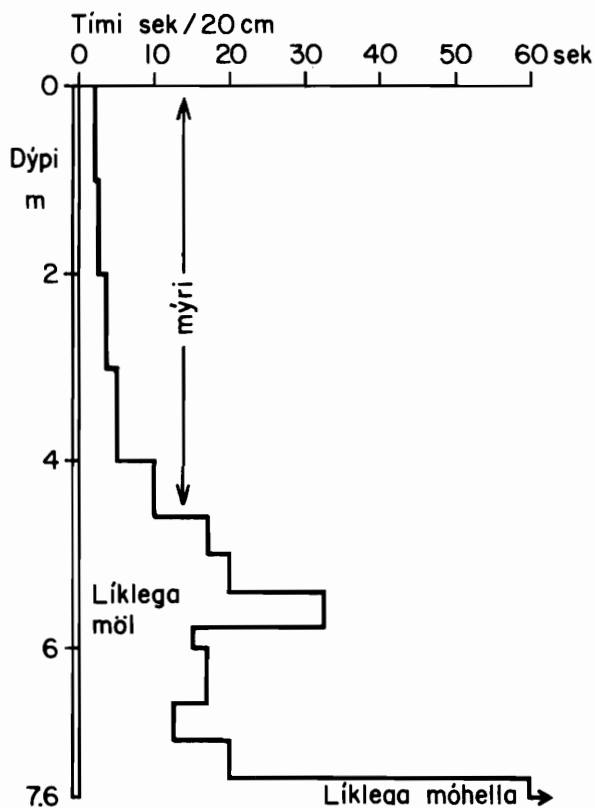


\* Tölurnar sýna algengasta bordýpi hvers tækis

# COBRA SUPER



2A) COBRA bor við könnun á þykkt lausra yfirborðsлага. Í baksýn er maður að tjakka borstangir upp úr næstu holu á undan.



2B) Dæmi um borlínurit við COBRA-borun. Mældur er tíminn, sem tekur að bora hverja 20 cm. Á tæplega 6 m dýpi hefur borinn sennilega lent á hnúllungi í mölinni. Hóla þessi var boruð við Grasagarð Reykjavíkur í Laugardal.

## What is auger drilling?

Basically, auger drilling is a mechanical method for the rapid and inexpensive boring of holes through earth layers and non-conglomerate formations. The drilling equipment consists of a drill head attached to an extendable auger shaft. A spiral flight runs the entire length of the auger shaft. This serves to remove the spoil. Drill tool guidance, rotation and feeding functions are incorporated in a drilling rig, which may be either stationary, vehicle-mounted or portable.

**The advantages** of auger drilling are many. The method is exceedingly fast. Large amounts of material can be brought to the surface within a short time. It is possible to drill holes with large diameters — in certain cases up to 1000 mm (42 in). The wall of the hole is stable, even in very loose material, and especially if there is water in the hole. The risk of cave-in is slight. Holes can be drilled at any angle to the surface.

In addition, compressed air or water supplies are not necessary for drilling.

The equipment runs without vibration and with little noise. Above all, it saves on both men and work-hours compared with other methods of doing the same work. The result is a very low cost per foot drilled.

There are two kinds of auger drilling — utility augering and continuous flight augering. The same rigs are employed for both but the drilling equipment differs.

**Utility augering is intermittent.** This means that the drilling tool is driven down a short distance and then lifted out and cleaned of earth. The procedure is repeated until the desired depth is reached.

This method is used for wide holes and shallow depths — usually diameters of 300—1000 mm (12 in—42 in) and depths down to 6.5 m (22 ft). Typical uses are the boring of holes for fences, poles, piles, plinths and foundations.

**Continuous flight augering** is employed for holes of smaller diameter and greater depth — diameters of approx. 50 to 300 mm (2 in to 12 in) and depths down to 100 m (300 ft). For this purpose the augers are manufactured in sections which are joined together until the desired depth is reached.

The spiral flight on the auger has a pitch so designed that the spoil is transported to the surface by rotation. The drilling tool need not be withdrawn until boring is completed.

Typical uses are boring for sub-surface investigation, prospecting and soil reinforcement, as well as certain types of well drilling and boring of blast holes.

**Soil sampling** is one of the main areas for the use of augering.

If disturbed samples are acceptable as, for example, when drilling in search of refractory clay, drilling is performed in the ordinary way with continuous flight augers. The material is brought to the surface by the drill rotation.

The depth to the found layer can be determined within approximately one metre (three feet) by calculating the length of the auger inside the hole. A more precise determination can be made by boring intermittently and pulling up each length of drill stem when it has been filled, but this is more time consuming and involves the risk of the hole caving in.

**Hollow stem augers** are employed when entirely undisturbed samples are desired. This type of drilling tool has been developed and introduced by the Mobile Drilling Company, Inc.

The conventional auger has been replaced by a heavy tube with an external flight. Inside the tube there is a centre drill rod. Drill heads are fastened to the lower end of the hollow stem auger and the centre rod.

During boring the hollow stem and centre rod are locked together. When a sample is to be taken the centre drill rod is withdrawn along with the cutting head and the latter replaced with a sampling device. The centre rod is again lowered into the hollow stem and rotated or pushed down to take the sample, while the hollow stem remains stationary. Finally, the centre rod and the sample are withdrawn.

Hollow stem augers eliminate the risk of sample contamination. The sides of the hole cannot cave-in during the sample taking due to the fact that the sample is lifted **inside** the hollow stem. Because augering does not compact the formation the density of the sample is also typical.

