

ORKUSTOFNUN

JBR VOD

LESHEFTI FYRIR
KJARNABORUN

BORMANNANÁMSKEIÐ
Í APRÍL 1982

E F N I

BORTÆKI
VÖKVAKERFI VINNUVÉLA
STÁLVÍRAR OG LÁSAR
SKIPULAGNING VERKA
LÝSING JARÐLAGA
LEKTARPRÓFANIR

BORMANNANÁMSKEIÐ

Í APRÍL 1982

BORTÆKI

PER KROGH
TÓK SAMAN

1.	Krónur og rýmarar	1
1.1.	Rýmarar	1
1.2.	Demantskrónur og karbitkrónur ..	2
1.3.	Demantskjarnakrónur	2
1.4.	Krónuval	4
1.5.	Karbitkrónur	6
1.6.	Um demanta	7
2.	Kjarnarör	13
2.1.	Borun með vírlínubúnaði	15
2.1.	Varahlutir á borstað	16
2.3.	Fóðringar	16
2.4.	Borstengur	17

BORTÆKI1 Krónur og rýmarar1.1 Rýmarar

Rýmarar (reamers) eru stuttir og rörformaðir hólkar, og hafa það hlutverk að:

1. Tengja saman kjarnakrónuna og kjarnarörið
2. Halda holuþvermáli sem nákvæmustu

Utan á rýmarahólkunum eru svo settir annaðhvort demantar eða karbitstál, aðallega með tvennum hætti:

1. Með ræmum langsum hólkinum, eða
2. alsettan heilan hring. Helstu gerðir eru sýndar á mynd 1.

Lang mest er notað af rýmum með demantsræmum langsum á hólkinum, en ef boruð er djúp hola í harða klöpp, getur borgað sig að nota rýmara með hring alsettan demöntum, þrátt fyrir talsvert herra verð, þar sem hann endist mun betur.

Rýmarar með karbit-körtum (carbide insert), eða harðsuðuræmum notast gjarnan í grynri holum, ef berglöggin eru ekki mjög hörð. Sé um harðkornótta klöpp að ræða (þ.e. mjög slævandi), mun borga sig að nota demantsetta rýmara.

Á "G" gerð af kjarnarörum eru rýmararnir með box í báða enda, og gildir þetta bæði fyrir einföld og tvöföld kjarnarör. Rýmarar af "M" gerð eru með pinna í báða enda. Vírlínu-rýmarar eru með box og pinna og svo eru einnig til gildir rýmarar (stórir).

Til eru líka rýmarahólkar án nokkurs slitlags (blank) og eru þeir mestmegnis notaðir sem hlífar fyrir gengjur á kjarnarörsendann. Venjulega mun borstjórinn vita allra manna best hvernig á að velja réttan rýmara hverju sinni.

1.2 Demantskrónur og karbitkrónur

Eitt af mikilvægustu og dýrustu tækjum sem notuð eru við kjarnaboranir er krónan (bit). Flestar krónur, sem notaðar eru við kjarnaborun, eru smíðaðar úr gæðastáli og eru skurðfletirnir innan og utan settir demöntum.

Demantastærð er fyrst og fremst ákveðin með tilliti til eiginleika bergsins sem borað er í. Krónur með stóra demanta eru venjulega notaðar í línu bergi, þar sem þeir hjálpa til að halda krónunni hreinni. Hafa má samt í huga, að stórir demantar þola meira höggálag en litlir, og eru því einnig notaðir í harðri, sprunginni klöpp. Í harða, fínkornótta klöpp eru venjulega notaðar krónur settar litlum demöntum. Í tiltölulega lín berglög má oft nota krónur með karbitkörtum í stað demanta. Verð karbitkróna er u.þ.b. tíundi hluti af verði demantskróna.

Krónubanar og vatnsgöng. Tvær af mikilvægustu breytistærðum við hönnun á kjarnakrónu er lögum banans ásamt stærð og fjölda vatnsganga. Á mynd 2 eru sýndar sex mismunandi útfærslur, sem kalla má hálfgrúnaður hálfflatgur, flatgur, rúnnaður og þrepaður. Krónur með hálfgrúnuðum bana eru lang algengastar. Ef borað er með vírlínubúnaði notast nær undantekningarlaust þrepaðar krónur (mynd 15). Venjulega eru kjarnakrónur útbúnar með tveim eða fjórum vatnsgöngum. Í línu bergi getur borsvarfið stíflað krónuna og gert hana óvirka og er þá oftast valin króna með fjórum vatnsgöngum. Hinsvegar krefst hart, fínkornótt berg mun minni vatnsskolunar og er oftast látin nægja króna með tveim vatnsgöngum við borun í það.

1.3 Demantskjarnakrónur

Kjarnakrónur af "G"-gerð eru notaðar með "G"-gerð kjarnaröra. Þessar krónur henta yfirleitt vel undir flestum kringumstæðum.

Krónur af "M"-gerð eru tvennskona, annaðhvort með venjulegum vatnsgöngum (vatnsraufum) þar sem skolvatnið streymir niður milli kjarna og krónu og undir krónubanann. Ef ástæða er til að halda að skolvatnið myndi eyða kjarnanum um of, eru vatnsgangar boraðir langsum í neðri enda krónunnar svo að skolvatnið fer beint niður undir banann og upp utanmeð krónuhólknun án þess að teljandi hætta sé á að kjarninn rýrist.

Þessar krónur eru með innangengjum og hólkarnir langir (mynd 4), þannig að neðri innri hólkur og kjarnagrind komist sem allra næst bananum. "Stórar" kjarnakrónur eru stuttar og fást með vatnsgöngum eftir vali á sama hátt og "G"-krónur (mynd 5).

Demantsduftkrónur (Diamond impregnated bits) eru framleiddar með öðrum hætti en demantssettar krónur, þar sem hver demantur er settur í "matrix" eftir ákveðnu munstri. Í duftkrónum eru muldir demantar blandaðir í maasa sem er pressaður á krónuhólkinn við töluvert háan hita (mynd 6). Við borun slípast matrix og demantar þannig að nýir demantar taka við af þeim sem slitna eða slípast úr bananum við borun. Duftrónur eru notaðar þangað til þær eru upp étnar og má segja að þær séu sjálfskerpandi.

Fóðurrörskrónur og krónur á fóðurrörsskó (Casing bits and casing shoe bits). Þessar krónur eru notaðar þegar jarðlag er veikburða og vill hrynja, eða skápar myndast í holunni. Fóðringin er þá boruð niður. Báðar krónutegundir eru fánlegar með settum demöntum eða með demantsdufti.

Myndir 7 og 8 sýna glöggst mismuninn á krónu og skó. Sú fyrri er sett demöntum utan og innan, svo rýmra verður um kjarnastautinn. Fóðurrörskrónan er oftast tekin upp aftur og holað svo fóðruð. Krónurnar eru því vandaðar og nokkuð dýrar.

Fóðurrörsskó-krónur hafa enga demanta að innanverðu, og er innra þvermál þeirra heldur meira. Hér skilur á milli. NW-kjarnakróna sleppur vel gegnum NW fóðurrör og fóðurrörsskókrónu en alls ekki gegnum fóðurrörskrónu. Fóðurrörsskó-krónur eru tiltölulega ódýrar og eru venjulega skildar eftir með fóðringu. Í stuttu máli; ef áætlað er að bora dýpra en fóðringin nær, notast króna á fóðurrörsskó (mynd 8).

Karbitkrónur og sagtakkaðar krónur eru notaðar á sama hátt og í sama tilgangi og demantskrónur, en henta helst í linari jarðlög. Aðalkosturinn við þær er að þær eru ódýrar. Myndir 9, 10 og 11 sýna mismunandi gerðir af karbit-krónum. Gerðir 9 og 10 eru með körtu settar í matrix en á gerð 11 eru skurðarfletirnir myndaðir með því að rafsjóða með karbitvír beint á krónuhólkinn. Gerð 10 þolir vel högg sem myndast

t.d. í sprunginni klöpp eða af grjótمولum í lausum jarðvegi. Þetta gildir í enn ríkara mæli um krónugerð ll sem oft er notuð í hörð setlög og lina basaltklöpp. Þessi gerð útheimtir meira skolvatn en hinar, en er jafnframt síður hætt við að stíflast.

Demantskrónur sem ekki skila kjarna (non coring). Ef borholur eru ætlaðar t.d. til grautunar eða sprenginga er ekki nauðsynlegt að nota kjarnabúnað. Krónur þessar fást í öllum stöðluðum stærðum. Hér verður eingöngu fjallað um demantskrónur, þar sem öðrum gerðum verða gerð skil annars staðar.

Algengustu gerðirnar eru þessar:

1. Íhvolf króna (konkav) mynd 12. Þessi króna borar hratt og vinnur vel í frekar lín berglög. Krónur af þessari gerð eru tiltölulega ódýrar.
2. Leiðarakróna (pilot) er aðallega notuð í hörðu bergi, og eins og myndin ber með sér stýra krónurnar mjög vel, og frávik frá beinni stefnu ásamt titringi verða í lágmarki. (Mynd 13).
3. Kónisku krónurnar (mynd 14) má nota bæði til að auka þvermál holu (holuvíkkari) og til að rýma holu sem ekki er nægilega víð (rýmari). Krónur þessar vinna hratt, af þeim stafar lítill titringur upp í borstengur og hjálpar það til við að halda holunni beinni.

1.4 Krónuval

Þegar velja skal krónu, kemur reyndar ekkert í stað reynslu borstjórans þ.e. reynslu hans í kjarnaborun almennt og reynsla hans á sama vinnu-svæði þegar best lætur eða þá á svipuðum svæðum. Tilgangurinn með þessum stutta kafla er að benda á nokkur aðallögmál áður en menn fara að gera tilraunir með mismunandi demöntum og krónugerðum.

Helstu breytistærðir hvað þessu viðvíkur eru:

1. Demantsgæði
2. Demantsstærð
3. Eiginleiki matrix sem heldur demöntunum á sínum stað.

Þá má nefna banagerð, fjölda vatnsraufa og munstrið sem demöntum er raðað eftir.

Engin ein og endanleg lausn er til í þessu máli. Berglöggin eru margbreytileg innan hvers svæðis svo og á milli svæða. Samt verður að reyna að finna þá krónugerð eða þær krónugerðir sem reynast best á hverju svæði.

Þegar öllu er á botninn hvolft, er rétta krónansú sem skilar bestum kjarna miðað við heildarkostnað borverksins. Það getur verið dýrasta krónan en það getur líka verið sú ódýrasta.

Borverkstjóri og/eða borstjóri velja venjulega krónurnar. Beinast liggur við að velja samkvæmt demantsgæðum. Demantsgæði eru ekki einhlít og engin alþjóðlegur staðall er til. Engu að síður hafa margir stórnotendur búið til eigin staðla, eins og t.d. verkfræðideild Bandaríkjahers, og hafa með því þvingað krónuframleiðendur til að verða við kröfum sínum hvað varðar form demantsins, innri uppbyggingu og gæði. Bestir þykja demantar sem eru ávalir eða kúluformaðir, án rispa og innbyggðra efna af öðrum uppruna. Að minnasta kosti fræðilega munu gæðademantar leyfa meira álag á krónuna, og meiri snúningshraða áður en vart verður við titring í holunni. Gæðademantar eru helst notaðir í hörðu bergi, þar sem hraðari borun fer að skipta meira máli en verð krónunnar. Ef berglöggin eru mjög hörð en sprungin, er ekki gefið mál að króna sett gæðademöntum sé besta valið. Sprungið berg er hneigt til að valda höggi á krónuna og þó að demantar séu harðasta efni sem til er eru þeir samt brothættir og geta klofnað eða sundrast þegar þeir fá mörg og þung högg eða þá hreinlega losnað úr matrix-massanum. Þess vegna verður að velja demanta með tilliti til hve illa sprungin klöppin er. Inn í þetta dæmi kemur líka reynsla og tilfinning borstjórans fyrir því sem er að ske á holubotninum.

Í línun berglögum (t.d. leirsteinn, kalksteinn, siltsteinn) getur demantastærð haft úrslitapýðingu og ber að nota stóra demanta (10-26 steinar í karati) þannig að skolvatnið eigi greiða leið undir krónubann og haldi þar með krónunni hreinni. Stórir demantar auka bilið milli klappar og matrix, og tryggja þar með betri skolun. Þegar berglög harðna, má svo velja smærri demanta. Á krónu með litlum demöntum eru demantarnir hlutfallslega þéttari, en þegar um stóra

demanta er að ræða. Í hörðum, heillegum berglögum eru valdir litlir gæðademantar

"Matrix" er bindiefni er heldur demöntunum á sínum stað og er e.t.v. annar mikilvægasti þátturinn þegar velja skal krónu. Æskilegt er að það slítist nokkurn veginn jafnt og demantarnir, þannig að nýir demantar taki við af þeim slitnu, og góð skolun haldist undir krónubananum, og krónan skeri vel.

Meðal annarra orða, matrix-hörku ber að velja eftir því hve slævandi borsvarfið er. Enn einu sinni, vitneskja um berglöggin og tilfinning borstjórans um ástand þeirra verða að hafa úrslitaáhrif á valið hverju sinni.

Engu að síður er hægt að benda á nokkrar almennar reglur sem hafa má til hliðsjónar þegar ákveða skal aðaleiginleika krónunnar, þ.e. demantsstærð gæði og matrix (Tafla 1).

1.5 Karbitkrónur

Í þessu sambandi verður líka að fjalla um karbitkrónur. Karbitkrónur eru líkar demantskrónum að því leyti að velja má um körtu-gerð (standard eða pýramídaform) og matrix. En skerandi eiginleikar þeirra eru mjög ólíkir. Karbitkörtturnar eru ekki nærri því eins harðar og demantarnir, en á hinn bóginn eru þær ekki eins brotgjarnar og ekki eins dýrar. Karbitkörtturnar eru miklu stærri en demantarnir sem notaðir eru í demantskrónur. Karbitkrónur henta best í lin jarðlög sem eru það illa sprungin að demantskrónunni myndi hætta til að skemmast eða brotna.

Taflan segir okkur að karbit-krónurnar henta vel í lin og millihörð berglög. Þegar harkan er meiri, mun demantskrónan verða ódýrari á hvern boraðan metra.

Þessi kafli gefur einungis grófar útlínur fyrir krónuval og með hliðsjón af þessum línunum verður að prófa sig áfram þangað til besta lausnin er fundin.

1.6 Um demanta

Áður en taflan í lok greinarinnar er athuguð, kann að vera fróólegt að kynnast nánar því efni, sem gerir demantsborun mögulega.

Demantar eru harðasta efni sem þekkt er og þegar þeir eru notaðir til að sverfa, vinna þeir á öllum öðrum efnunum. Demantsborun er fólgin í mulningi, og þar af leiðandi geta demantar unnið sig í gegn um hvaða berg sem fyrir verður. Á Moh-skala er kvarts talið hafa hörkuna 7, borundum hörkuna 9 og demantar hörkuna 10. Þetta hefur oft valdið misskilningi á hörku demanta. Betri mynd fæst með því að athuga niðurstöður bandarískra tilrauna frá 1939. Þar fær kvarts 710-790 stig, borundum 1700-2200 og demantar 8200-8500. Í stað þess að hafa 7/10 af hörku demanta eins og hjá Moh, hefur kvarts hér aðeins tíunda hluta af hörku demanta.

Þetta er sannari samanburður, enda þótt enn aðrir hafa talið demanta 17 sinnum harðari en nokkurt annað þekkt efni. Tinna, martröð bormanna, er tiltölulega lin miðað við demant. Samt er erfitt að finna rétta notkunaraóferð, þegar demöntum er beitt í tinnu vegna þess hvernig hún brotnar. Sökum þess að demantar eru sveipaðir rómantískum blá sem gimsteinar, er margs spurt varðandi þá, og margar þær hugmyndir sem virðast ríkjandi, eru í raun villandi. Mikið ritmál er til um demanta, en þar sem sömu spurningarnar eru yfir höfuð bornar fram af þeim sem nota eða kunna að nota iðnaðardemanta og demantsborkrónur kynni að vera nýstárlegt að svara þeim hér.

1. Hvaðan koma demantar?

Demantar finnast einkum í Suður-Afríku. Önnur aðal demantasvæði heims er að finna í Zaire, Angóla, Gullströndinni, Sierra Leone, Tansaniu, Zinbabwe, Ubangi auk dreifóra svæða í Vestur-Afríku. Önnur framleiðslulönd eru m.a. Brasilía, Indland, Venezuela, Breska Guinya, Borneo, Ástralía og Bandaríkin. Fjögur þau síðastnefndu hafa þó aðeins lítið eitt af demöntum. Framleiðslan utan Afríku er sennilega ekki yfir 6% af heildarframleiðslunni.

2. Hvernig eru iónaðardemantar unnir úr jörðu?

Demantar eru unnir með venjulegum málmvinnsluaðferðum, mismunandi eftir aðstæðum. Framleiðsla Suður-Afríku kemur úr fornum árfarvegum, svokallaðri "blárrí jörð", sem er á miklu dýpi og inniheldur demanta í vatnaseti. Þessir demantar voru upphaflega unnir í opnum námum, en eru nú unnir neðanjarðar. Aðrar námur í heiminum eru í vatnaseti, og þar sem berghleifar finnast. Er efnið unnið í opnum námum, að öðru leyti eru notaðar vélskóflur. Demantarnir eru unnir úr málmgrýti eða malarsandi með því að þvo þá og láta þá fara yfir þar til gert færiband.

Demantar finnast í fjórum mismunandi gerðum, breytilegum að mólékúla- og kristallabyggingu. Þær eru: Bortz, Kongó, Carbonadó og Ballas. Carbonadó finnast aðeins í einum hluta Brasilíu og ganga venjulega undir nafninu "svartir demantar". Steinar, sem notaðir eru í iónaði eru skemmdir steinar, vankantaðir, eða að öðru leyti óhæfir til slípunar í gimsteina. Prósentuhluti gimsteina er mjög breytilegur frá einni námu til annarrar. Suður-Afríka, Gullströndin og Sierra Leone hafa háa hundraðstöðu slípanlegra steina, en Brasilía lítið eitt lægri. Önnur lönd framleiða að mestum hluta iónaðarsteina; Zaire framleiðir hlutfallslega lítið af slípanlegu efni, og ballas og carbonadó eru alls ekki hæfir í demanta.