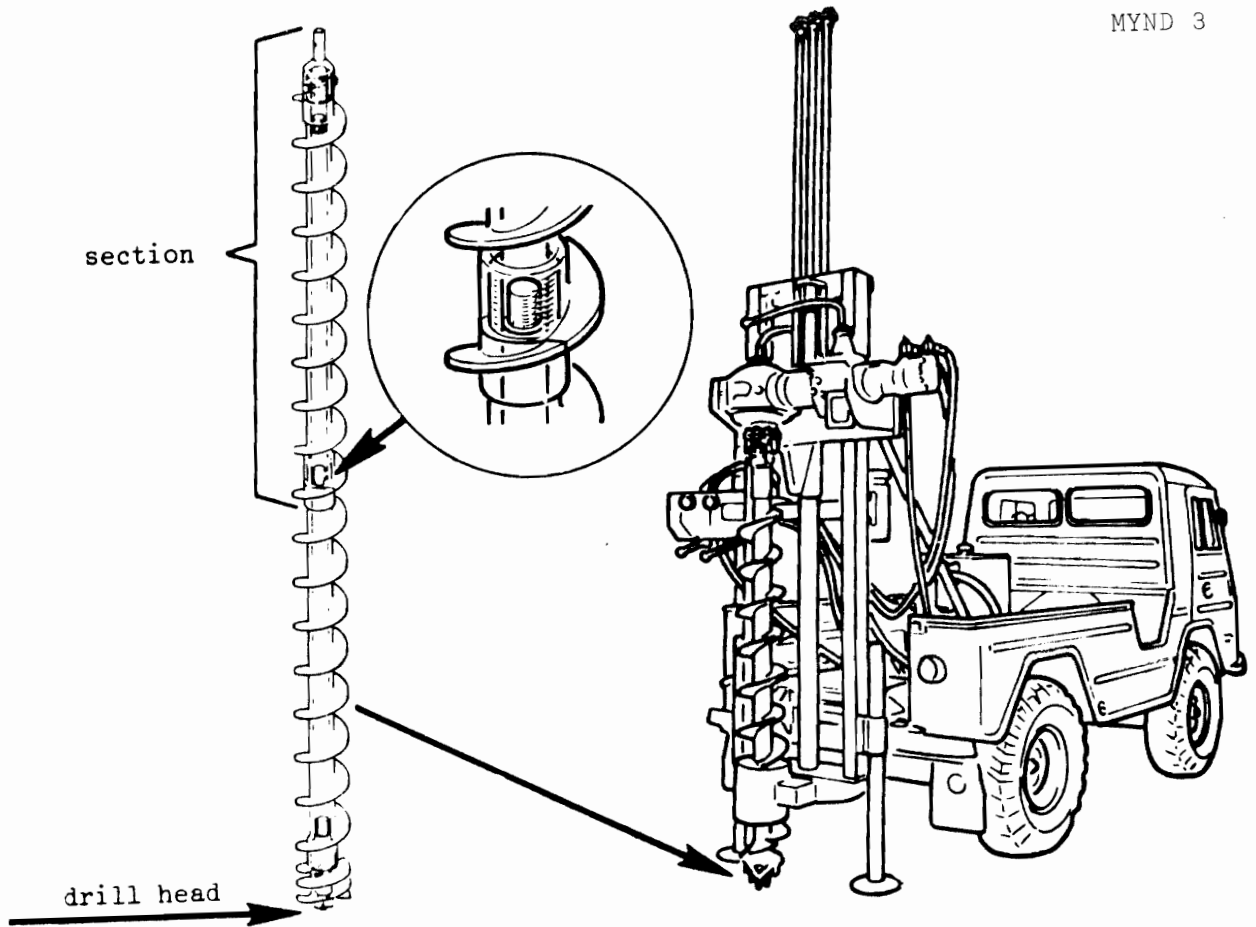
**In what can you drill?** Augering is best suited for most non-conglomerate formations, such as earth, sand and gravel (but seldom for boulder clay, where the presence of large, hard rocks makes the method impractical); for clay and slate; for chalk, limestone and coal; and for many other materials. Drilling in frozen soil presents no obstacles.

For harder formations most auger rigs allow transition from augering to rotary drilling with drag or roller bits. If rock is hit after having bored through loose formations, work can continue with diamond core drilling without any modification of the rig.

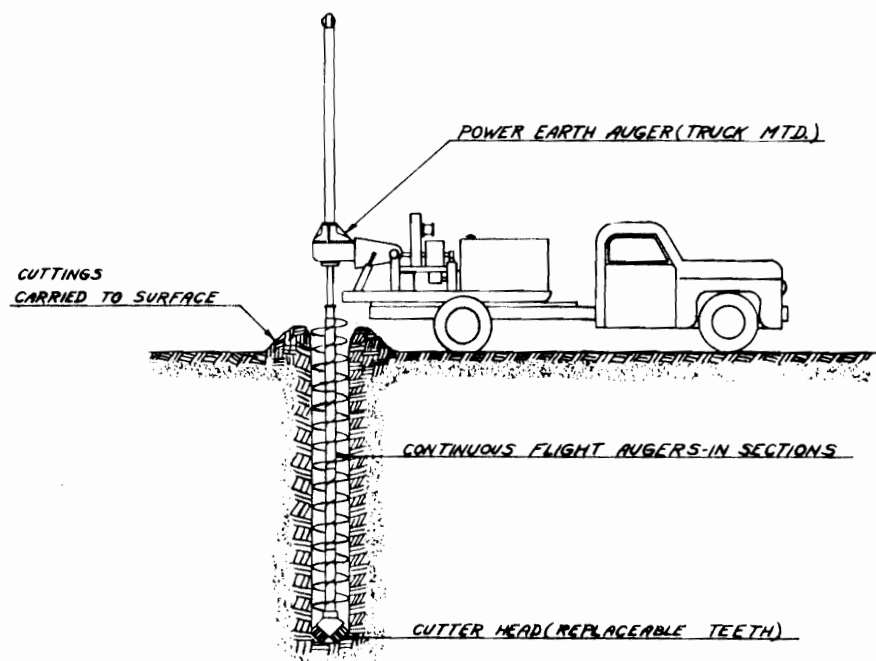
**Where can you drill?** As a rule, hilly or inaccessible terrain presents no obstacle to auger drilling. The equipment is often mounted on an off-the-road vehicle such as a jeep, tractor or truck or on a trailer for towing by such a vehicle. The drilling rig does not affect the freedom of action of the vehicle. Set-up is quick and simple. Drilling is not dependent upon the availability of water, compressed air or electric power.

Where terrain conditions are such that no vehicle can operate, light portable drilling rigs are used. These do not have the same capacity as the vehicle mounted types, but they allow all the advantages of auger drilling to be enjoyed and their ease of mobility makes them highly versatile.

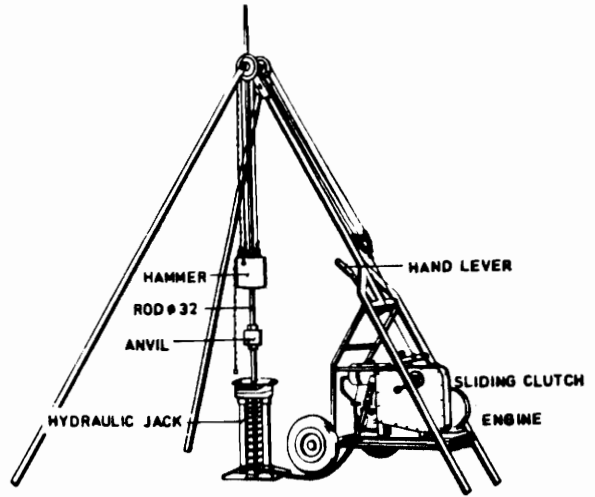
**A method with a future.** As a method auger drilling is not new. It has long been used for soil sampling, but most often with manual power. Mechanical augering was introduced several decades ago. With the steady improvement of tools and machines, auger drilling has increasingly come into use. And the possibilities for use continue to expand.



3A) Snigilbor (augerbor) byggður á torfærubifreið. T.v. sést hvernig snigilstangirnar eru skrúfaðar saman.



3B) Snigilbor, einfölduð mynd.



4A)

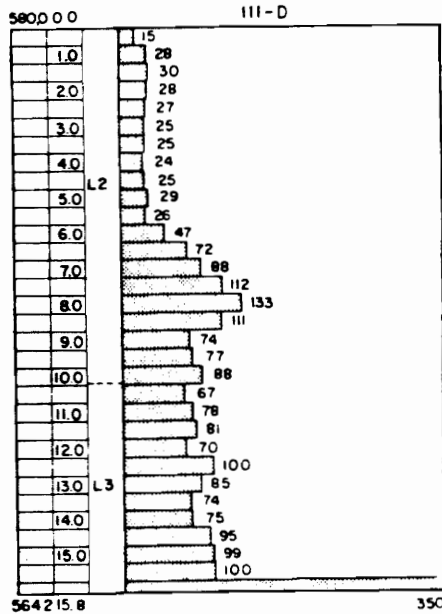
Traditional ram-sounding device with Motor Tripod.