3. Í hvað eru demantar notaðir?

Mest er notkunin nú í slípihjól, úr Kongó steinum muldum í ýmsar kornastærðir. Af annarri iónaðarnotkun má nefna margskonar steinsagir, bor- og smurningstæki, snertiodda, nákvæmnimæla, hörkumæla, borkrónur, bora og skera, í keramik- og gleriðnaði, útskurðar- og myndiðnaðartæki, linsufægingu, tannbora og demantsmél er notað til að skera og fægja aðra demanta.

Af þeim allmörgu gerðum og tegundum demanta, sem framleiddar eru, eru borts frá Kongó og Vestur-Afríku þær algengustu í námuiðnaðinum. Enda þótt öðrum tegundum sé stundum blandað saman við demanta frá Kongó (Zaire) og Vestur Afríku, mun aðeins verða vísað til þessara tveggja tegunda hér. Fram að þessu hafa þessar tvær tegundir ekki verið greindar sundur eða lýst, svo að iónaðurinn viti, hvað hann er að kaupa, og sennilegt verð hvorrar um sig.

Nafnið bortz innifelur alla demanta, sem ekki eru nothæfir sem gimsteinar; allir demantar, sem eru notaðir í borkrónur, eru því bortz. "Kongó" er bortz demantur, sem dregur nafn sitt af svæðinu, þar sem hann er unninn, Belgísku Kongó eða Zaire. Vestur Afríku bortz dregur einnig nafn sitt af svæðinu, þar sem það er unnið.

Enda þótt í tæknilegum skrifum sé ekki greint sérstaklega frá hörku- og eðlisþyngdarhlutfalli þessara tveggja tegunda, er samt eftirfarandi munur á byggingu þeirra: Vestur-Afríku bortz hefur klofningsfleti, en Kongó bortz, sem er fínkristallað, hefur þá venjulega ekki. Þess vegna getur Vestur-Afríku bortz brotnað um klofningsfletina, en það gerir Kongo ekki. Af þessum ástæðum álíta sumir aðilar, að blönduð bortz borkróna sé sú besta í raun. Hin fína kristallagerð Kongó bortz og hin tíðu skipti í stefnu kornabyggingarinnar valda því, að oddur demantsins brotnar, og svo lítur út sem um slit sé að ræða, og ókunnugum kann að virðast það linara en Vestur-Afríku bortz. Á hinn bóginn stenst það högg betur en Vestur-Afríku bortz.

Aðgreining borkróna. Demants borkrónur eru aðgreindar eftir demöntum, sem í þær eru notaðar. Hinar tvær tegundir demants eru notaðar í þrjár gerðir borkróna og eru almennt seldar til iónaðarins undir markaðsnöfn- um Kongó, Vestur-Afríku og Bortz. Kongó borkrónan inniheldur Kongó bortz; Vestur-Afríku borkrónan inniheldur Vestur-Afríkst bortz; Bortz borkróna inniheldur einfaldlega blöndu af góðu Kongó- og Vestur-Afríku bortzi. Verð pr. karat á Kongó borkrónu er venjulega lægra en verð pr. karat á Vestur-Afríku eða Bortz borkrónum, og það virðist hafa útbreitt þá skoðun, að orðið Kongó tákni demant af minni gæðum samanborið við Vestur-Afríku eða Bortz. Þetta er ekki alls kostar rétt, vegna þess að bæði lélegt og gott Kongó er unnið úr jörðu.

Verð á stærðum af V-Afríku gæða bortzi með meira en 6 til 10 stk pr. karat (1 karat = 0,2 g) fer ört hækkandi pr. karat vegna notkunar í demants áhaldaiðnaðinum. Verð á stærri gerðum af Kongó bortzi er ekki eins hátt vegna lögmálsins um framboð og eftirspurn. Þar af leiðandi er Kongó bortz í stærðum frá einum fjórða til eins steins pr. karat notað, þegar við ákveðin borunarskilyrði er þörf á borkrónum með stóra steina.

Verð demanta er byggt á karatþyngd auk framleiðslugjalds. Hver borkróna hefur eigin karatþyngd, heildarverð breytist því með hverri krónu. Þegar búast má við afar hörðum berglögum, eru demantarnir oft settir þéttar til að ná meiri afköstum. Þétt settir demantar hækka stofnkostnaðinn, en endurnýjunarverðgildið eftir notkun er venjulega hlutfallslega herra, svo að nettókostnaður verður sviðaður. Gæði demanta þeirra, sem settir eru í borkrónuna, ákveða venjulega verð pr. karat.

Gæðademantar. Eftir að hafa verið keyptir, eru demantarnir greindir eftir stærð og gæðum fyrir hina ýmiss konar notkun í iðnaði, þar á meðal demants borkrónur. Sumir borkrónuframleiðendur kaupa demanta tilbúna til að setja þá í borkrónuna. Aðrir kaupa óflokkaða demanta og greina þá sjálfir í sundur.

Sundurgreining demanta er gerð með nákvæmri skoðun og byggist á þekkingu fenginni með margra ára reynslu í demantsiðnaðinum. Hvert fylgitæki hefur sinn gæðastaðal, en almennt hafa öll betri fyrirtæki sambærilegan mælikvarða á steinstærð og gæði. Vegna hins nákvæma eftirlits á demantamarkaðinum, sem Diamond Syndicate í London hefur, getur einn kaupmaður ekki undirboðið annan án tillits til kaupgetu. Úr því stærð og gæði ákvarða verð demanta, er svipað að kaupa þá og aðra vöru. Kaupandinn fær öryggi og afköst í réttu hlutfalli við það, sem hann greiðir.

Munið ávallt að demantsborun er fólgin í mulningi. Nýjustu endurbætur og uppgötvanir á sviði borkróna og véla hafa miðað að því að gera hana að nákvæmnismulningi. Eftir því sem þessi tilhneiging færir í aukana, verður því betur hægt að nota hina þekktu tækni á sviði snúningstækja fyrir hönnun og framleiðslu demantsborkróna.

Gæði, stærð og lögun demanta þeirra, sem notaðir eru í demantsborun, hafa töluverða þýðingu fyrir afkastamöguleika borkróna. Þeim ætti aðið að koma þannig fyrir í massanum, að sem best not fáið af eiginleikum þeirra. Verð gefur ekki aðið til kynna hversu góðir þeir eru sem "skerar", en það skýrir hvers vegna farið var að nota gott bortz í stað karbonaðs, og hvers vegna meðaldýrt bortz og einstaka sinnum Kongó bortz, hefur í mörgum tilfellum verið notað í þess stað.

Því stærri sem demantarnir eru, því sjaldgæfara er að berg af hreinum demöntum finnist. Ef þeir eru rétt notaðir, fer notagildi þeirra sem "skera" í hlutfalli við gæði þeirra. Almennt þarf að nota góða litla demanta í þéttu hörðu bergi, en lint, illa samlipt berg er hægt að bora með góðum árangri með stærri demöntum í eitthvað lægri gæðaflokki.

Í raun eru takmörk fyrir því hvaða demanta er hægt að fá, og liggja til þess ýmsar ástæður. Þetta er eitt af því sem hefur orsakað hoga þróun. Unnið er stöðugt að tilraunum með notkun á þeim demöntum sem eru á markaðnum. Smám saman hefur tekist að lækka borkostnað á hvern metra og stöðugt opnast fleiri möguleikar fyrir notkun demants-bora. Hér eru hagkvæmstu not demanta dregin saman í töflu 1.

TAFLA 1

LEIÐBEININGAR VIÐ VAL Á BORKRÓNUM
OG RÝMISELL FRÁ CRAELIUS

DIAMY: HANDSETTAR DEMANTSKRÓNUR
DIABORIT: STEYPTAR DEMANTSKRÓNUR
TK KRÓNUR: HANDSETTAR KARBÍT KRÓNUR
CORBORIT: STEYPTAR KARBÍTKRÓNUR

HÖRFLOKKUR	BERGGJERD	BERG-HARKA	KARBÍTKRÓNUR		GERÐ DEMANTSKRÓNUR									RÝMI-SELL		
					DIAMY HANDSETTAR KRÓNUR						DIABORIT STEYPTAR KRÓNUR					
			TK KRÓNUR	CORBORIT	MILLIM.	DEMANTAR Á KARAT					MILLIMASSI			TK	DIAMY	
		EH	H	12	20	30	50	90	HH	HM	HS					
1	LEIR MJÚKUR KALKST. GIFS GOSASKA (TÚFF)	MJÚKT BERG	■	■												
2	SANDUR LAUS SANDSTEINN FROSINN JARÐ-VEGUR ÍS	MJÚKT TIL MEDALH. (BLAND-AD)	■	■												
3	MJÚKUR SANDSTEINN LEIRSTEINN	MEDALH. EKKI SLÆV-ANDI		■	■	■	■	■								
4	MEDALH. SANDST. SÍLTSTEINN ÁRSET (HARÐHAD)	MEDALH. SLÆV-ANDI		■	■	■	■	■								
5	HARÐUR KALKSTEINN	HART PÍ-NU SLÆV		■	■	■	■	■								
6	MARMARI PERÍDOTÍT ANDESÍT GRÓFK. BASALT PEGMATÍT	HART EN EKKI SLÆVANDI		■	■	■	■	■								
7	GNEISS GRANÍT BASALT GABBRO LÍPARÍT	MJÓG HART		■	■	■	■	■								
8	VÖLUBERG OG SLÆVANDI SANDSTEINN	MJÓG SLÆVANDI		■	■	■	■	■								

2 KJARNARÖR

Hlutverk kjarnarörsins er að safna kjarna á meðan á borun stendur, og að skila kjarnanum til yfirborðsins. Kjarnarör fást í mörgum útfærslum og má segja að í aðaldráttum er þeim lýst sem einföldum, tvöföldum og þreföldum. Staðlaðar lengdir eru þær sömu og gilda fyrir borstengur, þ.e.a.s. 610, 1525 og 3050 mm (2, 5 og 10 ft). Á myndunum sem fylgja þessum kafla eru borkrónur og rýmarar teiknaðir inn þó að þau séu ekki eiginlegir kjarnarörshlutir, heldur eru þau keypt inn sérstaklega og valin með tilliti til kjarnarörsgerðar. Í DCDMA-stöðlum (Diamond Core Drill Manufactures Association) eru skráðar fjórar gerðir sem eru "G", "M", "T" og "Stór" og skulu þeim gerð nokkur skil hér á eftir, og gefa þau góða mynd af þróuninni í kjarnarörasmíði.

Í DCDMA-stöðluðum kjarnarörum er öruggt að hægt er að skipta um hluti frá mismunandi framleiðendum. Óstöðluð kjarnarör eru líka til og ber þá helst að nefna rör sem eru gerð fyrir loft/leðju ásamt vírlínurörum.

"G"-kjarnarör geta verið einföld eða tvöföld, þau síðarnefndu annaðhvort með fasttengd innri rör (mynd 20) eða þá sigurnagla eða svifil gerð þar sem innra rörið snýst lítið og helst ekkert (mynd 21). Með "G"-gerð kjarnarörum eru notaðir stuttir borkrónuhólkar með utangengjur (pinna) og með kjarnagrindina í krónunni sjálfri.

Einföld G-kjarnarör eru ódýr og henta í heillegt berg þar sem ekki er hætt á að kjarninn eyðist sem nokkru nemur af skolvatninu eða núningnum.

Kjarnarör af þessari gerð eru líka notuð í holur sem ætlaðar eru fyrir sprengingar eða grautun. Næsta skref er svo tvöföld kjarnarör, "föst", þar sem innra rör snýst með ytra röri og skolvatnið fer niður á milli röra og hlífir þannig kjarnanum frá útskolun, en ekki frá slitni af völdum innra rörsins.

Út frá þessu þróaðist svo tvöföld gerð af kjarnarörum þar sem innra rörið snýst lítið sem ekkert og kalla má svifil- eða sigurnaglagerð. Vírlínu-kjarnarör eru afbrigði af þessu. Kjarnarör af svifilgerð fara vel með kjarnanum og eru notuð í sprungnu bergi með góðum árangri.

Með "M" gerð af kjarnarörum (mynd 22) tókst enn betur að koma í veg fyrir að kjarninn skolaðist út, með því að bæta við kjarnagrindarhólk (innri neðri hólkur), sem er framlengdur eins langt ofaní krónunni og hægt er, M-krónur eru með langan krónuhólk með gengjur innaní (box). En enn streymir vatnið meðfram kjarnanum á örstuttum kafla. Þegar skilyrði til kjarnatöku eru mjög slæm má enn bæta þetta með breytingu á krónunni sjálfri. eru þá boruð vatnsgöt í krónuveggina sjálfa með neðri op í bananum, þannig að snerting vatnsins við kjarnann verður hverfandi. Allar þessar endurbætur hafa verið gerðar í þeim tilgangi einum að bæta kjarnaheimtu í lélegu bergi. Eins og sýnt er á mynd samanstendur M-kjarnarör af eftirfarandi hlutum:

- | | |
|---------------------------|--------------------|
| 1. Kjarnarörshaus | (core barrel head) |
| 2. Smurkoppur | (grease plug) |
| 3. Vatnsgangur | (water course) |
| 4. Aksiallega | (trust bearing) |
| 5. Innri haus eða svifill | (inner head) |
| 6. Lofttæmingargat | (vent hole) |
| 7. Innra rör | (inner barrel) |
| 8. Ytra rör | (outer barrel) |
| 9. Rýmari | (reaming shell) |
| 10. Neðri hólkur | (lifter case) |
| 11. Kjarnagrind | (core lifter) |
| 12. Kjarnakróna | (core bit) |

"T"-kjarnarör. Einföld og tvöföld T-kjarnarör eru orðin stöðluð samkvæmt DCDMA og eru aðallega notuð í Evrópu og í Kanada og eru byggð upp á millimetrakerfi. Þau vinna mjög svipað og M-gerð af kjarnarörum, einföld og tvöföld.

Helsti kostur þessara röra er, að ef notaðar eru T-fóðringar sem eru mjög þunnveggjaðar, má innan EAB og N kerfisins koma við einni aukafóðringu. Baninn á krónunni er mjór og því nokkuð hætt við slysum, og fóðurrörin svo þunnveggjuð að gengjurnar þola ekki mikla herslu eða högg. eru þar því lítt hæfar til niðurrekstrar.

Þreföld kjarnarör eru notuð í illa samlímt jarðlag og í illa sprunginni klöpp. Helstu einkenni þeirra eru að inni innra rör er sett þunnveggjað glært plaströr úr 1,7 mm þykku efni og að í þeim er kjarninn

geymdur. Rörin ná 1,5 m löngum kjarna. Plaströrinu er svo dælt út úr kjarnarörinu með lofti eða vatni og nýtt sett í. Til að koma í veg fyrir að kjarninn skolist út eru valdar krónur með vatnsgötum í bananum í stað raufa.

2.1 Borun með vírlínubúnaði

Vírlínutæknin (Wire line coring) var fyrst tekin í notkun við olíuboranir snemma á fimmta áratugnum. Nú notast vírlínubúnaður í æ ríkari mæli í rannsóknum, og þá sérstaklega í djúpum holum, í linu eða meðalhörðu bergi. Mismunurinn á venjulegum kjarnabúnaði og vírlínubúnaði felst aðallega í gerð kjarnaröra og borstanga. Þar við bætist vírlínuspilið, sem er notað til að slaka niður sendli (overshot). Losar hann innra kjarnarörið um leið og hann festist í það, og gerir kleift að hífa það upp, ásamt kjarnanum. Þegar svo er búið að ná kjarnanum út og hreinsa rörið, er það sent niður aftur, og læsist þá sjálfkrafa í ytra rörinu. Vírlínukjarnarörin líkjast mjög venjulegum tvöföldum kjarnarörum og notkun þeirra við borun lítið frábrugðin þeim

Venjulegar kjarnaborstengur eru sem fyrr segir skrúfaðar saman með tengi með verulega minna innanmáli en stengurnar. Vírlínustengur er sléttur að innan sem utan og gengjurnar renndar í rörvegginn, pinni og box. Með þessu móti er hægt að hífa innra rörið með kjarnanum upp í gegn um borstengurnar, og renna það niður aftur án þess að þurfa að taka upp borstengur, ytra rör og krónu þegar losa skal kjarna. (Mynd 16).

Með vírlínubúnaði sparast margar hífingar á borstangalengjunni og nýtur hann sín best þegar holurnar fara að dýpka og bergið er frekar lint eða sprungið.

Til viðbótar við háan stofnkostnað og dýrt viðhald á þessum búnaði er hann ekki sem bestur í hörðu bergi vegna þess að þrepakrónurnar endast venjulega ekki eins vel og venjulegar krónur. Getur því farið svo að hífa þurfi alla lengjuna oftár en ella, til að skipta um krónu. Í hörðu bergi getur verið hagkvæmara að nota venjulegan kjarnabúnað.

"Q"-kjarnarör sem notuð eru við vírlínuborun eru ekki stöðluð innan DCDMA-kerfisins, svo vitað sé, og alls ekki hægt að treysta því, að varahlutir frá einum framleiðanda passi í kjarnarör annars.

Aðalhlutirnir í vírlínakerfinu eru: demantskróna, rýmari, innri og ytri kjarnarörssamstæður, sendill (overshot assembly), borstangir og vírlínuspil. Krónur og rýmarar gegna sömu hlutverkum og í venjulegum kjarnarörum og eru stöðluð samkvæmt DCDMA. Með Q-kjarnarör er eingöngu hægt að nota Q-rýmara.

Borstangir eru gerðar þannig, að innra kjarnarörið sleppur í gegn um þau. Þess vegna er utanmál á Q-stöng heldur meira og rörveggirnir þynnri en í t.d. W-stöngum, og eru sléttar innan sem utan. (Mynd 16).

Q-kjarnarör vinna líkt og venjuleg tvöföld rör þegar á hólminn er komið, þótt gerð þeirra sé nokkuð frábrugðin. Ytri rörin eru nauðalík nema læsibúnaðurinn fyrir innra rörið. Annar munur er, að í Q-rörum er kjarnarörshausinn (correbarrel head) hluti af innra rörinu (mynd 23).

2.2 Varahlutir á borstað

Við vírlínuboranir er nauðsynlegt að hafa annað innra kjarnarör (inner tube assembly), svo hægt sé að setja það niður strax, og halda borun áfram á meðan kjarninn er losaður úr rörinu sem komið er upp, og rörið hreinsað og smurt. Auk þess er mælt með að þessir varahlutir séu fyrir hendi:

- 1 sendill
- 6 demantskrónur
- 3 rýmarar
- 12 kjarnagrindur (core lifters)
- 3 innri neðan hólkar (inner tube extensions eða lifter cases)
- 3 stýrihringir (inner tube stabilizers)
- 1 spilvír, ásamt nauðsynlegustu varahlutum í vírlínuspilið.

2.3 Fóðringar

Við demantskjarnaborun eru notaðar tvær fóðurrörsgerðir kallaðar "X" og "W", þessi tákni eru ákveðin af DCDMA sem sér um stöðlun fyrir neðanjarðarbúnað í sambandi við kjarnaborun. Þetta kerfi tryggir að alla kjarnaborsvarahluti má nota á víxl frá öllum framleiðendum. Í Evrópu eru aðallega notaðar fóðringar og annar neðanjarðarbúnaður staðlaður samkvæmt metramáli.

"X" flokkurinn er framleiddur úr kald-dregnum saumlausum stálrörum og samsettur með nipplum með sama utan og innanmáli og rörin. Saman-skrúfuð rör eru því slétt utan sem innan. Ef reka þarf rörin niður sem nokkru nemur, er ekki mælt með "X" gerðinni (mynd 17).

Næsta mynd sýnir samsetningu á "W" fóðurröri. Hér er engin laus nippill en rörin sjálf gengjuð svo að þau passa ofaní hvert annað. (Pin and Box) Rörin eru slétt innan og utan og eru þykkeggjuð svo að þau þola nokkuð harkalegan niðurrekstur (mynd 18).

Ytra þvermál X- og W-röra er eins, og W-gerðin er með sama innanmál og nipplur í X-gerðinni, og eru því efnismeiri. Fóðurrör hönnuð skv. metrakerfinu er þunnveggjaðra en skv. DCDMA-kerfinu, og leyfir því fleiri fóðringar. Gallinn á þeim er, að þau eru ansi veikburða (Sjá töflu 7).

2.4 Borstengur

Borstengurnar eða borlengjan er tengiliðurinn milli efri enda kjarna-rörs og svifils. Efni í borstengur eru heildregin, kaldvölsuð rör, venjulega í stöðluðum lengjum, 0.610, 1.525 og 3.050 m (2, 5 og 10 fet). Jafnframt því að tengja kjarnarörið við yfirborðið og snúa því, þjóna stengurnar líka því hlutverki að flytja skolvatnið niður, undir krónuna til að kæla hana og flytja borsvarfið upp. Á yfirborðinu eru borstengurnar tengdar við:

- 1. Svifilinn eða vatnstoppinn.
- 2. Borvélina, venjulega í svokallaða patronu með stálkjöftum sem herðast að efstu stönginni.
- 3. Bordælu sem tengist við svifilinn með barka.

Snúningurinn, ásamt álagi á demanta á botni holunnar sker eða molar bergið. Borstangatengi eru ávallt með sama utanþvermáli og stengurnar en innanþvermál til muna minna. Tengin eru með pinnum í báum endum og eru smíðuð úr gæðastáli og jafnvel hert til að auka endingu þeirra. Endingartímann má líka bæta talsvert með því að hafa endaskipti á tengjunum. Undantekning frá þessu er vírlínubúnaður sem verður gerð skil á öðrum stað.

Kenni- merki	Kjarna- þvermál mm	Holu- þvermál mm	Holu- rýmd l/m	Stærð Gerð Tákn	OD mm	JD mm	Vigt + stöng 3,05 m (10 ft)	ggr á 1"	tengi JD mm	l/m Innan	l/m Útan
	AMGM 30,0	48,0	1,83	AW	44,4	22,2	19,0	3	15,8	0,76	1,55
	BWGM 42,0	60,0	2,86	BW*	53,9	30,9	19,5	3	19,0	1,55	2,28
	NWGM 54,7	75,6	4,58	NW*	66,6	44,4	24,5	3	34,9	2,61	3,48
				HW*	88,9	57,1	38,6	3	60,3	4,83	6,20
	HWG 76,2	99,2	7,83	AW	44,5	34,9	14,1	4	0,99	1,55	
				BQ	55,6	46,0	18,2	3	1,69	2,43	
				NQ	69,9	60,3	23,0	3	2,91	3,03	
				HQ	88,9	77,8	46,7	3	4,82	6,20	
	AQ 27,0	48,0	1,84	AW	57,1	48,4	16,8	4	1,87		
	BQ 36,5	60,0	2,87	BW	73,0	60,3	31,7	4	2,90		
	NQ 47,6	75,7	4,59	NW	88,9	76,2	39,4	4	4,63		
	HQ 63,5	96,0	7,36	HW	114,3	101,6	51,1	4	8,23		
	AW 48,2	59,5	4,87	AX	57,1	50,8	13,6	8	48,4	2,06	
	BW 60,1	75,3	6,03	BX	73,0	65,0	21,7	8	60,3	3,40	
	NW 75,9	91,8	7,43	NX	88,9	80,9	27,6	8	76,2	6,30	
	HW 99,6	117,4	9,5	HX	114,3	104,7	41,6	5	100,0	8,49	

* Uppsett tör + DCDMA staðall lengd
3,05 m (10 ft) m tengi

Það þarf stöðugt að hafa góðar gætur á tengjunum til að losna við brot við borun eða niðurrekstur. Bestu borstengurnar ber iðulega að nota við borun þar sem snúningshraði er mikill og hætta er á titringi Stöng sem er bogin eða slitin getur haft áhrif á bæði kjarnaheimtu og -gæði og orsakað slæma endingu krónunnar. Þegar borun hefst, er góð venja að hafa timburfleka til að láta stengurnar standa á svo að tengin fyllist ekki af óhreiningum.

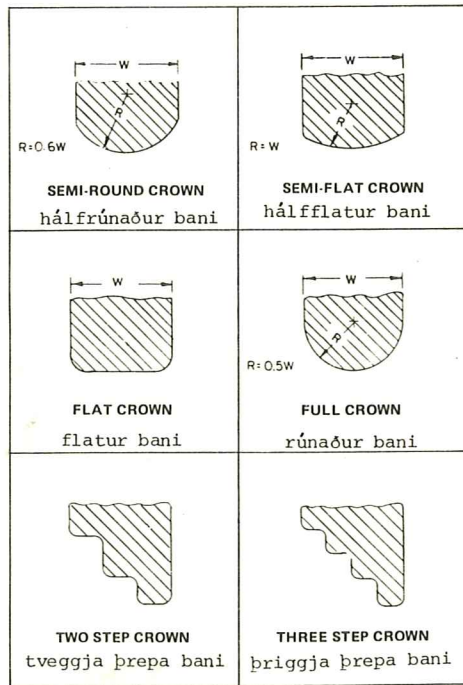
Þegar stöng er sett niður á alltaf að kíkja í gegn um hana til að vera alveg viss um að hún sé ekki stífluð, annars er hætta á að skolvatnið fari niður í litlu holurnar í kjarnarörshausnum og stífli þær. Til að prófa hvort stengurnar séu beinar er einfaldast að rúlla þeim á sléttum fleti Notið aldrei borstengur í stað járnkarls eða þessháttar og leyfið aldrei farartæki að böðlast yfir þær.

Það sem við nefnum X borstangir var strikað út af DCDMA stöðlum 1956, en eru enn víða í notkun, sérstaklega í könnun á yfirborðsjarðlagi, og gildir það fyrir W- og X-stangir.

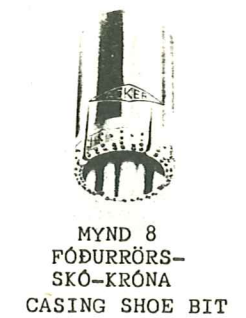
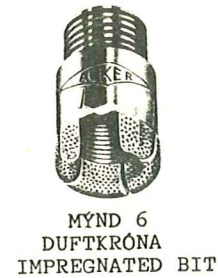
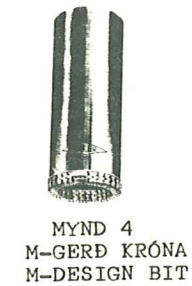
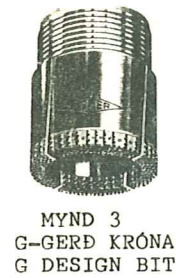
Vírlínustangir eru gengjaðar með box og pinna, og engin laus tengi og eru sléttar að innan sem utan, mynd 16). Algengast er að nota Q-stangir þar sem box-endinn er krómaður með u.þ.b. 0.4 mm þykku krómi. Krómaðir fletirnir slitna hægar en stangirnar sjálfar, og hjálpa til að koma í veg fyrir titring í borstangalengjunni, en hann ræður mjög oft snúningshraða.



MYND 1
RÝMARAR

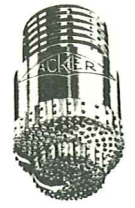


MYND 2
BANAFORM Á DEMANTSKRÓNUM





MYND 12
ÍHVOLF HEILKRÓNA
CONCAVE NON-
CORING BIT



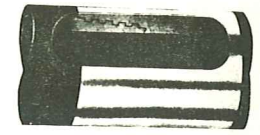
MYND 13
"PILOT" HEILKRÓNA
PILOT NON-
CORING BIT



MYND 14
KEILUMYNDUÐ
HEILKRÓNA
TAPER NON-
CORING BIT



MYND 15
VÍRLÍNKRÓNA
WIRE LINE BIT



AQ, BQ,
NQ & HQ
Design

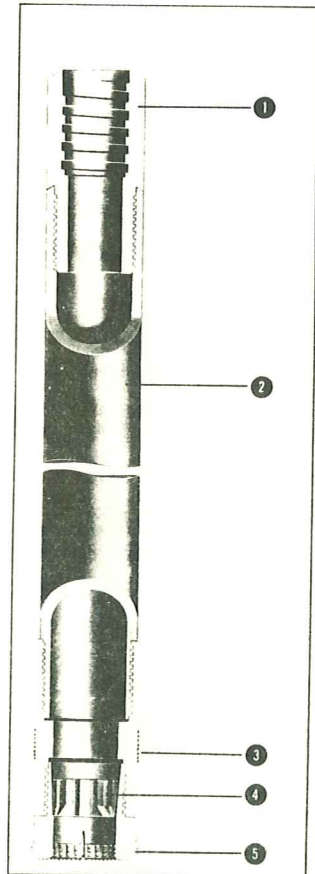
MYND 16. GENGJUR Á VÍRLÍNUSTÖNGUM.



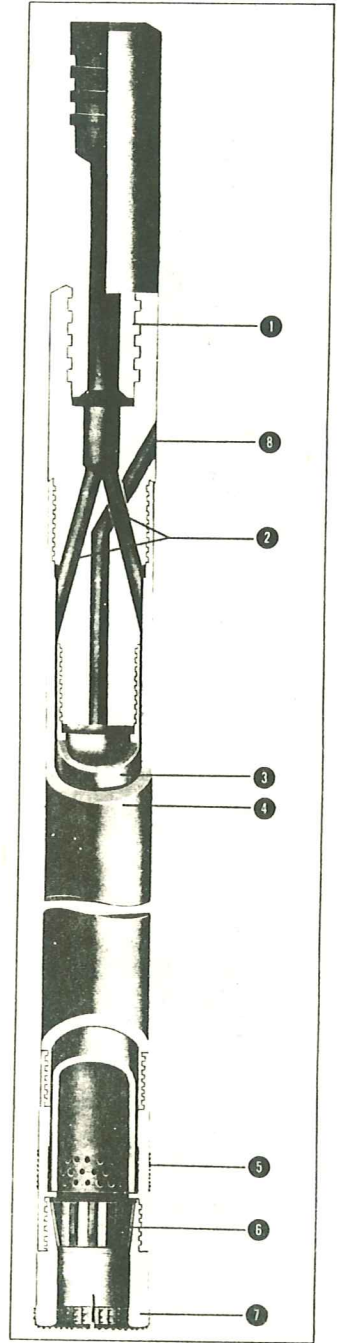
Mynd 17
Fóðurrör, X-gerð
"X"-group coupled casing



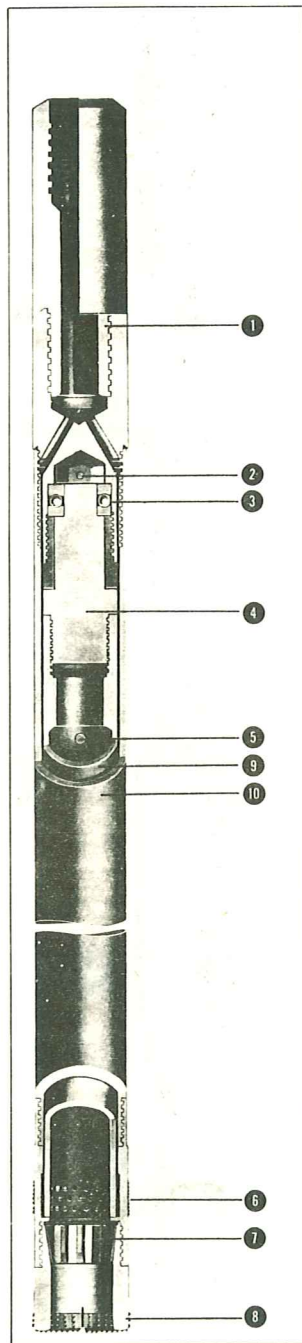
Mynd 18
Fóðurrör, W-gerð
"W"-group flush joint casing



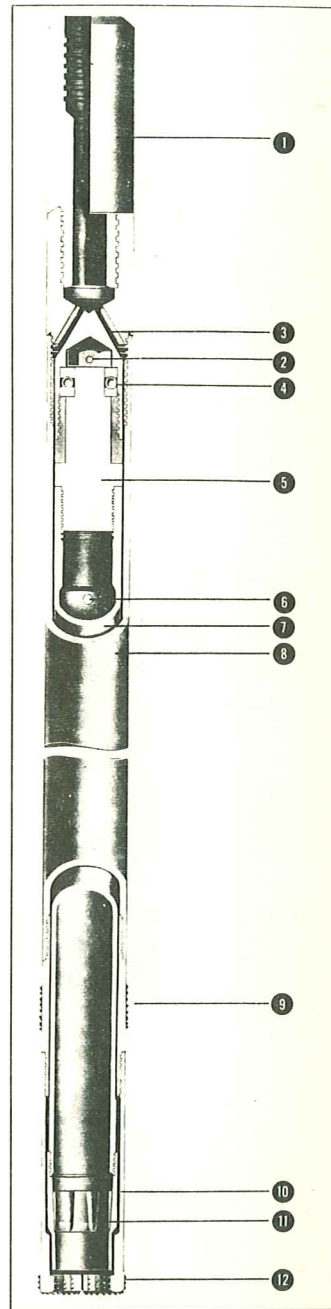
Mynd 19. "G" kjarnarör einfalt



Mynd 20. "G" kjarnarör tvöfalt



Mynd 21. "G" kjarnarör
tvöfalt; svifil gerð



Mynd 22. "M" kjarnarör



Spjótsoddur fyrir sendikló.

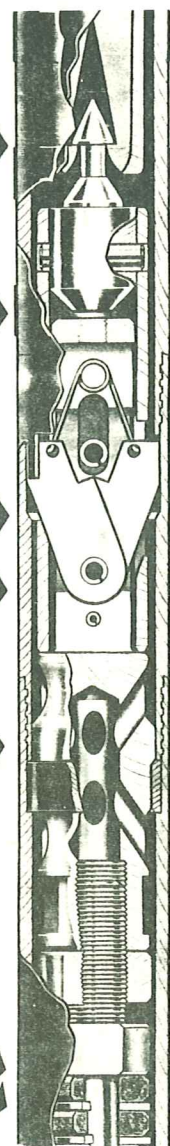
Borium harðsuða.

Læsipallar fyrir innra rör.

Losunarhólkur fyrir innra rör.

Innra rör hvílir á stall í ytra rörinu til að koma í veg fyrir að innra rör snúist vegna snertingu við krónu.

Tvöföld loka, er þenst út í ytra rör ef fyrirstaða er í kjarnanum, og vatnsþrýstingur hækka skyndilega.



Kúlulega tekur álagið ef innra rör ýtist upp.

"Hangandi" lega ber uppi innra rör þegar enginn kraftur verkar upp og rörið leikur frjálst.

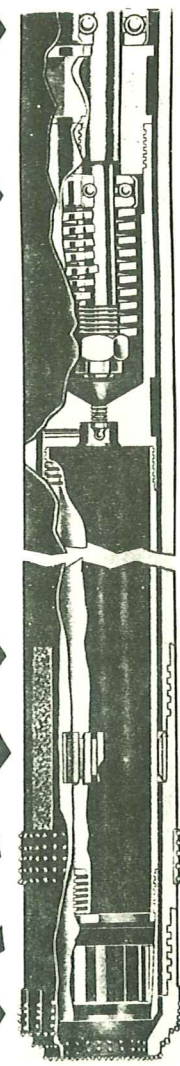
Innra rör. Hlífir kjarna gegn vatnsskolun.

Stýrihólkur. Heldur innra röri í miðju þess ytra.

Rýmari.

Kjarnagrind.

Borkróna.