4A) Borro bor

4B)

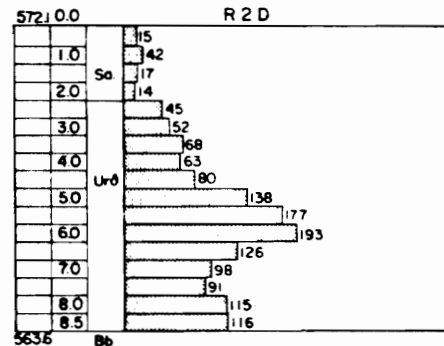
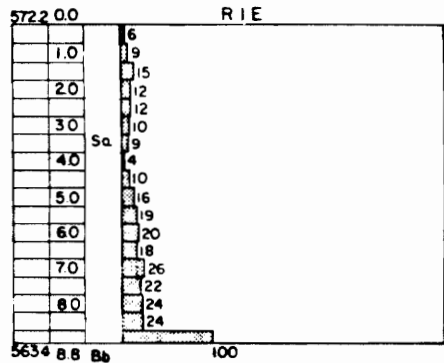
4C)

Högg m/s L /	Dýpi m Skýringar	Legend	Högg á 0.5 m Blow per
			40 80 120 160 200 240 280 320

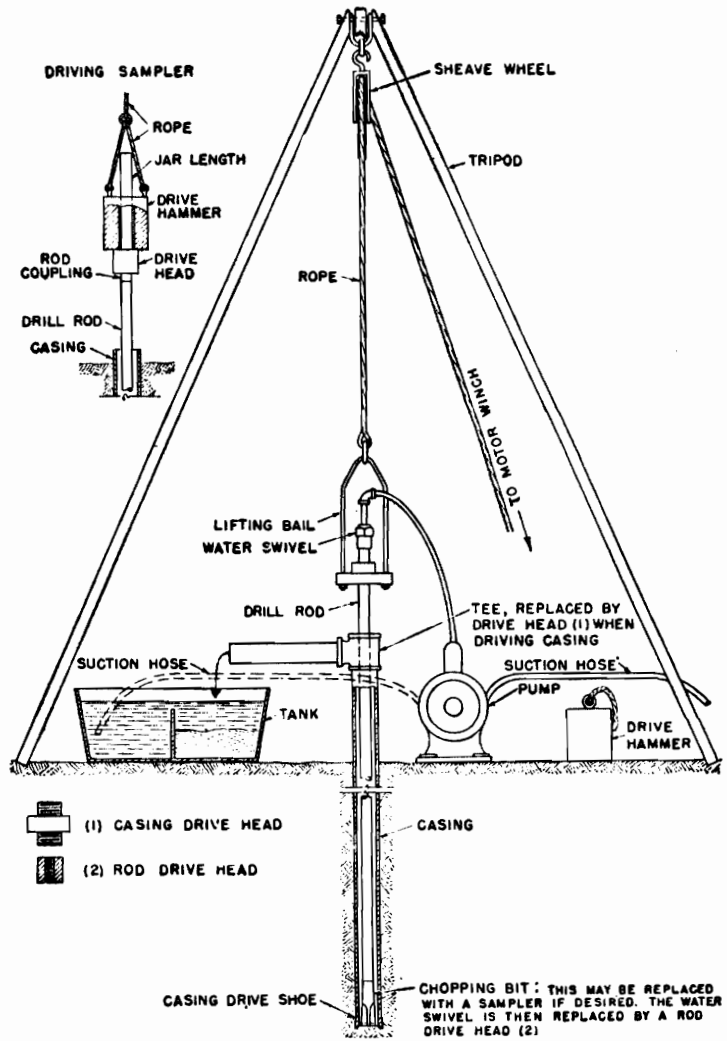


4B og C) Borroholu línurit.

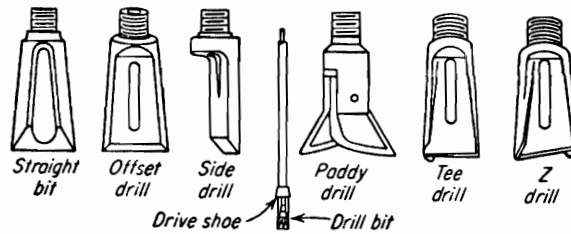
Högg m/s L /	Dýpi m Skýringar	Legend	Högg á 0.5 m Blow per
			40 80 120 160 200 240 280 320