Mynd 23. "Q" kjarnarör

BORMANNÁNAMSKEIÐ

Í APRÍL 1982

VÖKVAKERFI
VINNUVÉLA

NÁMSKEIÐ FYRIR
STJÓRNENDUR
VINNUVÉLA; HLUTI

1. VÖKVAKERFI - FRUMATRÍÐI.

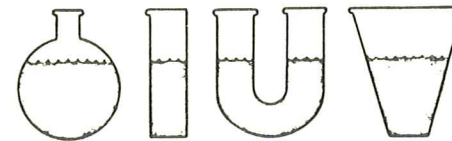
EFNISYFIRLIT

	Bls.
1 VÖKVAKERFI - FRUMATRÍÐI	1
1.1 Inngangur	1
1.2 Eiginleikar vökva - hugtök	2
1.3 Olíur á vökvakerfum	6
1.4 Aðalhlutar vökvakerfis	8
1.5 Tvenns konar vökvakerfi	12
2.3 Pípur, slöngur og tengi	15
2.4 Frágangur á vökvalögnum og vökvaslögnum ...	19
3 VÖKVASÍUR	21
3.1 Síunaraðferðir - síugerðir	21
3.2 Síunarhæfni	23
3.3 Óhreinindi og áhrif þeirra	24
3.4 Eftirlit með síum	26
4 LOKAR Í VÖKVAKERFUM	28
4.1 Lokar sem ráða þrýstingi	28

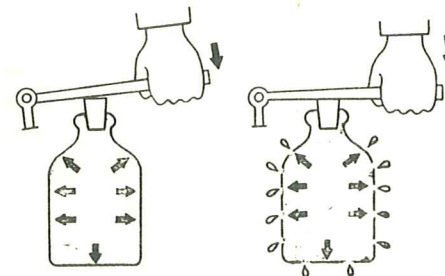
1.1 INNGANGUR

Vökvafræðin er, eins og svo margar greinar tækninnar, bæði gömul og ný. Vatnshjólíð, sem aflagjafi, hefur t.d. verið þekkt frá því í fornöld. Hins vegar er notkun vökva undir þrýstingi, búnaður til að yfirfæra krafta og framkvæma margbrotnar hreyfingar, tiltölulega ný tækni. Hröðust hefur þróunin verið síðustu þrjátíu árin.

Oft er spurt hvers vegna verið sé að nota vökvadrifinn stýri- búnað þegar nóg er til af raf- og loftdrifnum stjórnbúnaði. Svarið er einfalt; rétt valinn vökvi er heppilegasta efnið, sem þekkt er, til að yfirfæra krafta og hreyfingar. Vökvi þrýstist svo til ekkert saman, en hefur þó mjög fjaðrandi eiginleika. Vökvi lagar sig auðveldlega eftir því íláti, sem hann er í og stenst vel þrýsting (sjá myndir 1.1 og 1.2) Hægt er að skipta vökva í marga hluta og safna honum saman aftur til þess að framkvæma sameiginlega vinnu.



Vökvi lagar sig auðveldlega eftir því íláti sem hann er í
Mynd 1.1



Vökvi þrýstist nánast ekkert saman
Mynd 1.2

Vökvi getur hreyfst hratt í öðrum enda vinnutjakkisins en hægt í hinum, eftir því hver flatarmálmismunur bullanna er. Miðað við þunga og rúmtak er afkastageta vökva mjög há; unnt er að yfirfæra mikla krafta með litlum vökvamassa. Vökvi er því besta efnið til þeirra nota, sem hér um ræðir. Vökvakerfi eru mjög mikið notuð í gröfum, lyftitækjum, krönum, jarðýtum, vegheflum, völturum og flutningatækjum, svo nefnd séu nokkur dæmi. Notkun vökvakerfa í hverskonar vinnuvélum er í flestum tilvikum aðeins þróun á þeirri notkun vökva, sem algeng er í iðnaði. Vökvinn er ekki einungis notaður í hvers konar lyftibúnað heldur einnig til þess að knýja vinnuvélarnar áfram.

1.2 EIGINLEIKAR VÖKVA - HUGTÖK

Við gerð vökvakerfa hagnýtum við okkur eðlisfræðilega eiginleika vökva, bæði í kyrrstöðu og á hreyfingu.

Alkunna er, að efni geta verið í þrenns konar ástandi: föstu, loftkenndu og fljóttandi (vökvi). Þegar efni breytir um ástand verður breyting á formi þess og eðlisþyngd. Mismunandi ástandi efna fylgja mismunandi eiginleikar í samræmi við hvert form fyrir sig. Vatn og gufa eru t.d. sama efnið, en í mismunandi ástandi og hafa því mismunandi eiginleika.

Einkenni fastra efna er, hve sameindir þeirra eru fastbundnar. Sameindum efnisins er haldið í föstum skorðum og í ákveðinni fjarlægð hverri frá annarri, og þær vinna gegn sérhverri tilraun til að breyta formi sínu. Vökvi og lofttegundir hafa aftur á móti lausa samsetningu. Öfugt við föst efni eru sameindirnar í vökva lausari hver frá annarri. Í loftkenndu efni eru sameindirnar hins vegar alveg lausar hver frá annarri, og hefur því loftkennda efnið þann eiginleika að breiða úr sér. Þetta veldur því, að hægt er að þjappa lofttegundunum mikið saman.

Í vökva eru sameindirnar í ákveðnu jafnvægi innbyrðis, þannig að fjarlægðin milli þeirra er ætíð jöfn, jafnvel þótt þær hreyfist innbyrðis. Vökvi sameinar því eiginleika lofttegunda að því er varðar formbreytingu, og eiginleika fastra efna að því leyti, að ekki er hægt að þrýsta honum saman. Báðir þessir eiginleikar eða kostir gera það að verkum að vökvi er mikið notaður til að yfirfæra krafta.

KRAFTAR

Kraftur er samkvæmt skilgreiningu sá eiginleiki, sem sett getur hlut af stað eða breytt stefnu hlutar, sem er á hreyfingu. Tregða hluta gerir það að verkum, að hlutur í kyrrstöðu leitast við að viðhalda kyrrstöðu sinni og hlutur, sem er á hreyfingu, vill halda hreyfingu sinni áfram. Til þess að breyta hreyfingu, eða kyrrstöðu hluta þarf því kraft. Starð þessa krafts fer eftir því hve tregða hlutarins er mikil. Hægt er að mæla kraftinn og er mælieiningin kílópund. - Hugtakið kílópund er notað sem eining fyrir kraft til aðgreiningar frá einingunni kíló eða kílógramm, sem gefur til kynna þunga tiltekins hlutar. Hlutur, sem er 1 kg að þyngd og liggur á jörðinni, ýtir á hana með krafti, sem er 1 kp. Kraftur getur því komið hlut á hreyfingu og stöðvað hreyfingu hlutar. Þrýstingur þýðir kraftur á ákveðinn flöt og er hann mældur í kp á hvern flatarsentimetra (kp/cm²).

Lofthjúpurinn, sem umlykur jörðina, ýtir með ákveðnum þrýstingi á yfirborð jarðar. Ef við hugsum okkur reit, sem er 1 cm², ýtir loftsúlan, sem er upp af honum með 1 kp krafti á reitinn (hér er miðað við sjávarmál). Loftþrýstingur við sjávarmál er því 1 kp/cm². Þess vegna er þrýstingurinn 1 kp/cm² oft kallaður andrúmsloftsþrýstingur (ein loftþyngd).

Sambandið á milli krafts (F), þrýstings (P) og flatar (A) er reikningslega táknað þannig:

$$F \text{ (kp)} = P \text{ (kp/cm}^2\text{)} \times A \text{ (cm}^2\text{)}.$$

Þegar mæla á þrýsting í vökvakerfum sýnir þrýstingsmælirinn yfirþrýsting, þ.e. þann þrýsting, sem er í kerfinu umfram venjulegan andrúmsloftsþrýsting. Tiltekinn kraftur, eða þrýstingur, getur verkað á kyrrstæðan hlut án þess að hann hreyfist. Þetta gerist, ef krafturinn er ekki nægilega mikill til að yfirvinna viðnám eða núningsmótstöðu hlutarins við undirstöðu hans.

VINNA

Með orðinu vinna, í eðlisfræðilegum skilningi, er átt við að kraftur verki á hlut og flytji hann til um ákveðna vegalengd. Vinnan er mæld í kílópundmetrum (kpm). Ef t.d. kraftur, sem er 500 kp vinnur á bullu og ýtir henni um 10 cm vegalengd, hefur verið framkvæmd vinna, sem er 5000 kpcm eða 50 kpm. Við útreikning á vinnu er notuð eftirfarandi jafna:

$$W \text{ (vinna)} = F \text{ (kraftur)} \times S \text{ (vegalengd)}.$$

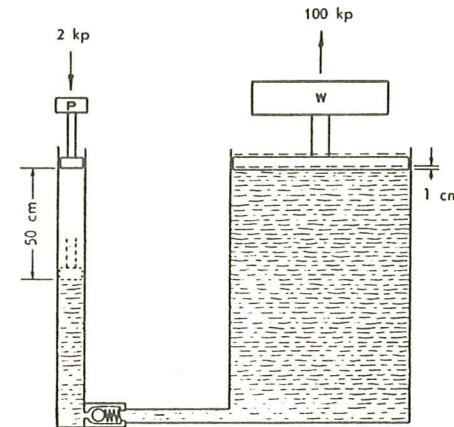
Þegar kraftur er notaður til að snúa hlut í hring, þá er sú vinna kölluð snúningsvægi. Snúningsvægi er mælt í kpm. Hugtakið vinna tengist í engu tilliti tímanum, sem vinnan tekur. Maður, sem hleypur upp tröppur, skilar ekki meiri vinnu en sá, sem gengur hægt upp sömu tröppur, jafnvel þótt hann leggi meira á sig. Til að skilja þennan mismun verðum við að líta nánar á skilgreininguna á hugtakinu afköst.

AFKÖST

Afköst eru skilgreind sem vinna á tímaeiningu. Einingin sem notuð er fyrir afköst er hestafl. 1 ha er jafngildi þeirra afkasta, sem þarf til að flytja byrði, sem er 75 kp um 1 m á 1 sek. (75 kpm/sek). Þetta skýrir hvers vegna meiri afköst þarf til að hlaupa upp tröppur en ganga þær.

Vökvi getur skilað vélrænni vinnu og margfaldað kraftverkanir. Þrýstingur í innilokuðum vökva er alls staðar sá sami á hverja flatareiningu. Ef við athugum mynd 1.3,

getum við hugsað okkur að þyngd beggja bullanna P og W sé hin sama og að bulla P hafi flatarmálið 1 cm², en bulla W flatarmálið 50 cm². Báðir geymarnir eru fullir af vökva. Ef ýtt er á bullu P með krafti, sem er 2 kp, verður þrýstingur alls staðar í vökvanum 2 kp/cm² vegna þess að flatarmál bullunnar er 1 cm². Þegar þessi kraftur



(þrýstingur), 2 kp/cm², verkar á bullu W, sem hefur flatarmálið 50 cm², verður afleiðingin sú, að bulla W ýtist upp með 100 kp krafti (2 kp/cm² x 50 cm²). Krafturinn er þannig margfeldi af þrýstingi og flatarmáli.

Hreyfing kraftsins í þessu dæmi verður á kostnað mismunar á vegalengdinni. Ef bullu P er ýtt niður um 50 cm, þrýstir hún 50 cm³ af vökva yfir í hinn geyminn undir bullu W. Flatarmál þeirrar bullu er 50 cm², þannig að þessir 50 cm³ lyfta bullu W aðeins um 1 cm.

VIÐNÁM

Í vökvafræðinni, þar sem vinna er færð milli staða, eins og í dæminu um bullurnar hér að framan, verður alltaf að reikna með viðnámi eða mótstöðu. Þetta viðnám er í eðli sínu kraftar, sem vinna á móti hreyfingu vökvens.

Núningsmótstaða verður ætíð milli tveggja hluta, hvort heldur annar er kyrrstaður eða báðir hreyfast í gagnstaðar áttir. Þegar vökví streymir í vökvakerfi myndast ávallt mótstaða, sem marka má af því að vökvinn hitnar. Hluti af orkunni, sem fer í að flytja vökvann, tapast því í hitaorku. Ekki er hægt að útiloka alveg slíkt orkutap í vökvakerfi en því má halda í lágmarki með réttu fyrirkomulagi á vökvakerfinu. Þrjár meginástaður eru fyrir of mikilli mótstöðu í lögnum vökvakerfa:

1. Mjög langar lagnir
2. Mörg hné og tengistykki eða krappar beygjur á lögninni
3. Mikill straumhraði í vökvannum (of grannar leiðslur).

1.3 OLÍUR Á VÖKVAKERFUM

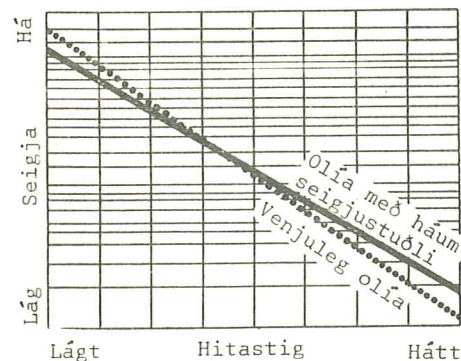
Margs konar vökví er notaður í vökvakerfi, allt frá vatni til olíu, svo og ýmsar vökvategundir með mismunandi efnasetningu. Kerfin vinna í aðalatriðum eins, óháð því hvaða vökví er notaður. Gerð hinna ýmsu vélahluta er aftur á móti mismunandi eftir því hver vökvategundin er. Kerfin, sem lýst verður í þessu hefti, eru öll miðuð við að vökvinn í þeim sé olía.

Olíur þær, sem nú eru notaðar á vökvakerfi, verða m.a. að hafa eftirfarandi eiginleika:

- veita viðnám gegn samþjöppun
- hafa rétta seigju
- veita vörn gegn slit
- veita vörn gegn súrnun og froðumyndun
- varna ryðmyndun.

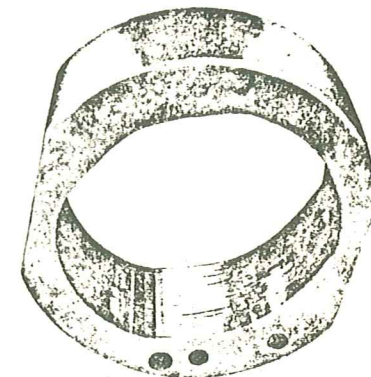
Dælur í vökvakerfum í dag vinna undir meira álagi en áður fyrr. Nýjustu dælugerðir gera miklar kröfur til smurhæfileika olíunnar. Slit í dælum orsakast yfirleitt af því, að föst óhreinindi (málmagnir, sandur, leir o.s.frv.)

komast í þær, svo og af því að olíuhimnan, sem á að smyrja fletina rofnar þegar álagið er orðið mikið. Hægt er að koma í veg fyrir þetta síðarnefnda með því að gæta þess, að seigja olíunnar sé rétt og að hún innihaldi bætiefni, sem styrkja olíuhimnuna.



Samanburður á áhrifum mismunandi seigju

Mynd 1.4



Slitinn hringur úr vængjadælu vegna ónógs smurnings

Mynd 1.5

Seigjustig olíunnar verður að ákveða með hliðsjón af tvennu: (1) að olíuhimnan hafi sem mestan styrk í dæluhlólunum, kúlu- og keflalegum og öðrum núningsflötum, og (2) samtímis sé auðvelt að dæla henni gegnum kerfið. Venjulega þarf olían að vinna við mismunandi hitastig og er því nauðsynlegt að seigja olíunnar breytist sem minnst við breytilegt hitastig. Þess vegna verður olían að hafa háan seigjustuðul. Bætiefnin, sem gegna því hlutverki að styrkja olíuna, verka þannig, að á því augnabliki, sem olíufilman er að bresta, setjast smurningsefni úr olíunni á milli slitflatanna og varna því að þeir bráðni saman.

Olía á vökvakerfum verður, eins og áður er sagt, að innihalda vörn gegn súrnun - vera efnafræðilega stöðug - þrátt fyrir

aukinn hita við notkun og snertingu við málma (t.d. kopar), sem verka hvetjandi á efnahvörf. Ella myndi olían þykkna, mynda leðju og tæra slitfleti vökvakerfisins. Loft og raki komast ávallt í snertingu við bullur kerfisins og þess vegna er alltaf mikil hættu á tæringu á málmhlutum þess. Því verður olían að innihalda efni, sem varna tæringu. Þessi efni mynda himnu utan á þeim hlutum, sem olían er í snertingu við. Himnan hindrar að súrefni loftsins komist að málmnum t.d. í bullunum, og kemur þannig í veg fyrir tæringu.

Loft. sem þískast inn í olíuna við dælinguna, verður að losna fljótt úr henni, og má ekki ná að "skúma" hana. Komi það fyrir, fær olían fjaðrandi eiginleika þannig að hættu er á því, að kerfið vinni óreglulega og með lélegri nýtni. Þar við bætist, að loft í olíunni getur á skömmum tíma stórskemmt þéttingar á bullum, en slíkar þéttingar eru oft úr næloni eða öðrum gerfiefnum. Þessi hættu stafar af eftirfarandi: Meðan líftill sem enginn þrýstingur er í vökvakerfinu, valda loftbólur engum skaða, en strax og þrýstingurinn eykst hækkar hitastig loftsins í beinu hlutfalli við þrýstingsaukninguna. Þannig geta loftbólurnar orðið rauðglóandi við tiltekinn þrýsting, og komist þær í snertingu við þéttingar gerist einfaldlega það, að þéttingarnar brenna eða koksa og missa þar með þéttingarhæfni sína. Af öllum framangreindum ástæðum er því nauðsynlegt að vanda val olíu á kerfið; velja samkvæmt ráðleggingum framleiðenda tækisins og í samráði við olíuseljendur.

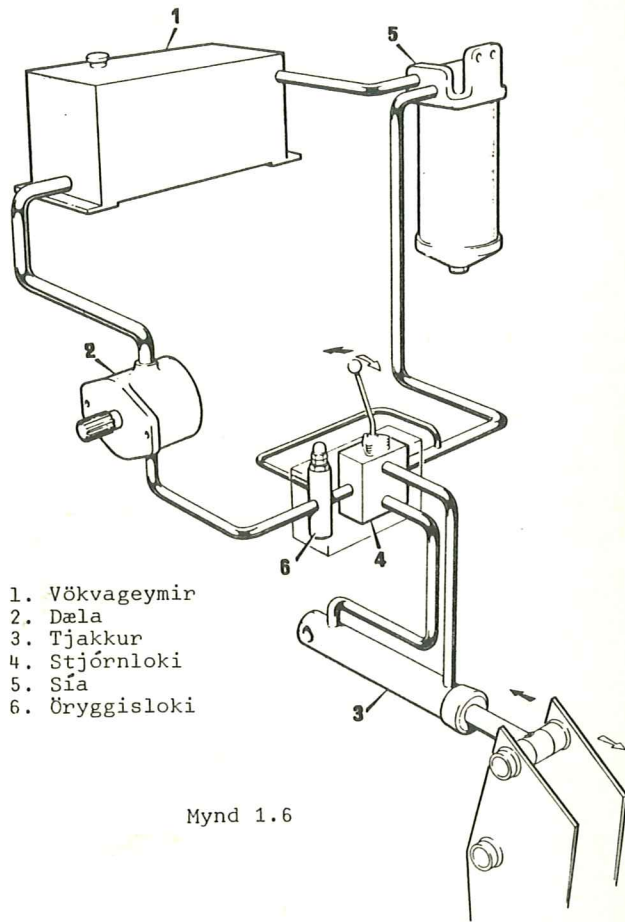
1.4 ADALHLUTAR VÖKVAKERFIS

Til þess að unnt sé að nota olíu til að yfirfæra krafta þarf að hafa hana í lokuðu hringrásarkerfi. Í slíku kerfi er fjöldi ólíkra vélarhluta, sem tengdir eru inn á hringrásarkerfið í samræmi við hlutverk hvers fyrir sig. Mynd 1.6 sýnir einfalt vökvakerfi. Í kerfinu eru eftirfarandi hlutir:

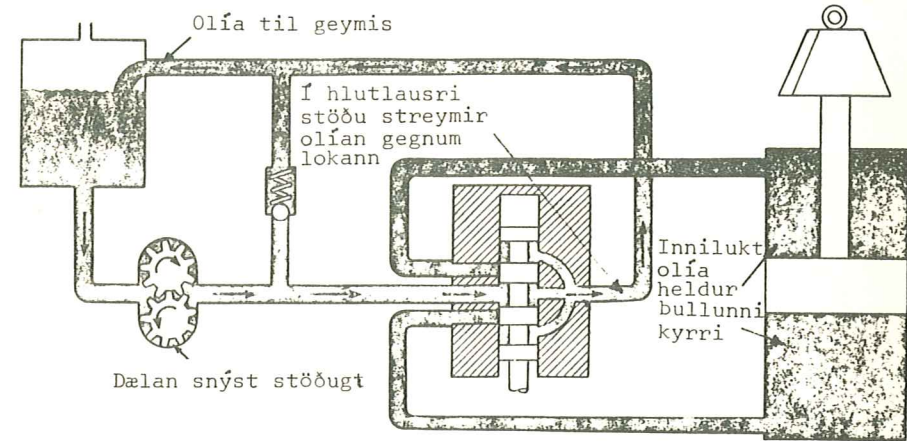
1. Geymir fyrir olíuna. - Hann verður að rúma nauðsynlegt olíumagn fyrir kerfið í hlutfalli við afköst dælnnar.
2. Dæla, knúin af aflmótor (kemur ekki fram á myndinni), sem heldur olíunni á stöðugri hringrás í kerfinu.
3. Strokkar eða tjakkar (eins og þeir eru venjulega kallaðir) sem breyta olíustraumnum í vélræna vinnu. Í tjökkunum eru bullur, sem olían þrýstir á beggja vegna, þegar nota þarf vinnuhreyfingu fram og til baka, en vökvamótor er notaður til að framkalla snúningsvinnu.
4. Stjórnlokar. Hlutverk þeirra er að stjórna hreyfingum vinnubúnaðarins (tjakkar, snúningsmótorar). Með hjálp stjórnlokanna getum við breytt rennslisstefnu olíunnar.
5. Olíusía. - Til að tryggja að kerfið starfi rétt, eru einstakir hlutar þess smíðaðir með mikilli nákvæmni og afar litlu frírúmi milli núnings- og/eða þéttiflata. Ef ekki væru gerðar sérstakar ráðstafanir myndu óhreinindi í olíunni fljótlega skemma kerfið og trufla vinnuáta þess. Þess vegna er sett sía í kerfið, sem stöðugt hreinsar þau óhreinindi, sem hugsanlega geta komist inn í það.
6. Öryggisloki. - Ef olíustreymið tregðast eða stöðvast í kerfinu, t.d. vegna þess að tjakkur er kominn í endastöðu ellegar álagið á vinnubúnaðinn er orðið of mikið, gæti kerfið auðveldlega sprungið, ef ekki væru gerðar neinar ráðstafanir. Til að verja kerfið gegn því að þrýstingurinn aukist upp úr öllu valdi, er komið fyrir öryggisloka á þrýstilögninni strax

á eftir dælu. Þegar þrýstingurinn fer upp fyrir ákveðið hámark, opnar lokinn og hleypir olíustráumnum til baka, inn í geyminn.

Gerð einstakra hluta kerfisins fer eftir því, hvaða afköstum þeir þurfa að skila. Hámarksþrýstingur öryggislokans er stilltur í samræmi við stærð þess krafts, sem yfirfæra á með viðkomandi vökvakerfi.

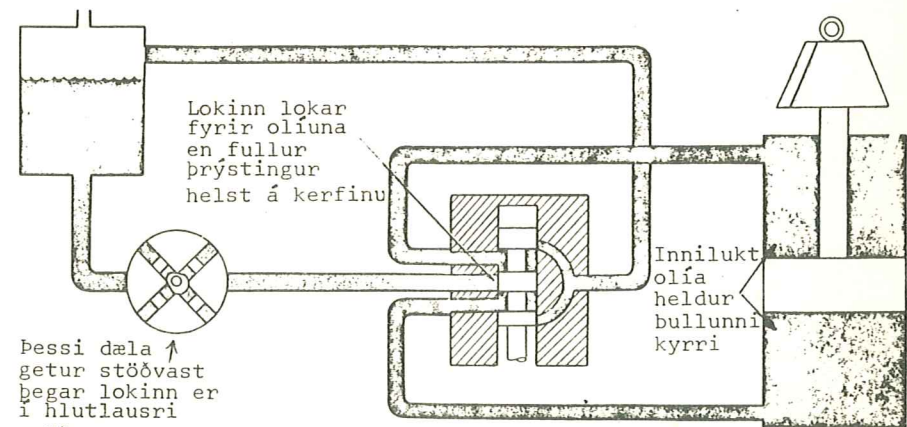


Mynd 1.6



Opið kerfi í hlutlausri stöðu

Mynd 1.7



Þessi dæla ↑ getur stöðvast þegar lokinn er í hlutlausri stöðu

Lokað kerfi í hlutlausri stöðu

Mynd 1.8

1.5 TVENNS KONAR VÖKVAKERFI

Hér að framan hefur verið rætt um helstu hluta, sem sameiginlegir eru fyrir flest vökvakerfi. En þótt heiti hlutanna geti verið sameiginleg (lokar, dælur, tjakkar, mótórar o.s.frv.) eru þeir oft mjög mismunandi að gerð, eins og fram kemur í köflunum hér á eftir. Og á sama hátt getur hlutverk þeirra og samspil í kerfinu verið mismunandi, allt eftir því hvaða eiginleika vökvakerfið þarf að hafa með tilliti til þeirrar vinnu sem það og vinnuvélin í heild þarf að framkvæma.

Eftir eiginleikum og hönnun er aðallega gerður greinarmunur á tvenns konar vökvakerfum, "opnum" og "lokuðum".

Þessi hugtök má þó ekki taka of bókstaflega, og því verður hér á eftir reynt að skýra að hvaða leyti þessi kerfi eru frábrugðin.

Í báðum tilfellum felst munurinn í gerð stjórnlokans og dælnnar og því hvernig þessir tveir hlutir starfa saman.

OPIÐ KERFI

Í þessu kerfi gengur dælan stöðugt og með jöfnum afköstum (dælir sama magni). Kerfið dregur hins vegar nafn sitt af byggingu stjórnlokans. Stjórnlokinn (sbr. kafla 4.2) er þannig gerður að í hlutlausri stöðu streymir olían sem dælan dælir óhindrað í gegnum lokann og yfir í vökvageyminn (kerfi með frjálsu gegnumstreymi).

Á mynd 1.7 sést þetta kerfi í hlutlausri stöðu. Dælan dælir stöðugt sama magni og olían kemst óhindrað gegnum miðju stjórnlokans (opin miðja) og yfir í geyminn. Opin kerfi eiga vel við þar sem aðeins þarf að nota eina eða fáar vinnuhreyfingar samtímis. Hins vegar hefur það vissa annmarka, ef nota þarf samtímis margbrotnar vinnuhreyfingar. Við slíkar aðstæður geta kostir lokaðs kerfis verið þungir á metunum.

LOKAÐ KERFI

Kerfið dregur nafn sitt af gerð stjórnlokans og hvernig hann og dælan vinna saman. Stjórnlokinn er með "lokaðri miðju", þannig að í hlutlausri stöðu kemst engin olía gegnum lokann yfir í geyminn (kerfi án gegnumstreymis), sbr. mynd 1.8, 1.9 og 1.10

Þetta byggingarlag stjórnlokans útheimtir að annað hvort sé notuð:

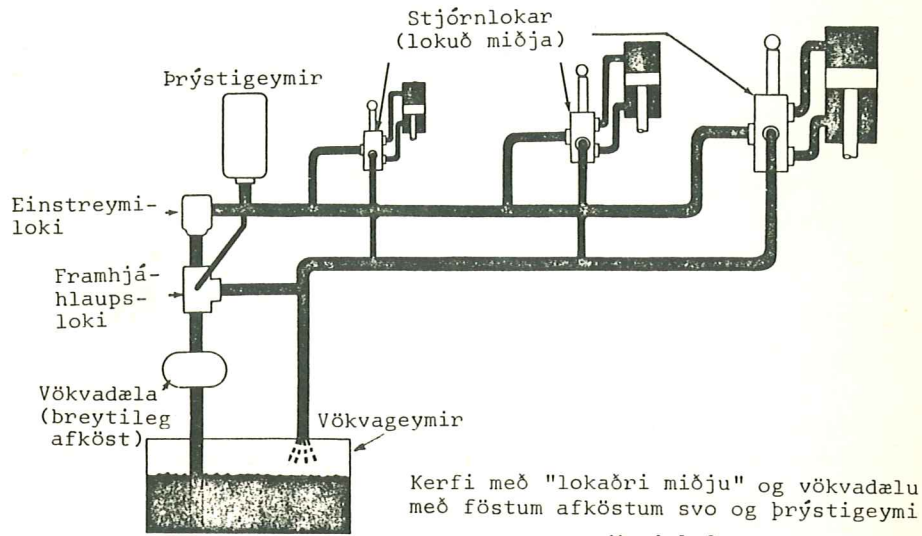
- 1) dæla með stöðugum afköstum, og þrýstigeymi (accumulator) og öryggisloka á kerfinu - eða
- 2) dæla með breytilegum afköstum og sérstakri fæðidælu til að auka afköst aðaldælnnar.

Fyrri möguleikinn, þ.e. kerfi með þrýstigeymi, hentar fyrst og fremst þar sem nota þarf lítið olíumagn í vinnuhreyfingar. Sem dæmi má nefna hemlakerfi bíla og vinnuvéla, sem þarfnast lítils olíumagns vegna þess hve hreyfingar bullanna í hemladælnum er lítil. Þegar hemlað er getur þrýstigeymirinn hins vegar haldið lengi uppi stöðugum þrýstingi án teljandi orkutaps og án þess að dælan fari í gang til að byggja á ný upp þrýsting í þrýstigeyminum. Sjá mynd 1.9.

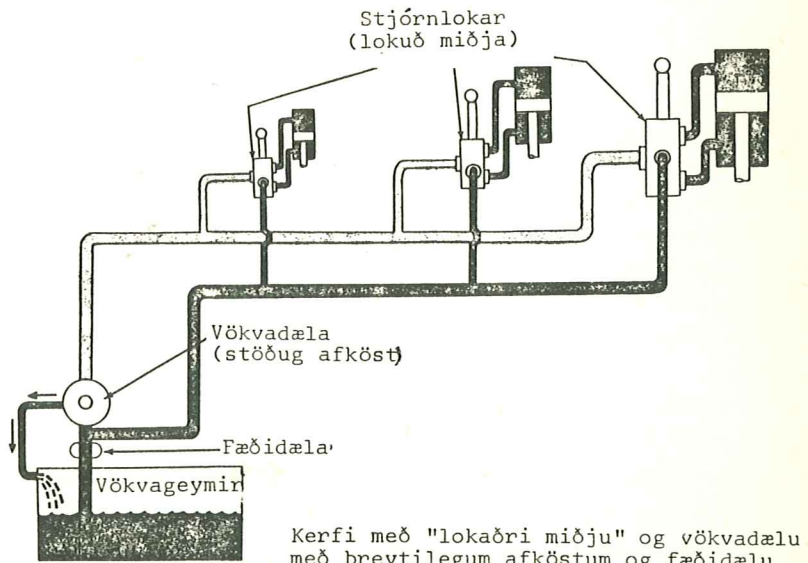
Seinni möguleikinn, þ.e. dæla með breytilegum afköstum, er það fyrirkomulag sem hentað getur þar sem þörf er á miklu vökvamagni og/eða mörgum vinnuhreyfingum samtímis. Hér eru það afköst og eiginleikar dælnnar sem mestu ráða um notkunarmöguleikana. - Helstu kostir þessa kerfis umfram "opið kerfi" (sem enn er langalgengast í vinnuvélum) eru þessir:

- Óþarft er að hafa sérstakan öryggisloka (á aðalkefni) til að vernda dæluna; hún einfaldlega stöðvast þegar tilskyldum þrýstingi er náð.
- Vökvinn hitnar minna en í opnu kerfi, m.a. vegna þess að þegar engin vinnuhreyfing á sér stað (stjórnloki í miðstillingu) er engin hringrás á vökvannum.
- Með hæfilega afkastamikilli dælu má ná fullu vökvastreymi

við tiltölulega lágan snúningshraða og lágmarks orkunotkun. Afköstum dælnnar má síðan stjórna í samræmi við það vökvamagn sem nota þarf í vinnuhreyfingar á hverjum tíma.



Mynd 1.9



Mynd 1.10

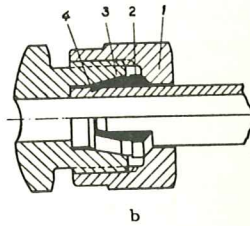
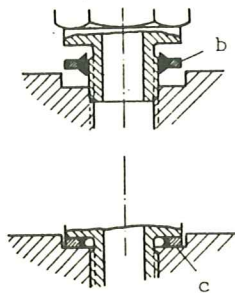
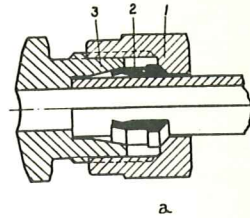
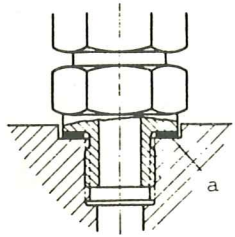
2.3 PÍPUR, SLÖNGUR OG TENGI

Einstakir hlutar kerfisins eru tengdir saman með rörum, rörtengjum og slöngum. Gerð þeirra og stærð fer eftir olíumagninu, hámarksþrýstingi kerfisins (með öryggisstuðli), hitastigi og efnafræðilegum eiginleikum olíunnar.

Í kerfum sem ekki verða fyrir mikilli hreyfingu eru aðallega notuð kalddregin, saumlaus stálrör. Þau hafa yfirleitt staðlað utanmál þannig að hægt sé að nota við þau tengi með lausum þéttihringjum. Rör á lágþrýstum kerfum má sjóða saman ef þess er gætt, að hreinsa eldhúðina vandlega innan úr þeim á eftir. Háþrýstirör ætti aldrei að sjóða saman.

Tengistykkin við aðalhluta kerfisins (vökvageymir, dæla, stjórnloki, vökvamótor) eru yfirleitt svipuð þeim, sem sýnd eru á mynd 2.3. Milli nippilsins og vélahlutans, sem

hann skrúfast í er ýmist þéttihringur eingöngu úr málm (a) eða þéttihringur fóðraður innan með gúmmi (b). Þegar nippillinn er hertur pressast gúmmíð saman og myndar þéttingu (c).

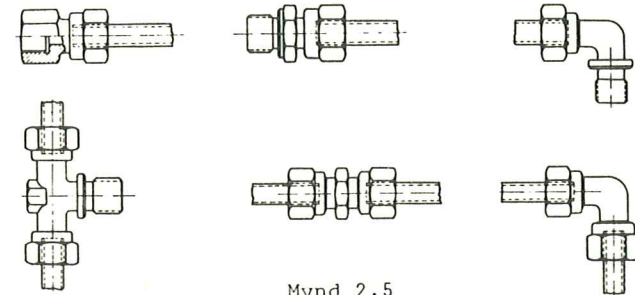


Mynd 2.3

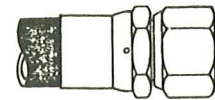
Mynd 2.4

Stöðluð stálrör eru oft tengd saman með tengi, sem hefur lausan þéttihring, sjá mynd 2.4. Þegar róin 1 er hert, þrýstist þéttihringurinn 2 ásamt rörinu inn í nippilinn 3 og um leið þvingast brún þéttihringsins inn í yfirborð rörsins. Skarpa brúin, 4, hefur tvíþattu hlutverki að gegna; hún verkar bæði sem þétting og heldur rörinu föstu. Þess ber að gæta að rörið nái ekki alveg í "botn" nippilsins þegar byrjað er að herða róna.