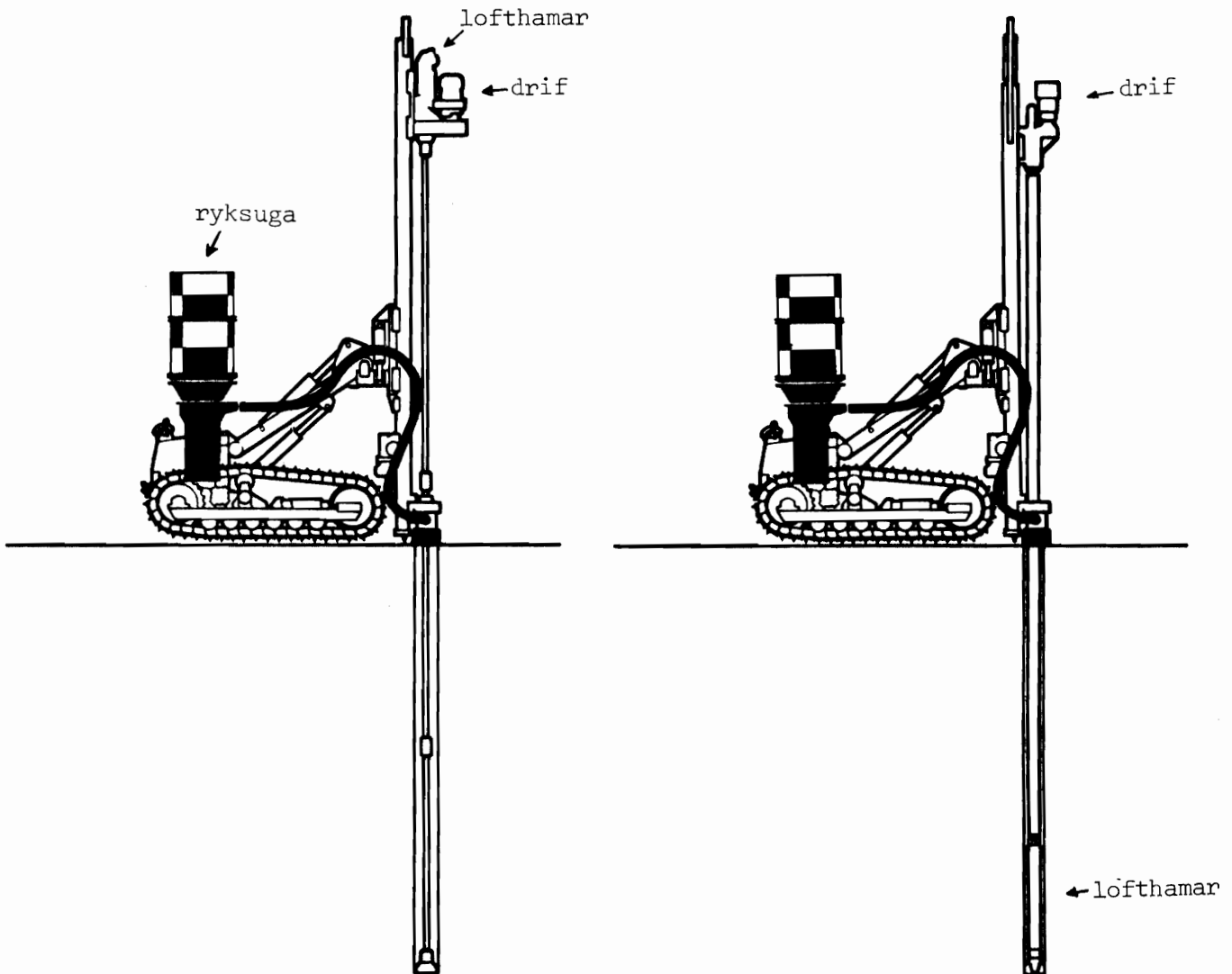


5A) Skolborun.



5B) Ýmsar gerðir af borkrónum fyrir skolborun.

The illustrations below show the major difference between top hammer drilling and down-the-hole drilling.



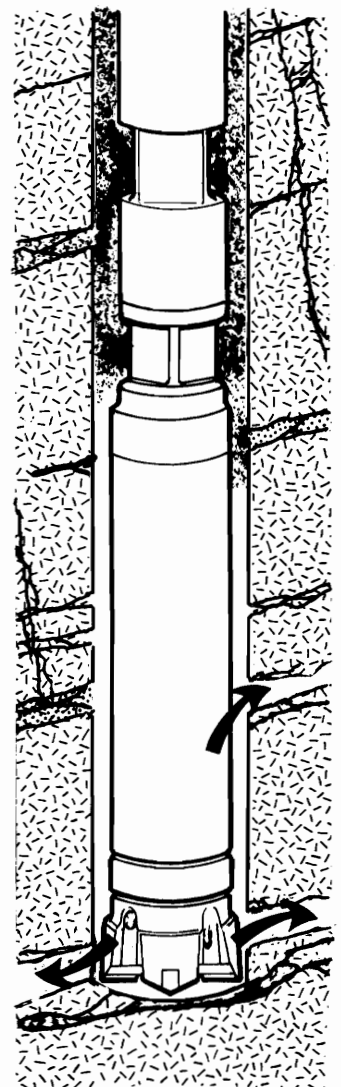
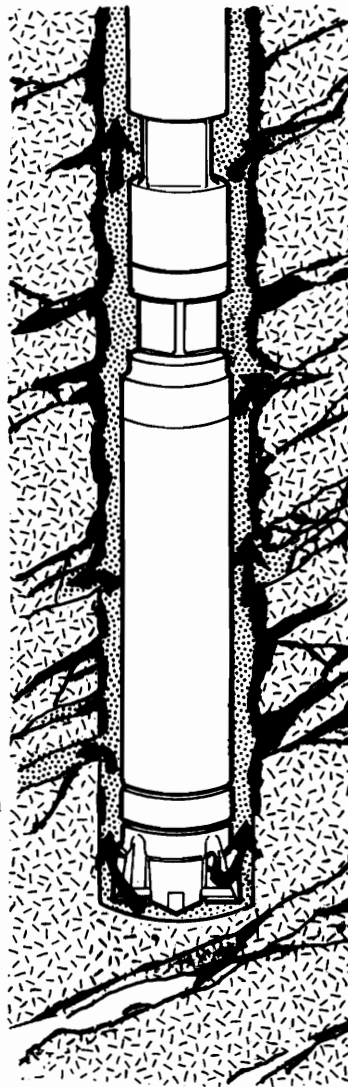
To the left you see top hammer equipment with the impact mechanism and rotation unit mounted along with the feed above ground.

To the right you see down-the-hole equipment whose impact mechanism is at the bottom of the hole the impact mechanism and rotation unit are connected by the drill tubes.

6A) Loftborar. T.v. er loftbor með bæði lofthamar og drif uppi í mastri (top hammer). T.h. er loftbor með drifið uppi í mastri en lofthamar sem gengur niður í holuna (down-the-hole hammer).

6B) Svarfblástur með froðu. Þegar borað er í sprungnu bergi er oft erfitt að blása svarfinu til yfirborðs, en ef blandað er froðu-myndandi efni í loftið, sem dælt er niður, þéttast sprungurnar og meiri kraftur er til að lyfta svarfinu.

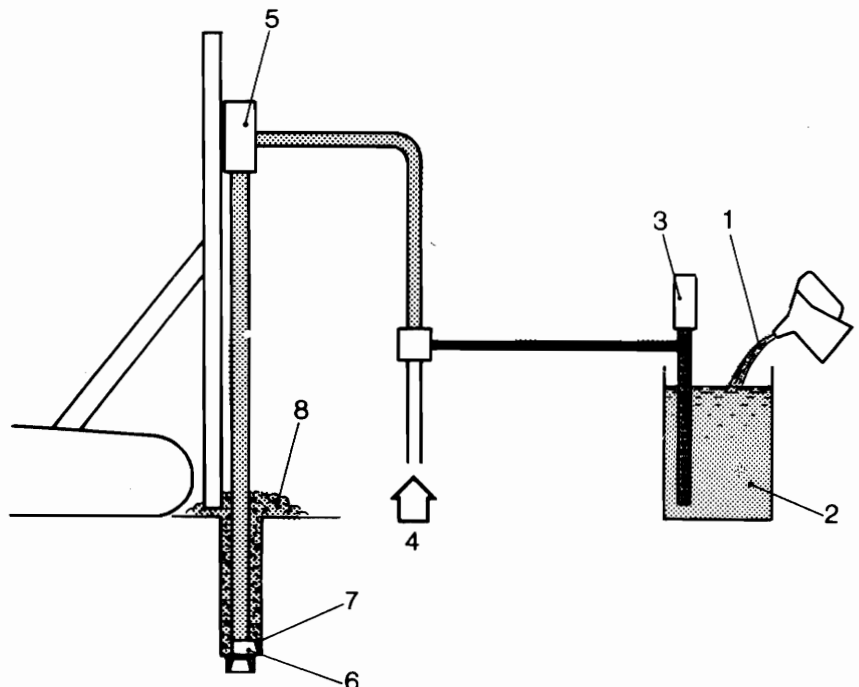
T.v. sést hvernig froðan lokar sprungum og svarfið berst upp. T.h. tapast mikið af lofti út í sprungurnar og svarfið kemst ekki til yfirborðs, en safnast að loft-hamrinum (down-the-hole hammer) og festir hann.



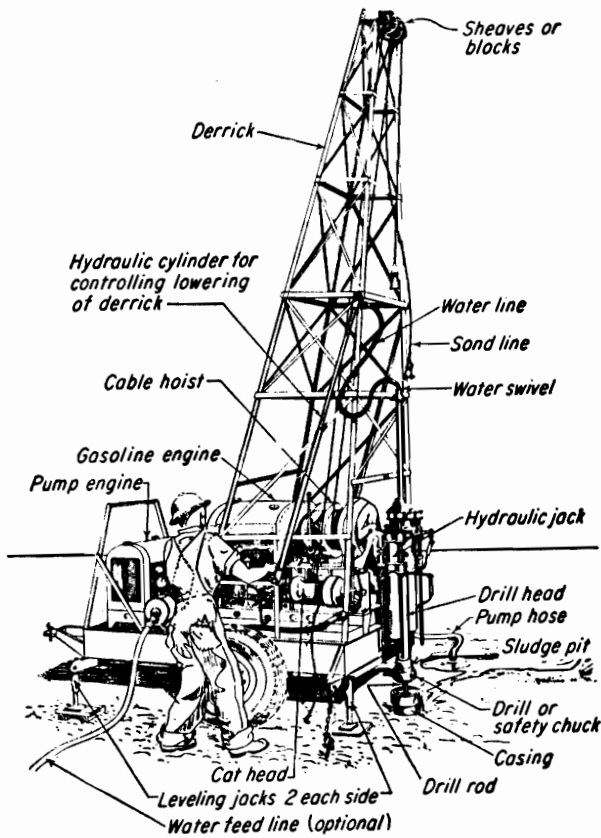
Comparison of flushing effects when the drill hole is characterized by cracks

6C) Froðumyndandi vökva dælt niður í borholu:

1. Froðumyndandi þykki
2. -"- vökvablanda
3. Tunnudæla
4. leiðsla frá loftpressu
5. Drif/lofthamar
6. Borkróna
7. Froða
8. Blanda af svarfi og froðu.

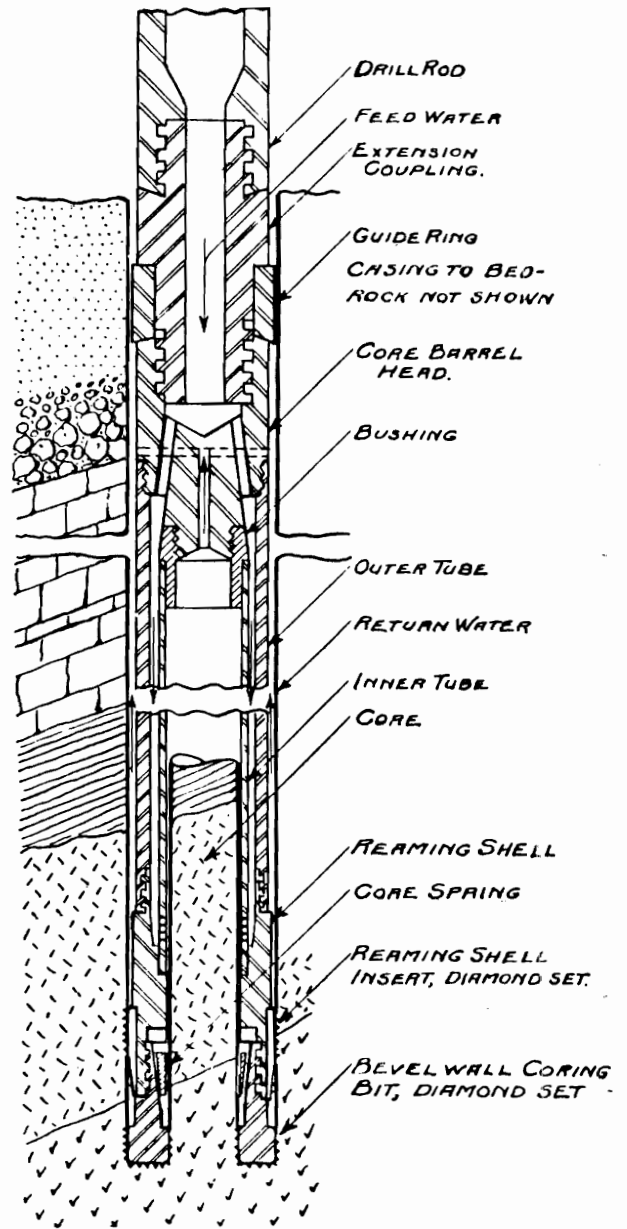


7A)



7A) Kjarnabor, byggður á kerru.

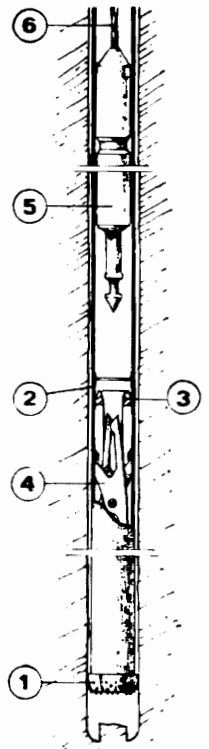
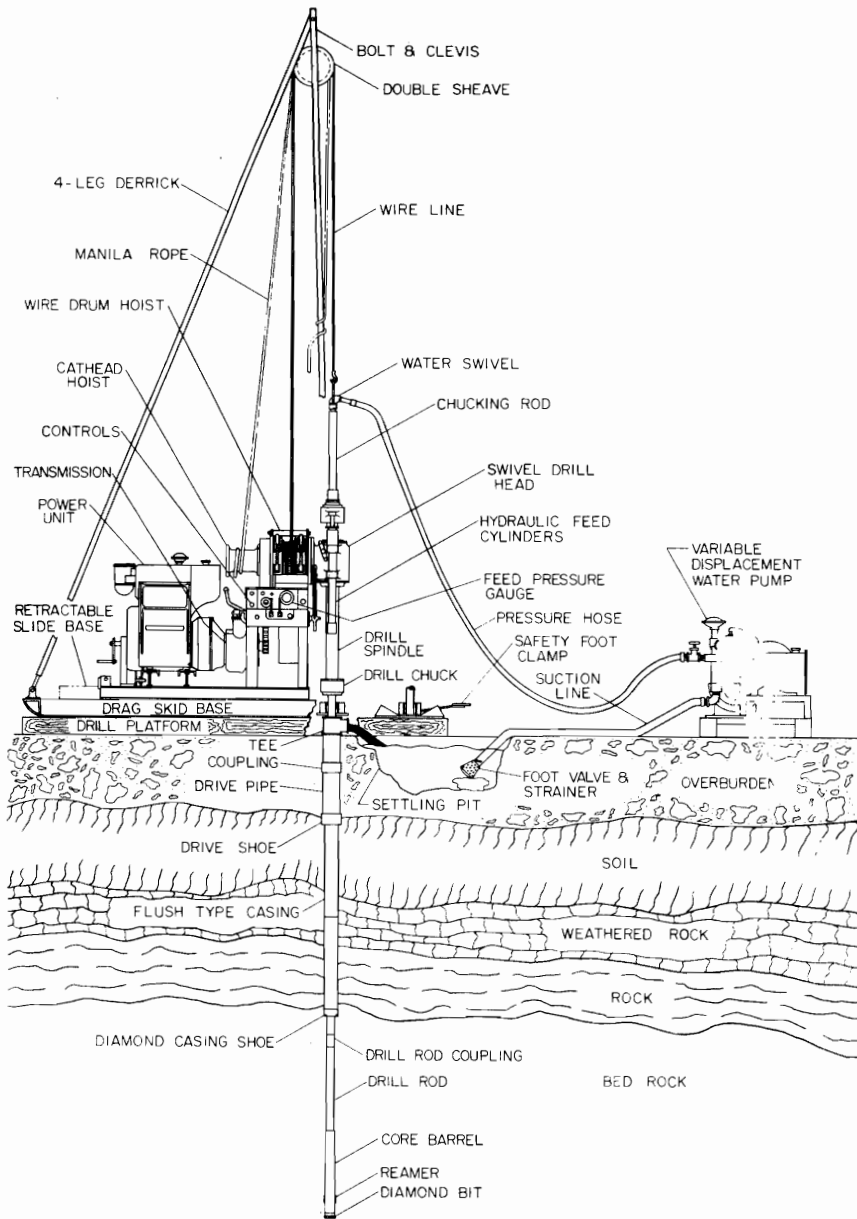
7B)



7B) Þverskurður af tvöföldu kjarnaröri.