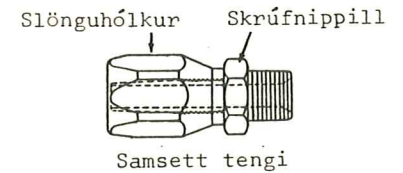
Til eru ýmsar gerðir tengja með lausum þéttihringjum, sem henta við mismunandi aðstæður. Nokkrar gerðir eru sýndar á mynd 2.5.



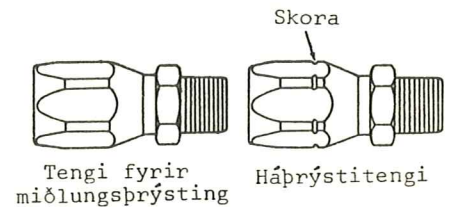
Mynd 2.5



Áfast tengi



Mynd 2.6

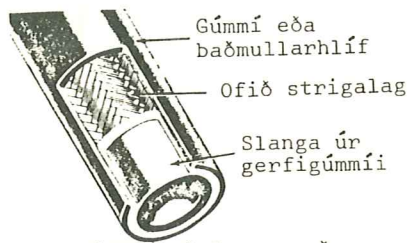


Mynd 2.7

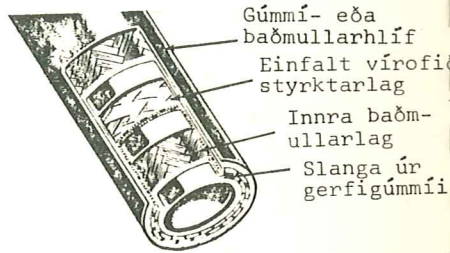
Slöngutengi geta verið með ýmsu móti, ýmist áföst (á börkum, sbr. mynd 2.6) eða samsett eins og þau sem sýnd eru á mynd 2.7. Samsett tengi hafa ýmsa kosti, m.a. þann, að hægt er að endurnýja slönguna og haga lengd hennar eftir aðstæðum án þess að kaupa ný tengi. Slöngutengi geta verið gerð fyrir mismunandi þrýsting þótt útlit þeirra sé hið sama. Margir framleiðendur einkenna háþrýstitengi með skoru (skorum) á sexkant slönguhólksins, sbr. mynd 2.7.

Háprýstislöngur til nota við vökvakerfi í vinnuvélum (kerfi á hreyfingu) eru framleiddar úr gerfigúmmí, sem þolir vel oliuna. Slönguveggirnar eru styrktir með einu eða fleiri lögum af striga og/eða stálvír. Sjá mynd 2.8.

Slöngurnar er hægt að kaupa í metratali og tengja þær saman með tengjum eins og sýnd eru á mynd 2.7 og samsvarandi skrúfnipplum. Eins er hægt að fá slöngur í stöðluðum lengdum með áföstum tengjum, sbr. mynd 2.6.



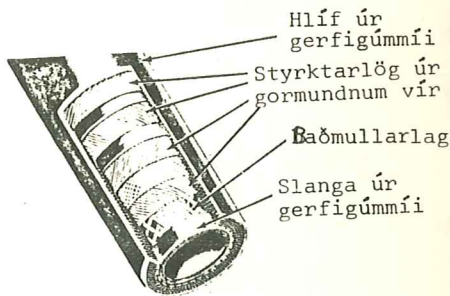
Lágþrýstislanga með styrktarlagi úr baðmull



Slanga með einu vírlagi



Slanga með tveim vírlögum



Slanga með 4 gormundnum vírlögum (fyrir mjög háþrýst kerfi)

Mynd 2.8

Hitastig vökvans á kerfinu er atriði, sem taka þarf tillit til þegar slöngur eru endurnýjaðar. Flestar slöngur fyrir vökvakerfi, sem framleiddar eru í dag, þola hitabreytingar á bilinu frá - 40 C° til + 110 C°.

Ef endurnýja þarf rör eða slöngur þarf að gæta þess að nota eins eða jafngott efni og það sem fyrir var. Bæði rör og slöngur verða að geta flutt sama vökvamagn (rétt innanmál) og standast vinnuþrýsting kerfisins.

Eftirfarandi töflu má hafa til hliðsjónar við val á slöngum fyrir vökvakerfi:

Gildleiki slöngu í þumlungum	Notið slöngu með einu vírlagi fyrir kerfisþrýsting allt að (kg/cm ² psi)		Notið slöngu með tveimur vírlögum fyrir kerfisþrýsting allt að (kg/cm ² psi)		Notið slöngu með gorm-undnum vírlögum fyrir kerfisþrýsting allt að (kg/cm ² psi)	
1/4"	211	3000	352	5000	-	-
1/2"	141	2000	246	3500	282	4000
3/4"	106	1500	158	2250	211	3000
1"	56	800	132	1875	211	3000
1 1/4"	42	600	114	1625	211	3000
1 1/2"	35	500	88	1250	211	3000
2"	25	350	75	1125	176	2500

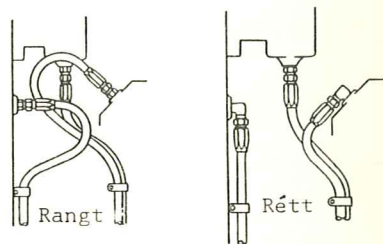
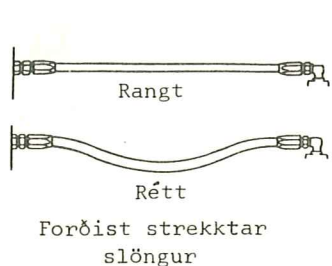
2.4 FRÁANGUR Á VÖKVALÖGNUM OG VÖKVASLÖNGUM

Þýðingarmikið er að vanda allan frágang á vö kvalögnum og slöngum, t.d. eftir að viðgerðir hafa farið fram. Ef um nýlagnir eða breytingar er að ræða þarf að hafa í huga bæði hitaþenslu (gagnvart rörum) og hreyfingu vinnubúnaðarins (t.d. tenging slangna og barka við tjakka).

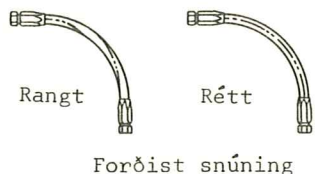
Eins er mikilvægt að leggja bæði rör og slöngur á sama hátt og áður og hafa vel í huga bæði penslu vegna hitabreytinga (rör) og hámarkshreyfingu vinnubúnaðarins (tenging slangna við tjakka).

Að viðgerð lokinni þarf að ganga vel frá öllum festingum og baulum til að forða því að rörin eða slöngurnar nuddist eða skaddist á annan hátt.

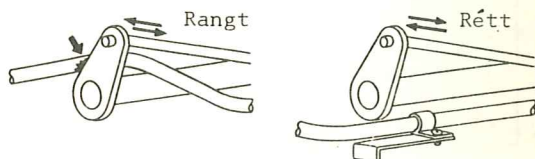
Myndir sýna samanburð á réttum og röngum frágangi á rörum og slöngum.



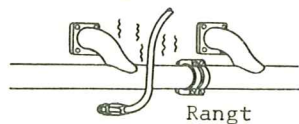
Forðist flækjur



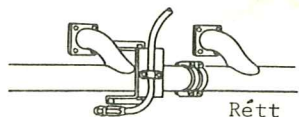
Forðist snúning



Forðist nuddun

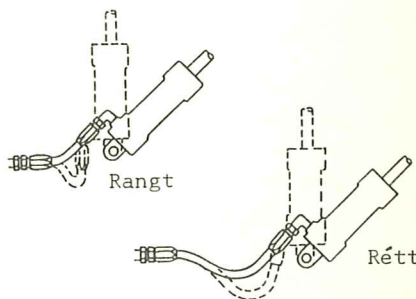


Rangt



Rétt

Forðist hita



Forðist skarpar beygjur

Mynd 2.9

3. VÖKVASÍUR

Áður hefur verið rætt um nauðsyn þess, að olía á vökvakerfi hafi mikla smurhæfni. Þessir eiginleikar olíunnar eru til lítils gagns ef þess er ekki jafnframt gætt, að halda olíunni eins hreinni og frekast er kostur. Reynslan sýnir, að algengustu bilanir og skemmdir í vökvakerfum stafa af óhreinindum. Af þessum sökum eru öll meiriháttar vökvakerfi, t.d. í vinnuvélum, búin síum, sem gegna því hlutverki að hreinsa óhreinindi úr olíunni.

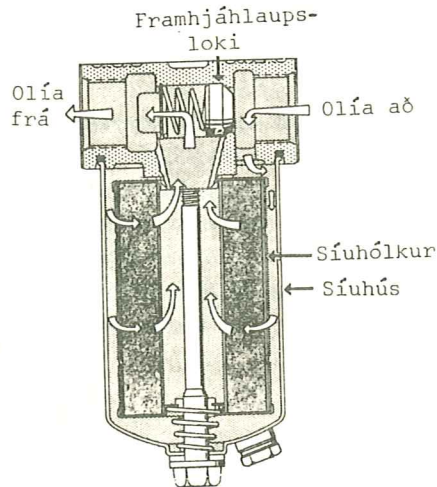
3.1 SÍUNARADFERDIR - SÍUGERÐIR

Vökvásíur eru margvíslegar að gerð og vinnumáta. Á sama hátt er staðsetning þeirra í kerfunum mjög breytileg. Eftir vinnumáta má skipta vökvásíum í tvo aðalflokka:

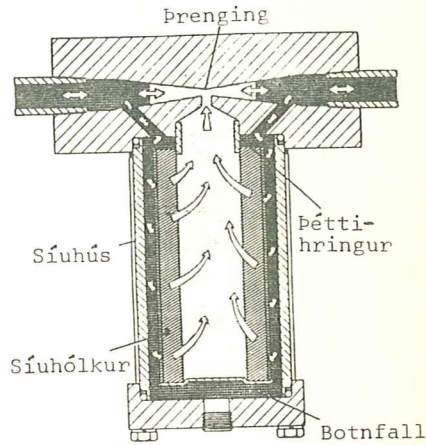
- Fullstreymisíur
- Hlutfallssíur

Fullstreymisíur (mynd 3.1) hleypa í gegnum sig öllu því olíumagni, sem hringrásar í kerfinu á hverjum tíma. Þessum síum eru venjulega komið fyrir á soglögð vökvadælunnar og á bakrennslislögninni til vökvageymisins. Ef með þarf er aukasíum komið fyrir öðru hvoru megin við ákveðna hluta í kerfinu (mótorar, lokar o.fl.).

Hlutfallssíur (mynd 3.2) geta aftur á móti hleypt hluta af olíumagninu framhjá sér. Þeim er komið fyrir á þrýstilögð kerfisins. Í síuhúsinu er framhjáhlaupsrás (þrenging) og gegnum hana fer mestur hluti olíunnar ósíaður til kerfisins eða geymisins. Nokkur hluti olíunnar fer hins vegar gegnum síuna, þannig að á nokkrum tíma síast öll olían.



Mynd 3.1
Fullstreymisía

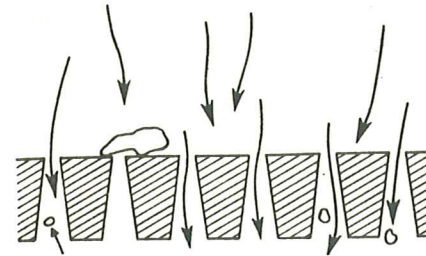


Mynd 3.2
Hlutfallssía

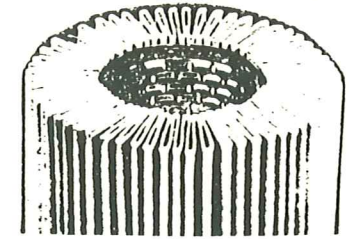
Algenzt er að heyra talað um gróf- og fínsíur. Þessi greining segir næsta lítið um hvers konar síu er að ræða - hvað er "fínt" og hvað er "gróft"? Af þessum sökum er nú farið að flokka síugerðir eftir því hvernig þær fjarlægja óhreinindi úr olíunni.

Í samræmi við þetta er gerður greinarmunur á tvenns konar síum: Yfirborðssíur eru ýmist úr einföldu efni; vírneti eða götuðum málmþynnum (grófar síur), ellega pappa sem brotinn er í fellingar, svonefndar pappasíur (fínar síur). Einkenni þessara sía er það, að óhreinindin verða eftir utan við síuna og ýmist falla til botns (stærri korn) í síuhúsinu eða setjast í síugötin og tregða þannig smám saman rennsli olíunnar. Þá verður annað hvort að hreinsa eða endurnýja síuna.

Trefjasíur (yfirleitt fíngerðar) eru, gagnstætt yfirborðssíum, fylltar einhverju trefjakenndu efni og leið olíunnar gegnum síuna er yfirleitt bæði lengri og krókóttari en í yfirborðssíum. Ýmsar gerðir trefjasía innihalda efni, sem eyðir eða bindur óhreinindi á efnafræðilegan hátt.



Mynd 3.3



Mynd 3.4

Til vinstri er stækkaður hluti úr netsíu (yfirborðssíu). Stærri agnir setjast utan á síuna, en þær smærri smjúga í gegn komast þannig inn á kerfið.

Til hægri er pappasía, en hún hefur þann kost umfram slétta yfirborðssíu að yfirborð hennar er margfalt stærra vegna fellinganna og sían endist því mun lengur.

3.2 SÍUNARHÆFNI

Með síunarhæfni er átt við hve smáar agnir (óhreinindi) sían fjarlægir úr olíunni. Algengasta mælieiningin sem notuð er á síunarhæfnina er mikron. Eitt mikron er u.p.b. 0.001 (1/1000) úr mm. Til að gefa hugmynd um stærð 1 mikrons myndu 10.000 agnir af þessari stærð, væri þeim ræðað hlið við hlið, vera um 1 cm á lengd.

Með berum augum greinir mannsaugað ögn eða korn, sem er um 40 mikron. Þannig sést verulegur hluti þeirra óhreininda, sem síuð eru úr olíu í vökvakerfi ekki með berum augum, því margar síur hreinsa agnir sem eru um 10 mikron í þvermál.

Sumar síur, t.d. netsíur, hleypa í gegnum sig allt að 150 mikrona ögnum. Þrátt fyrir þetta eru síur af þessum grófléika oft notaðar á soglögnum vökvadæla. Grófleikans vegna hindra þær að tómarúm myndist í olíunni.

Allar síur hleypta einhverjum óhreinindum gegnum sig og erfitt er því að segja nákvæmlega til um síunarhafni einstakra gerða. Ástæðan er m.a. sú að óhreinindi þau, sem setjast í síuna eru ekki fjarlægð jafnóðum og því þéttist sían smám saman.

Tvær eða fleiri agnir, sem hver um sig eru minni að þvermáli en götin í síunni geta sest samtímis í síugötin og þannig orsakað það að notuð sía verði langtum þéttari en ný. Með tímanum getur því sían stíflast algjörlega. Öruggasta leiðin til að fylgjast með ástandi síunnar er að hafa þrýstimála sinn hvorum megin við síuna (þar sem því verður við komið) og fylgjast reglulega með þrýstingsmismuninum.

3.3 ÓHREININDI OG ÁHRIF ÞEIRRA

Hvað eru óhreinindi og hvernig komast þau inn í vökvakerfið?

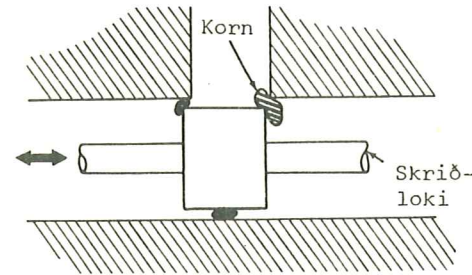
Vökvar, málmagnir, málmleysingjar og trefjar eru allt efni sem geta spíllt olíunni. Þau geta bæði borist utan að og úr kerfinu sjálfu.

Í andrúmsloftinu eru mikil óhreinindi, svo sem rykagnir og raki, sem berst í vökvann gegnum öndunarsíur, áfylliop, meðfram þéttihringjum eða þegar fram fara viðgerðir á einstökum hlutum kerfisins.

Margvísleg óhreinindi koma úr vökvakerfinu sjálfu. Þegar kerfið er ekki í notkun setjast málmarnir og önnur slípiefni til í olíunni. Síðar, þegar vökvakerfið er í eðlilegri notkun berast þessi efni um allt kerfið og magna slitið og þá um leið óhreinindi í olíunni.

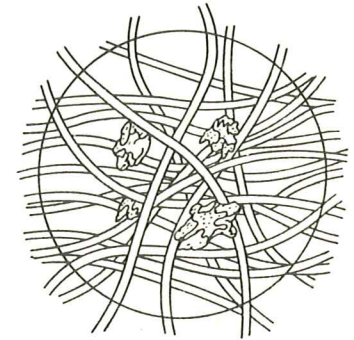
Olían á kerfinu getur líka óhreinkast af völdum viðgerða, ef notuð eru óhrein ílát, óhrein olía til þvotta og óhreinir klútar eða vélatvistur.

Ógætileg meðferð á síum getur skaddað þær og e.t.v. valdið því að bútar úr síuefninu berist úr í kerfið.



Mynd 3.5

Þannig geta óhreinindi leitt til skemmda á skriðlokum og öðrum fínslípuðum þéttiflötum í kerfinu.



Mynd 3.6

Stækkuð mynd af því á hvern hátt trefjar og óhreinindaagnir geta unnið saman að því að stífla örgrannar vökvarásir.