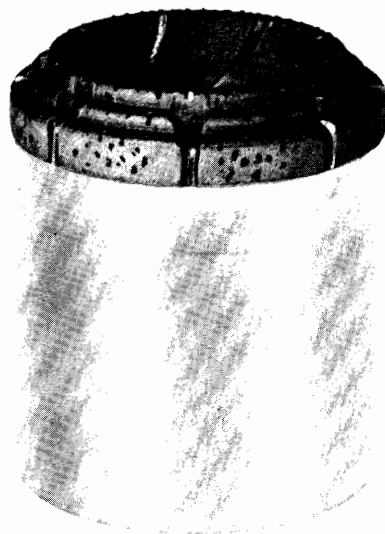
7C) Demantskróna fyrir hart berg. Margir litlir demantar eru steyptir í krónubannann (impregnated bit). Sjá helstu stærðir í töflu 2.



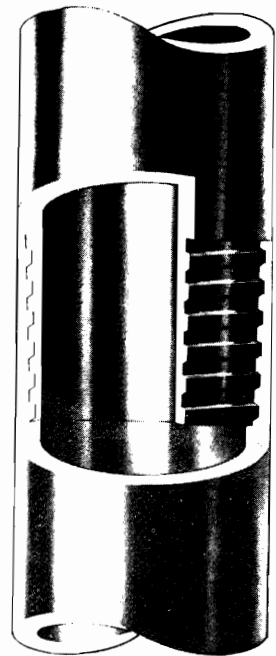
7E) Vírhífangartæki:

1. Borkróna
2. Ytra kjarnarör
3. Innra kjarnarör
4. Gripklár
5. Sendill
6. vír

7D) Kjarnabor - vanaleg uppsetning.



7F) Demantskróna fyrir vírhífangarborun. Þessi króna er með frekar grófum demöntum sem er raðað í krónubannan (set bit), en hann er þrepamyndaður (þrepakróna). Vatns-gangsholurnar ná ekki gegnum innsta þrepið og mæðir því skolvatnið ekki á kjarnanum. Kjarnaheimta er því góð með þessum krónum.



7G) Borstangir fyrir vírhífangarborun. Skrúfgangurinn er hannaður þannig að stangalengjan þrengist ekki að innan við samskeytin, svo hægt sé að hífa innra kjarnarörið upp. (Sjá töflu 3).

# Faster core recovery and less wear on drilling equipment

MYND 7H TEXTI

Wire line drilling was first used in the oil industry and later applied for smaller hole sizes in the mining industry. Nowadays the method is of recognized value and is widely used when coring.

The wire line core barrel has an inner core tube which is lifted to the surface, emptied, and then dropped (or lowered by the overshot assembly in dry holes) to the outer tube of the core barrel without pulling the drill rods. The inner tube is lifted by means of an overshot assembly shaped as a harpoon and a wire line hoist.

In wire line core drilling special drill rods are needed for each hole size.

Wire line core drilling means

- less time to bring up the core barrel
- less caving in the borehole due to fewer round-trips
- less wear on drill rods and rod hoisting equipment
- easier work for the driller

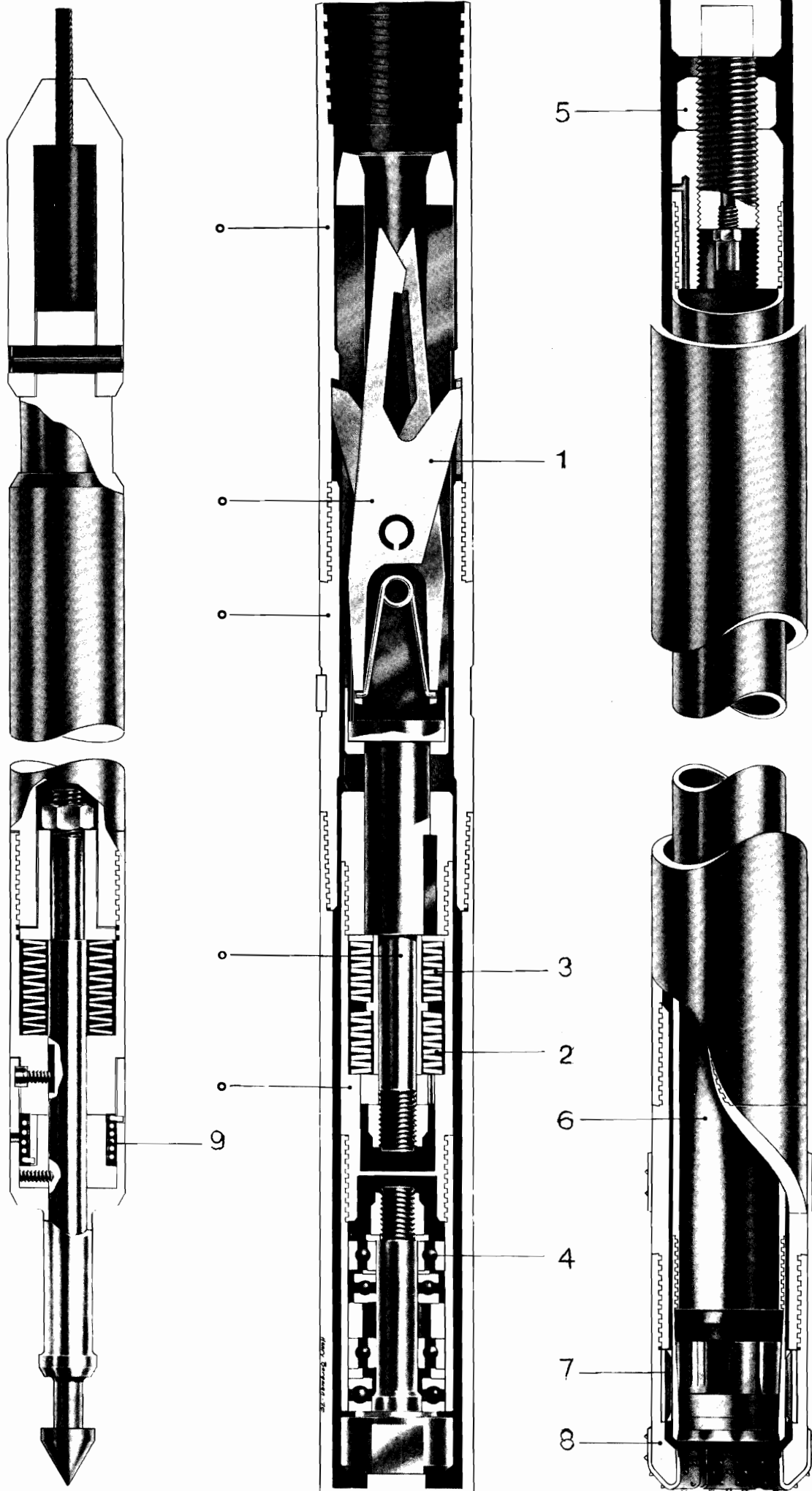
The SK 6 wire line core barrels are designed

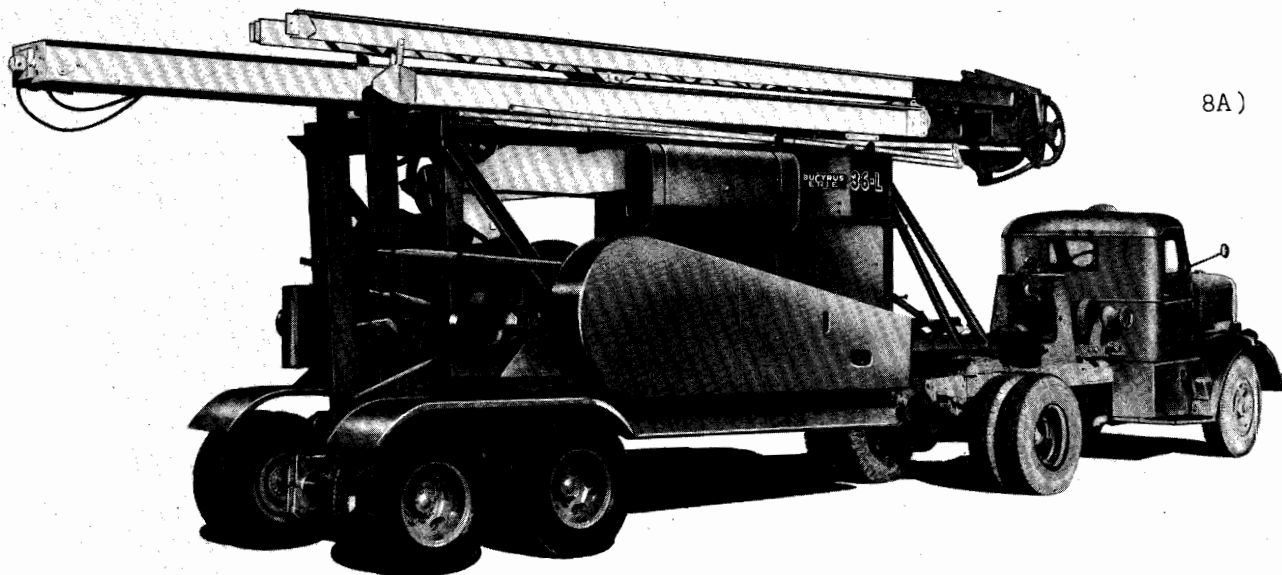
- for hole diameters 66, 76 and 86 mm (2.60, 2.99 and 3.39 in.) in metric sizes, as well as in NX hole size according to DCDMA standards
- for water and mud flushing
- for depths up to 1500 m (4900 ft)
- for formations from very soft to hard with a suitable choice of bit.

## Some technical features

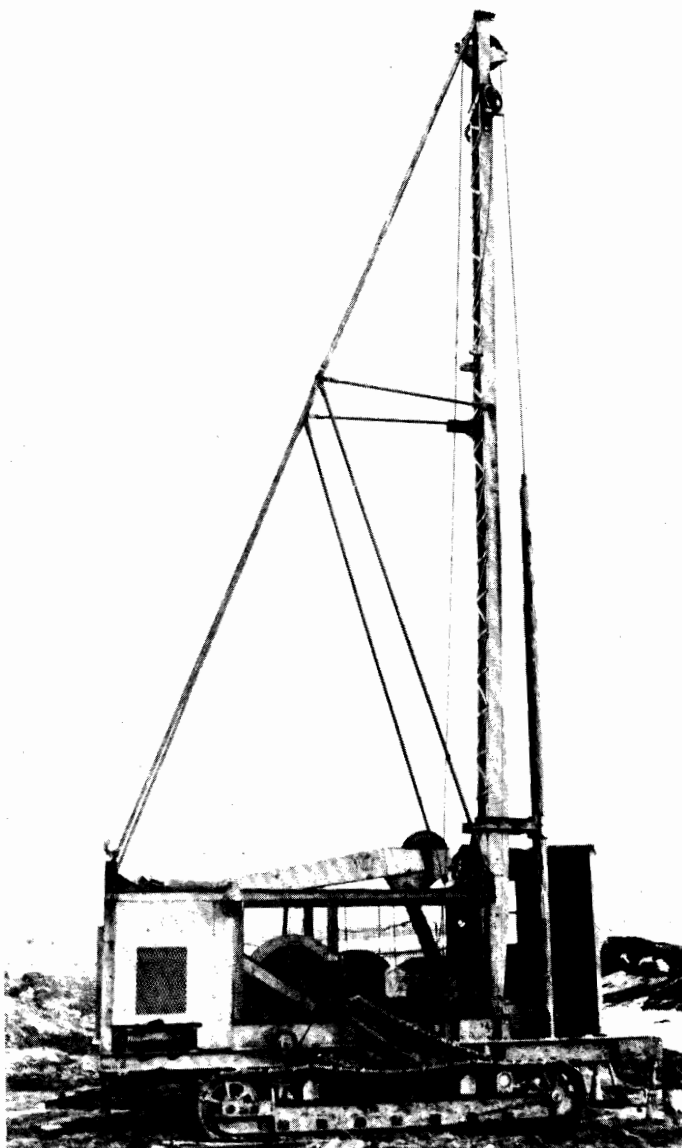
- 1 Dual acting jaws (patent pending) simultaneously grip the overshot assembly and release the inner core tube when pulling out for core recovery.
- 2 A variety of valve springs for different formations allow the inner core tube to move up from drill bit when pressure is created due to a full core tube or jammed core. When the pressure becomes too high, a shut-off valve prevents the flushing fluid from passing through. Increased pump pressure then warns the driller.
- 3 Compression springs make it possible for the inner core tube to move towards drill bit. When the drill rods are pulled, the forces on the inner core tube are also taken up by the outer tube. Core breaking therefore causes no strain on the inner tube.
- 4 A combination of strong thrust and radial bearings with easily accessible grease nipple permits long bearing life. The non-rotating inner tube assures high core recovery in all formations.
- 5 Adjustable connection for the inner core tube means that the right space is always created between the core lifter case and the drill bit. Thus the desired flushing volume passes through with a minimum erosion of the core.
- 6 Chrome-plated inner core tubes can be delivered on special order. The chromium plating prevents corrosion of the inside of the inner tube and thus keeps friction at a minimum. This gives longer core runs, particularly in broken and friable formations.
- 7 A bronze bushing in the drill bit guides the inner core tube allowing the core to enter easily.
- 8 Diamond drill bits of various types can be supplied. Face discharge bits for soft rocks are also available.
- 9 An exclusive spring construction (patent pending) permits the driller to disengage the overshot assembly which is shaped as a harpoon from the inner core tube at a determined pull force without the risk of rupturing the wire rope.