Olían sjálf veldur líka óhreinindum. Þegar hún streymir um kerfið myndast í henni sori og sýrur vegna efnabreytinga af völdum vatns, lofts, hita og þrýstings. Sorinn sjálfur inniheldur ekki endilega slípiefni en hann myndar seigkennda húð á hreyfanlegum hlutum kerfisins og í hana geta sest slípiefni sem valda sliti.



ÓHREININDI ERU MARGVÍSLEG:

Vatn, sýrur

Málmspæmir og -agnir

Ryk, sandur, bútar úr þéttungum,

Vélatvistur, trefjaefni.

Sýrur í olíunni orsaka tæringu og ryðmyndun og afleiðingin verður gróf áferð á slitflötum kerfisins sem svo aftur leiðir til meira slits og óhreininda í olíunni.

3.4 EFTIRLIT MEÐ SÍUM

Að framan hefur verið rætt um hlutverk sía og orsakir óhreininda í vökvakerfi og hvaða áhrif þau geta haft. Hvað er hægt að gera til að koma í veg fyrir þessi vandamál?

Stundum er erfitt að finna ástæðuna fyrir því að sía endist ekki tímabilið milli þess, sem ráðlagt er að skipta um olíu. Þá er rétt að hafa hugfast að í olíuna berast stöðugt ný óhreinindi, bæði frá umhverfinu og úr kerfinu. Og þar sem endingartími síunnar er takmarkaður getur hún aðeins haldið olíunni hreinni í vissan tíma, sem ákvarðaður hefur með tilraunum hjá framleiðanda. En sían lengir ekki endingartíma olíunnar. Sían stöðvar aðeins agnir, sem ná ákveðinni stærð og ekki er hægt að fyrirbyggja nema eina til tvær af þær orsökum, sem óhreinindunum valda. Smærri agnir og sá hluti óhreinindanna, sem sían ekki gleypir hringrásar í kerfinu og næst aðeins úr olíunni með því að tæma af kerfinu. Eftir því sem sían er lengur í notkun þéttist hún af óhreinindum þeim sem hún síar og stíflast að lokum alveg.

Af þessum ástæðum er eina vörnin gegn óhreinindum sú, að hafa reglubundið eftirlit með vökvakerfinu.

Fylgja ber út í æsar ráðleggingum framleiðandans um olíu-skipti til að fjarlægja þau óhreinindi sem sían ekki tekur. Þetta á sérstaklega við þegar kerfið er í notkun stuttan tíma í einu því þá þéttist sían mun hraðar en þegar um reglubundna og stöðuga notkun er að ræða.

Viðhafa ber ítrasta hreinlæti þegar viðgerðir eiga sér stað, því engin sía er svo góð að hún bæti upp hirðuleysi í þessum efnum. Óhreinir vélahlutar eða vökvaleiðslur dreifa óhreinindum um allt kerfið og (eins og áður er getið) smávægileg óhreinindi leiða af sér meiri vegna slitsins sem þau valda. Nýjar síur þarf að meðhöndla varlega. Beyglaðar eða rifnar síur gegna ekki hlutverki sínu. Aðgæta þarf, að þakningar sem þetta síuna við síuhúsið séu heilar og í réttum skorðum. Nýjar síur þarf að geyma á hreinum og þurrum stað þannig að þær séu í góðu ástandi þegar á þeim þarf að halda.

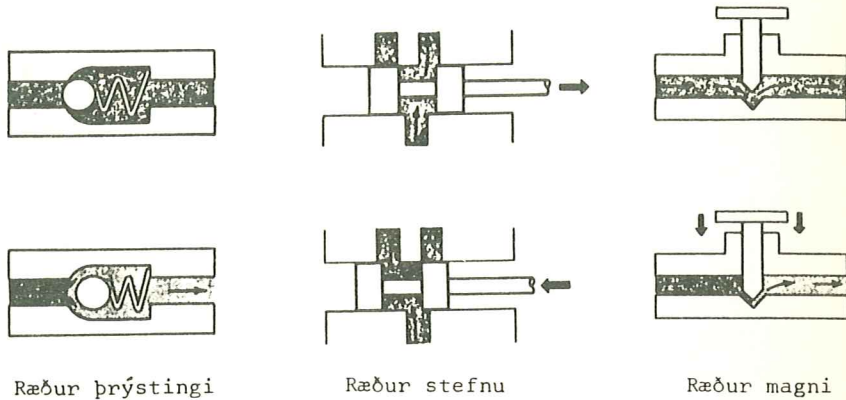


- HVAD GET ÉG GERT TIL AÐ FYRIRBYGGJA ÓHREININDI?
1. Skipta reglulega um olíu, og þeim mun oftar sem vinnuáðstæður eru óþríflegri.
 2. Notaðu HREINA olíu og viðhafa HREINLÆTI í allri umgengni um kerfið.
 3. Skipta um eða hreinsa síur strax og þær byrja að stíflast.

4. LOKAR Í VÖKVAKERFUM - GERÐ OG VINNUMÁTI

Í vökvakerfum eru notaðir ýmiss konar lokar til að stjórna þrýstingi, straumstefnu og straummagni vökvans. Lokunum má, eftir hlutverki þeirra skipta í þrjár gerðir:

- Lokar, sem ráða þrýstingi vökvans
- Lokar, sem ráða stefnu vökvans
- Lokar, sem ráða vökvamagninu.



Mynd 4.1

Þessar þrjár gerðir má svo aftur greina sundur eftir stærð, gerð, vinnuþrýstingi o.fl. Oft gefa nöfn lokanna til kynna hvert hlutverk þeirra er, t.d. Öryggisloki, framhjáhlaupsloki o.s.frv.

4.1 LOKAR SEM RÁÐA ÞRÝSTINGI VÖKVANS

Hlutverk þeirra getur ýmist verið að:

- Stjórna hámarksþrýstingi (öryggislokar)
- Minnka þrýsting
- Stjórna í hvaða ræð þrýstingur byggist upp í einstökum greinum kerfisins.
- Fella þrýsting.

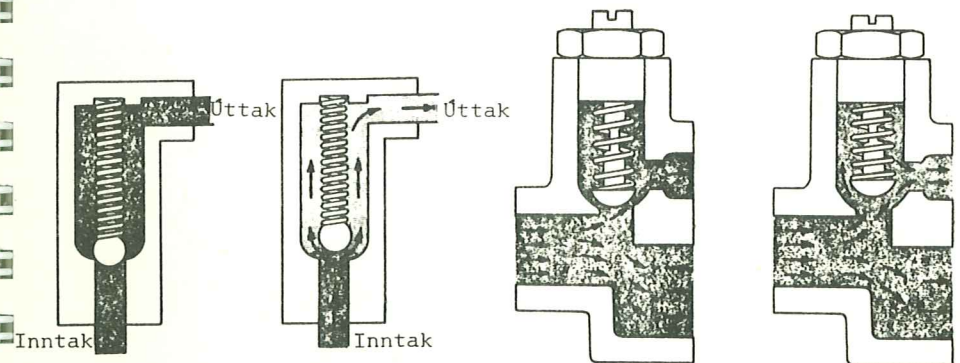
Því meiri mótstaða sem verður í kerfinu, þeim mun meiri verður vinnuþrýstingurinn. Ef engin stjórnun er á þrýstingsaukningunni heldur hún áfram að vaxa þar til eitthvað gefur sig í kerfinu. Þess vegna er nauðsynlegt að hafa loka sem takmarkar hámarksþrýstinginn í kerfinu. Þessi loki er nefndur öryggisloki og honum er venjulega komið fyrir rétt á eftir dælu. Slíka loka verður að hafa á einstökum hlutum kerfisins til að vernda þá sérstaklega, ef sá hluti er aðskilinn frá aðalakerfinu með stjórnloka.

Tvær gerðir öryggisloka eru algengastar:

- Beinstýrðir
- Nálarstýrðir

BEINSTÝRÐUR ÖRYGGISLOKI

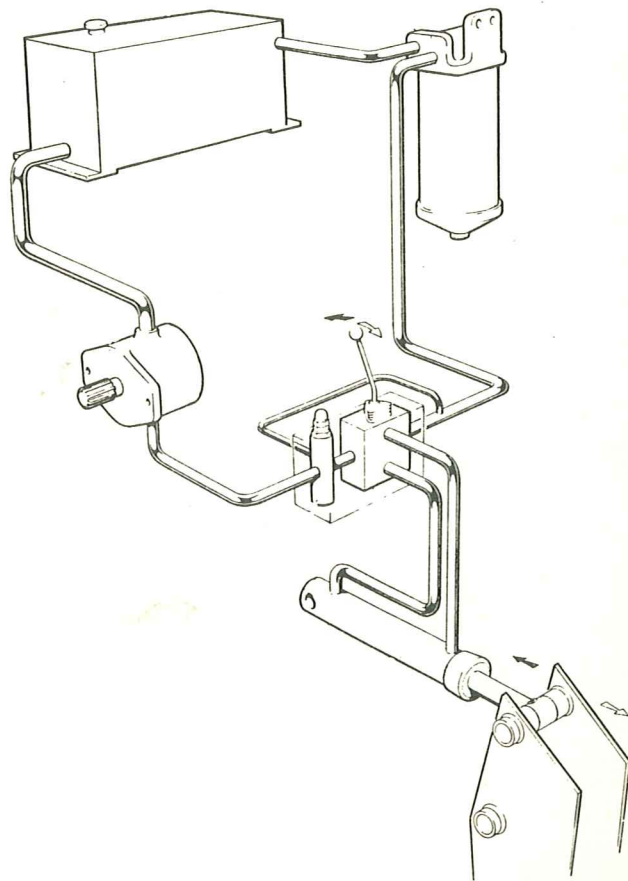
Í þessari gerð er ýmist kúla eða keila, sem gormur þrýstir að þéttisæti. Í lokaðri stöðu er gormþrýstingurinn meiri en vökvaprýstingurinn þannig að kúlan (keilan) þéttir við sætið og hindrar allt vökvastreymi gegnum lokann.



Mynd 4.2

Verði vökvaprýstingurinn meiri en gormprýstingurinn
opnast lokinn og hlæypir olíunni í gegn svo lengi sem
gormprýstingurinn ekki fær yfirhöndina.
Algennt er að þessir lokar séu stillanlegir (sjá mynd 4.2).

V Ö K V A K E R F I



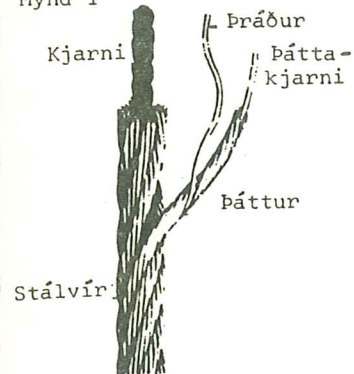
BORMANNANÁMSKEIÐ
Í APRÍL 1982

STÁLVÍRAR OG LÁSAR

NÁMSKEIÐ FYRIR
STJÓRNENDUR
VINNUVÉLA

Leiðbeiningar um stálvíra

Mynd 1



Mynd 1

Stálvírar eru gerðir úr mörgum þáttum, sem vafðir eru utan um kjarna. Kjarninn er venjulega úr hampi eða öðru viðlíka efni. Kjarninn gegnir því hlutverki að auka sveigjuþol vírins og jafnframt því sem hann gefur frá sér smurningu til vírins.

Þáttafjöldi í stálvírum er breytilegur eða frá 3-18, allt eftir því til hvers á að nota vírinn. Algengast er að vírar hafi 6 þatti.

Hver þáttur er gerður úr grönnum stálþráðum, sem geta verið 3-43 talsins, og þessir þráðir eru einnig spunnir utan um "kjarna", vír sem kalla má hjartavír.

Teikningin

Hve margir þattir eru í kjarnanum?

Hve margir þattir eru í vírnum?

Hve margir þráðir eru í hverjum þatti? ..

Þverskurður af þatti og vírstroffu

Á mynd 2a er þverskurður af "standard" - þatti, en í honum eru allir þráðirnir jafngildir, nema þáttakjarninn, sem getur verið nokkru gildari.

Algengustu gerðir eru:

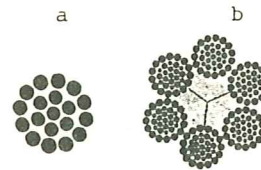
$$12 \text{ þráða} = (3/9)$$

$$19 \text{ " } = (1-6/12)$$

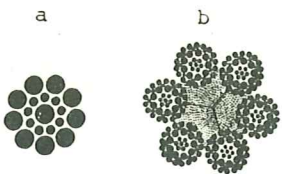
$$37 \text{ " } = (1-6/12/18)$$

Mynd 2b sýnir þverskurð af vírstroffu með kjarna og 6 þáttum.

Mynd 2



Mynd 3



Mynd 3a sýnir þverskurð af "seale"-þætti. Einkenni þeirrar gerðar er að þræðirnir eru misgildir og venjulega eru þræðirnir í næstyzta laginu grennri en í því yzta.

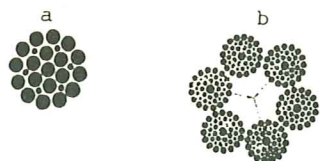
Þáttakjarninn er aftur á móti mismunandi eftir viragerðum.

Algengustu afbrigði þessarar virgerðar eru:

- 19 þræða = (1-9-9)
- 31 " = (1-6/12-12)
- 37 " = (1-6/15-15)

Mynd 3b er þverskurður af vír með kjarna og 6 þáttum.

Mynd 4

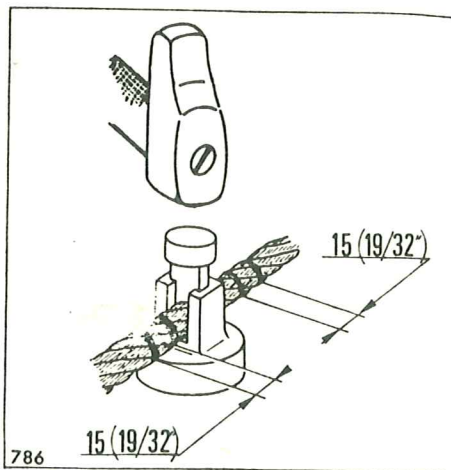


Mynd 4a er af þætti, sem kalla má ívafsbátt en í honum eru aðalþræðirnir jafngildir en milli yzta og næstyzta lagsins eru grannir ívafsvírar.

Algengasta gerð þessara víra er:

25 þátta = (1-6-6F-12).

Mynd 4b sýnir þennan vír með kjarna og 6 þáttum.



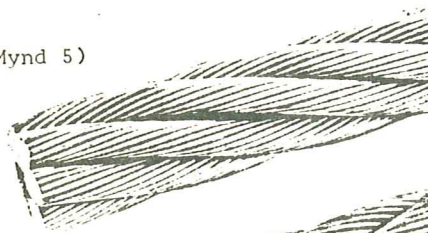
Þannig má taka stálvír í sundur

Stálvírar eru "slegnir" (eða spunnir) á mismunandi hátt. Til eru 5 afbrigði, og þau gefa notandanum til kynna hvort þræðir og þættir vírsins eru slegnir rétt- eða rangsælis. (Hægri eða vinstri).

Mynd 5.

Hægri víxlsleginn vír. Þræðirnir í þáttunum eru slegnir í gagnstæða átt við þættina. Vírarnir liggja rangsælis en þættirnir réttsælis.

Mynd 5)



Mynd 6.

Vinstri víxlsleginn vír. Vírarnir slegnir réttsælis en þættirnir rangsælis.

Mynd 6)



Mynd 7.

Hægri einsáttasleginn. Vírarnir í þáttunum eru slegnir í sömu átt og þættirnir. Hér réttsælis. (Þessi gerð mun varla notuð hérlandis)

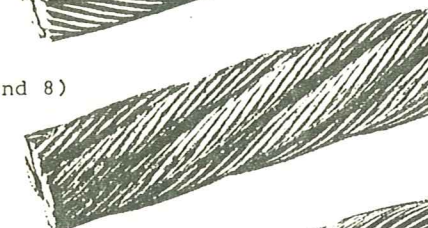
Mynd 7)



Mynd 8.

Vinstri einsáttasleginn. Vírar og þættir slegnir rangsælis.

Mynd 8)



Mynd 9.

"Síldarbeinasleginn" vír. Sambland af víxl- og einsátta-slegnum. (Sama aths. og við 7.m)

Mynd 9)



Mynd 10)



Mynd 10.

Gormsleginn vír.
Vírinn hefur tvö þátta-lög.
Það innra er einsáttaslegið,
rangsælis, en það ytra er víxl-
slegið réttisælis.

Kjarninn getur verið búinn til á ýmsan hátt.
Hér eru sýndar tvær algengustu aðferðirnar.

Mynd 11.

Hampkjarni er algengastur og hann er venjulega eftirlíking á 3 eða 4 földum kaðli. Hann myndar fjaðrandi undirlag fyrir þattina og smyr þá innanfrá. Vír með hampkjarna er yfirleitt þjáll.

Mynd 12.

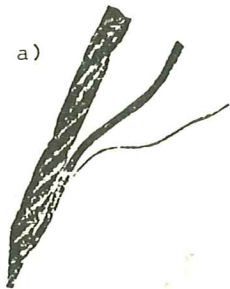
Stálkjarni (IWR) gerður úr 7 þáttum sem hver hefur 7 þræði. Hann er næstum því jafnsveigjanlegur og hampkjarni og veitir mun meira viðnám gegn þrýstingi og snúningsátaki.

Mynd 13.

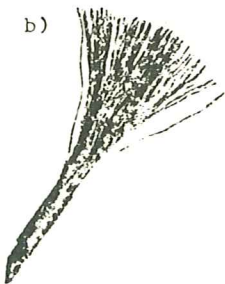
Formaðir (spennulausir) vírar. - Nær allir stálvírar sem nú eru framleiddir eru formaðir, en það þýðir að þeir eru slegnir á þann hátt að þattirnir fá enga innri spennu, og vírinn raknar því ekki upp að neinu marki, þegar hann er tekinn í sundur. Þannig er mikið auðveldara að fást við formaðan vír en hinn sem ekki er það. (Sjá mismun á a og b). Eigi að síður er rétt að vefja um formaðan vír áður en hann er tekinn í sundur.