7H) Vírhlífingartæki frá Atlas Copco. T.v. er sendillinn. Í miðrið er kjarnarörs-  
hausinn með gripklóm efst, sem grípa í sendilinn þegar honum er rennt niður  
(í Longyear vírhífingartækjunum eru gripklærnar á sjálfum sendlinum). T.h. er  
kjarnarörið: 6-innra rörið, 7-hólkar, 8-demantskróna.

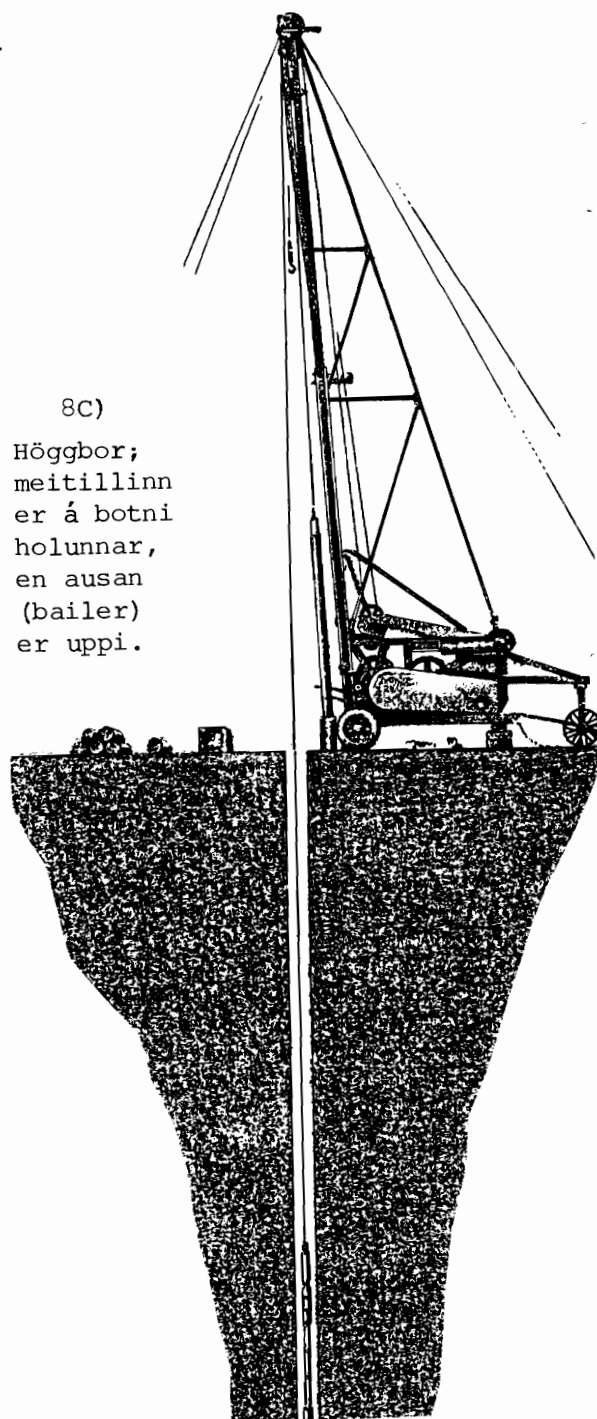




8A) Höggbor (Cable tool drill) byggður á dráttarvagn. Þegar borinn er fluttur milli staða er bormastrið fellt.



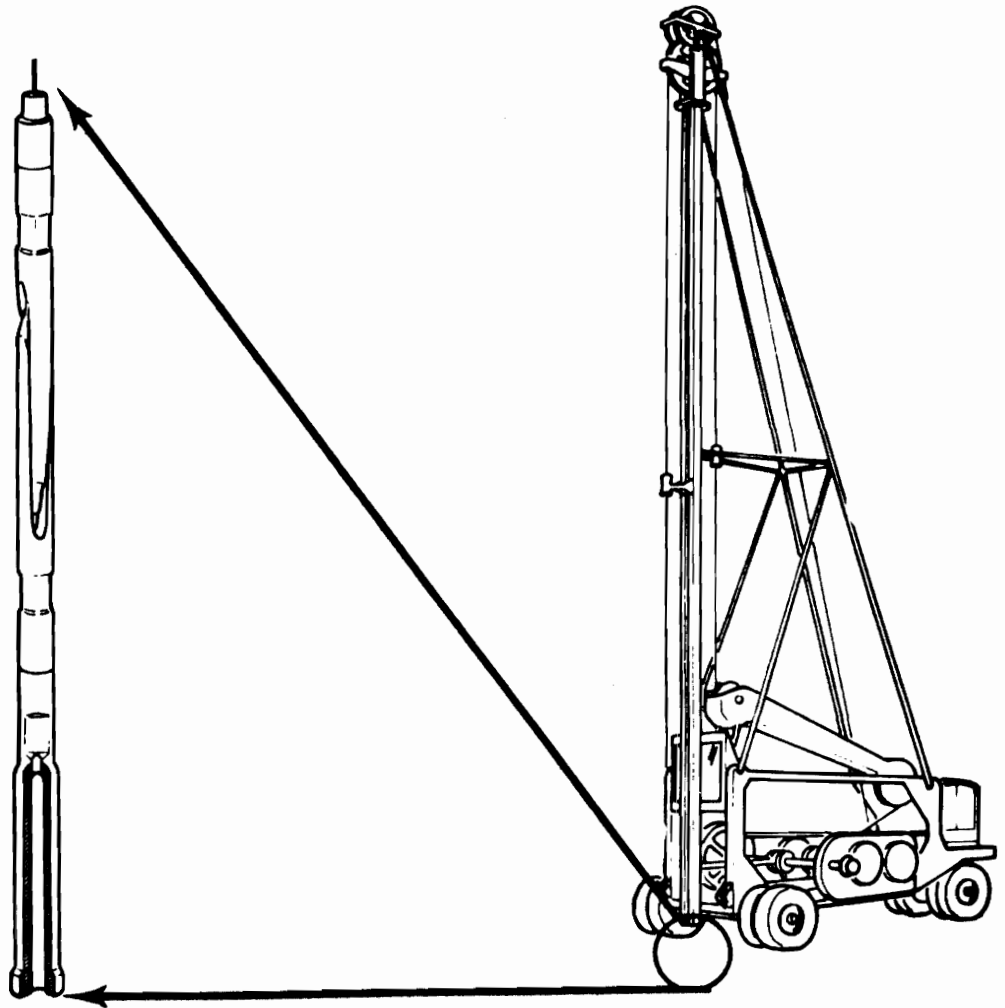
8B) Höggbor frá Jarðboranadeild Orkustofnunar, byggður á beltavagn. Meitillinn er uppi.



8C)  
Höggbor;  
meitillinn  
er á botni  
holunnar,  
en ausan  
(bailer)  
er uppi.



The method consists of raising and dropping a heavy chisel which crushes a few millimetres of rock with each blow. The method, based on the principle of percussion, has its greatest application in hard kinds of rock but can also be used in loose formations if casing tubes are driven down at the same time.



Cable tool drill

8D) Höggbor á hjólum. T.v. sést borreitillinn.