Mynd 13)

a)



b)



Stálvírar eru settir saman á marga mismunandi vegu. Myndirnar sýna algengustu aðferðirnar. Sameiginlegt með þeim öllum er að þær veikja upprunalegt átaksþol virsins. Vír sem er samsettur úr tveim bútum og prófaður með átaks-mæli slitnar alltaf við samsetninguna.

Mynd 14.

Langar og stuttar splæsingar og aughnasplæsingar eru mjög algengar, þó ekki á kranavírum. - Splæsing er sérhæfð nákvæmnisvinna og verður að vinnast af kunnáttumönnum. Splæsingar á vír sem er ætlað að renna í gegnum blakkir o.þ.h. t.d. á krönum er bönnuð.

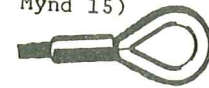
Mynd 14)



Mynd 15.

Hólk-splæsing
Hér er í stað splæsingar kominn málmhólkur sem klemmdur er saman við mikinn þrýsting í sérstakri pressu.

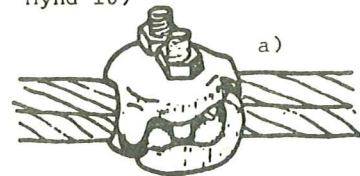
Mynd 15)



Mynd 16.

Svokallaður Iron-Grip víralás. Hann er í tveim hlutum og eru þeir klemmdir saman utan um vírana með stálboltum. Báðir endar virsins verða að ná alveg í gegnum lásinn. Á lásnum eru tölur sem segja til um þvermál vírana sem hann er gerður fyrir. Á boltunum þurfa að vera tvennar rær (kontraró) og þá þarf að herða upp reglulega. Við lykkju á lyftivir þarf tvo lása annar er sambyggður "auganu" (eins og mynd 16b sýnir) hinn skal setja við lykkjuna.

Mynd 16)



a)



b)

Mynd 17.

Eureka víralás:

Þetta er múffa í tveimur hlutum úr smíðajárni. Vírarnir eru lagðir milli múffuhlutanna þannig að endarnir standi út úr báðum megin. Síðan er múffan skrúfuð saman með 4 skrúfum. Vírastærðin er gefin upp á lásnum. Þessi samsetning er talin fullnægjandi með einni múffu. Herða þarf múffuna upp reglulega.

Mynd 17)

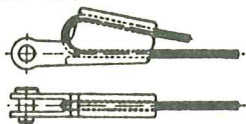


Mynd 18.

Kílmúffa:

Gerð úr stáli með rauf fyrir kílinn og tvöfaldan vír. Vírinn verður að liggja eins og sýnt er á myndinni. Ráðlegt er að nota einn aukalás, t.d. Iron-Grip-lás. Þar sem vírabvermálið er ekki ævinlega gefið upp á múffunni verður að aðgæta sérstaklega hvaða vír hún er gerð fyrir. Þegar kíllinn er "fullhertur" má hann í mesta lagi standa 1,5 x vírabvermálið út úr múffunni. Aðgætið að ekki séu gráður á kílnum.

Mynd 18)



Mynd 19.

Union-víralás:

Slíkir lásar eru algerlega ónothæfir við krana. Þeir eru fyrirferðamiklir og óhentugir og geta verið beinlínis hættulegir, þar sem herða verður þá mjög mikið eigi þeir að gegna hlutverki sínu, en við herzluna flezt vírinn út og aflagast.

Allar samsetningar fela í sér hættu á skemmdum á vírnum.

Mynd 19)



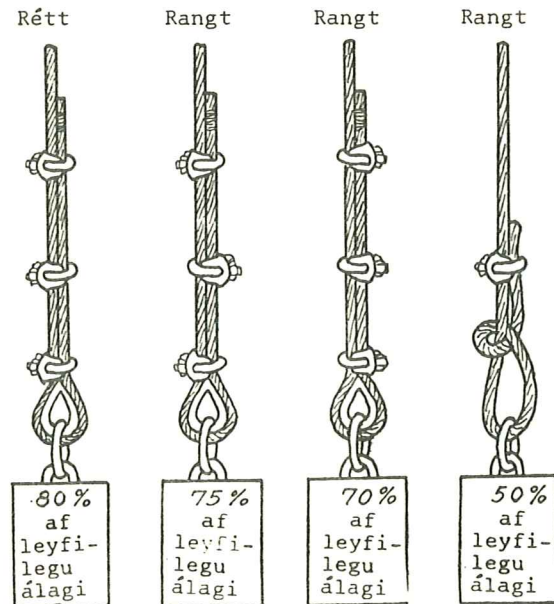
Styrkleiki lásasamsetninga miðað við víra.

Stuttsplásing.....	ca	80%
Langsplásing.....	"	95-100%
Augasplásing (m/ "kósu")...	"	90-100%
Hólkspplásing.....	"	80-100%
Super-Loop-splásing.....	"	80-100%
Iron-Grip-vírlás.....	"	80- 95%
Eureka-vírlás.....	"	80- 95%
Kílmúffa.....	"	70- 80%

Það er mikilvægt:

Að velja viðeigandi lás
Að vanda samsetningu og herzlu
Að athuga samsetningar reglulega og e.t.v. herða upp.

Styrkleiki mismunandi lásasamsetninga:



Viðhald stálvíra

Stálvír ber að skoða sem flókna vél, sem samsett er úr mörgum stálhlutum í náinni snertingu hver við annan. Við notkun reynir mismunandi á einstaka hluta vírsins eftir því hvernig álagið er; vírinn sveipist í blökk, spiltromlu o.s.f.tv. - Vélarlega "bræðir úr sér" sem kunnugt er, sé hun ekki smurð nægilega. En ef dæma má eftir útliti kranavíra virðast ekki allir kranastjórnar vita að það er jafn mikilvægt að smyrja vírana.

Samanburðartilraunir hafa sýnt að endingartími vel smurðs stálvírs er 2-3svar sinnum lengri en þess sem er þurr.

Eftirlit:

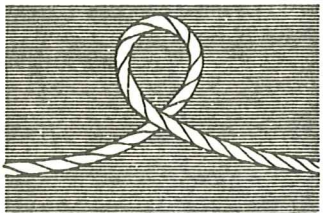
1. Kranavírar:

Fylgið ávallt ráðleggingum leiðarvísins. Séu engar leiðbeiningar gefnar skal huga að vírum og festingum þeirra um leið og vikuleg yfirferð fer fram. - Ef ekki er gefin upp tíðni smurningar skal hreinsa (þvo) og smyrja vírinn einusinni í mánuði.

2. Vírastroffur:

Þær ætti á sama hátt og kranavírin að athuga minnst einu sinni í mánuði og e.t.v. að smyrja þær vikulega.

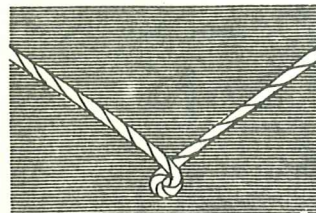
Stálvír er ónothæfur ef:



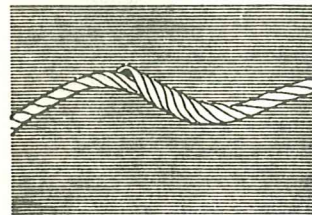
Lykkja hefur myndast.

1. Einn af hverjum 10-20 þráðum vírsins er slitinn á lengdarbili sem er 8 sinnum þvermál vírsins.
2. Þræðirnir í einum þætti eru í sundur.
3. Vírinn er aflagaður, t.d. flatur, kantaður eða ef snurða hefur hlaupið á hann.
4. Vírinn er með teygða eða lausa þætti.

Stálvír er ónothæfur ef: (framhald)



Lykkja orðin að snurðu



Snurðan hefur verið lagfærð, en vírinn er gjörónýtur.

5. Vírinn er orðinn ryðgaður.
6. Vírinn hefur skemmt af notkun tárandi efna, kalki, seltu (yfirlengri tíma) o.þ.h.
7. Yztu þræðirnir eru slitnir niður til hálfis.
8. Vírinn hefur komið í snertingu við háspenntan straum.
9. Vírinn hefur orðið fyrir miklum hita.

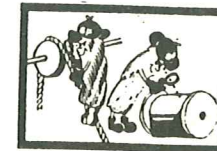
Aðrar orsakir en hér hafa verið nefndar geta einnig átt sér stað, og fer það eftir vinnuáðstæðum.

Í hverju tilfalli verður að meta skemmdirnar á raunsæjan hátt áður en vírinn er dæmdur ónýtur.

Leit að göllum.

Stálvír þarf að herða eins og aðra hluta tækisins. Slit eða gallar geta vissulega komið fram á vrunum og þá má oft rekja til einhverra eftirtalinna atriða:

1. Ekki notuð rétt gerð af vír.
2. Vírinn er vafinn skakkt upp á vinduna.
3. Snurða hefur hlaupið á vírinn.
4. Snúizt hefur ofan af vírnum (trosnað).
5. Vírinn vinnur undir titringi.
6. Vírinn hefur snúizt (v/snúnings á birðinni).
7. Vírinn hefur nuddast við skarpa brún.
8. Of mikið álag hefur verið sett á vírinn.
9. Vír með tókjarna hefur yfirhitnað.
10. Vírinn ekki smurður nægilega.
11. Blakkirnar hafa of lítið þvermál.
12. Blakkarsporið er of þröngt.
13. Blakkirnar eru skemmdar eða slitnar.
14. Blakkirnar vísa ekki stefnu vírsins.



Fyrirbyggjandi viðhald

Smurning - hreinsun

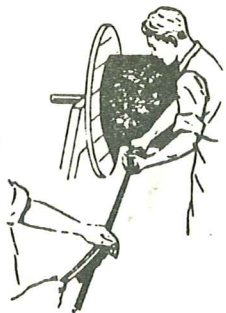
Nú orðið er völ á smurólíum í öllum þykktum. Æskilegt er að nota ekki þykka olíu á kranavírinn, þar sem þær smjúga verr inn í vírinn og smyrja hann því ekki innanfrá, auk þess sem þykk olía hefur tilhneigingu til að setjast á blakkir og mynda þar harða skel.

Bezt er að nota miðlungsþykka olíu sem smýgur vel.

Notið aldrei affallsolíur, þar sem þær innihalda yfirleitt efni sem tæra vírinn.

Til að tryggja landa endingu vírsins skal hafa eftirfarandi í huga.

- Smyrja reglulega með rétttri olíu.
- Hreinsa aðskotaefni af vírnum (sand o.þ.h.) sem aukið getur slit hans.
- Leggið ekki meira álag á vírinn en leyfilegt er.
- Forðist óþarfa rykki og högg.
- Rekið nýjan vír rétt af rúllunni og þræðið hann á kranann eftir gefnum leiðbeiningum.
- Veljið þær samsetningar (lása) sem henta aðstæðum.
- Vírur, sem ganga í blökkum ætti að snúa með jöfnu millibili til að jafna slitið.
- Athugið að blakkir og tromlur og aðrir snertifletir vírsins séu í góðu ástandi.
- Vír, sem ekki er í notkun, skal geyma hreinan og innsmurðan, helst innanhúss á þurrum stað.

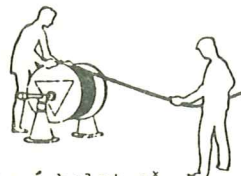


Hreinsun og smurning

Almennt:

Þræðarslit í vír má aldrei "gera við" með einangrunarbandi eða öðru slíku, þar sem það getur dulið alvarlegar skemmdir á vírnum.

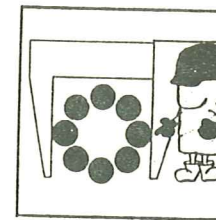
Skilyrði langrar endingar er auðvitað að réttur vír sé settur í stað hins ónýta. Því þurfa menn að kunna að gefa upp rétt mál á nýjum vír. (Sjá meðfylgjandi mynd)



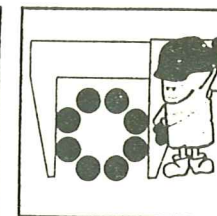
Þannig á helzt að vinda af rúllu



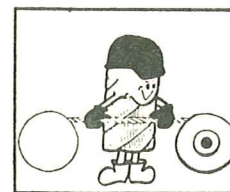
Í neyð má fara þannig að.



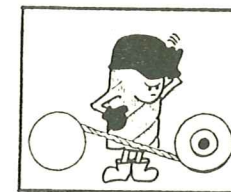
Rétt



Rangt



Rétt



Rangt



Forðist að draga vírinn

Pöntun á vírum

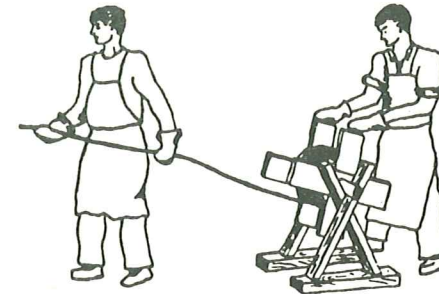
Nauðsynlegt er að lýsa vírnum sem nákvæmlegast. Gefa skal upp eftirfarandi stærðir til að tryggja að vírinn sé afgreiddur rétt.

1. Lengd Venjulega gefin upp í metrum. Ef lengdin er nákvæm má skrifa við "nákvæmt".
2. Þvermál Venjulega gefið upp í milli-metrum.
3. Gerð Gefið upp fjölda þátta, sinnum fjölda þráða í hverjum þatti, þegar um "standard"-víra er að ræða. Þegar Special-vírar eiga í hlut, svo sem "Seale", skal einnig geta hins sama.
Dæmi:
Standard-vír með 6 þáttum og 37 þráðum í hverjum = 6 x 37.
"Seal"-vír með 6 þáttum og 31 þráði í hverjum = 6 x 31 Seale
4. Kjarni Þarf ekki að tilgreina, þegar um er að ræða vír með einum hampkjarna. Stálþáttir eru einkenndir með + WSC. Stálkjarni með + IWRC.
5. Efni í þráðum vírsins a) Tilgreina skal hvort vírinn á að vera ryðvarinn eða ekki (galvaníseraður)
b) Tilgreinið í kg/mm² hvaða brotþol þráðarefnið á að hafa.
6. Vafningsátt Tilgreinið vafningsátt þráða og þátta. (Hvernig vírinn er sleginn)
Dæmi:
Hægri-víxlsleginn - Vinstri-einsátta - sleginn, o.s.frv.
7. Notkun Tilgreinið umfram allt til hvers á að nota vírinn.
Dæmi: Kranavír.
8. Frágangur enda Venjulega eru vírendarnir vafðir þannig að þeir trosni ekki.
Ef óskað er sérstaks frágangs á enda, t.d. lykkja, með eða án "auga", skal taka það fram.

Víramálin skal yfirleitt gefa upp í þeirri röð sem hér er talað um. Pöntun á vír gæti litið þannig út:

- Dæmi a) 70 metrar, og nákvæmlega 13 mm, 6 x 31 "Seale" + IWRC, ógalvaníseraður, 180 kg/mm², vinstri-einátta-sleginn formlagður, kranavír.
- b) 120 metrar (aðeins lengra) 16,5 mm, 6 x 37 galv., 140 kg/mm². Vinstri-víxlsleginn, Stagvír á krana, lykkja með auga og stangaðri fóðringu.

Rétt



BORMANNANÁMSKEIÐ
í APRÍL 1982

SKIPULAGNING
VERKA

DAVÍÐ EGILSON
BIRGIR JÓNSSON
SIGURGEIR INGIMUNDARSON

EFNISYFIRLIT

	bls.
1 TILGANGUR RANNSÓKNA	1
2 JARÐEÐLISFRÆÐILEGAR RANNSÓKNIR	5
3 BEINAR MÆLINGAR	5
3.1 Gryfjur	5
3.2 Cobraborar	7
3.3 Snigilborar	7
3.4 Borrorborar	9
3.5 Skolborun	9
3.6 Loftborar	11
3.7 Höggborar	13
3.8 Snúningsborar	15
4 SAMNINGAR	19
4.1 JBR innan OS	19
4.2 Störf staðarjarðfræðings	20
4.3 Aðstaða	21
4.4 Samningsform JBR	22
4.5 Lager	25
5 TÍMA OG KOSTNAÐARÁÆTLUN	31

VIÐAUKAR

Hljóðhraðamælingar

Viðnámsmælingar

Segulmælingar

SKIPULAGNING VERKA

1 TILGANGUR RANNSÓKNA

Yfirleitt er rannsókn gerð í því skyni að draga saman upplýsingar til fróðleiks. Það er forsenda vel grundaðrar ákvörðunar. Mannvirkjafræðilegar rannsóknir hafa í flestum tilfellum mjög hagnýtan tilgang. Þar er reynt að fá fullnægjandi upplýsingar um gerð og eiginleika jarðmyndana svo unnt sé að staðsetja, hanna og byggja mannvirkio án þess að hætta of miklu.

Oftar en ekki er sú kvöð lögð á starfsmenn VOD að þeir afli sem mestra upplýsinga með sem minnstri fyrirhöfn, á sem skemmstum tíma og með sem minnstum kostnaði. Sökum þessa þarf að vinna mjög skipulega að rannsókn-um. Alla jafna er byrjað á ódýrum yfirlitsrannsóknum þar sem metið er hvar er heppilegast að staðsetja mannvirkin. Eftir því sem líða tekur á rannsóknina fer hún að afmarkast við ákveðin svæði og nákvæmisatriði þar sem reynt er að meta hvaða útfærsla henti best. Kjarnaborun er veigamikill þáttur í þeirri könnun. Hún er hins vegar fremur dýr í framkvæmd og því þarf að velja holunum stað að vel athuguðu máli. Mynd 1 sýnir þá stöðluðu áfangaskiptingu sem unnið er eftir við rannsókn fyrir vatnsaflsvirkjanir. Sambærileg vinnubrögð ættu að gilda við annars konar rannsóknir, eins og t.d. skipulag byggða.

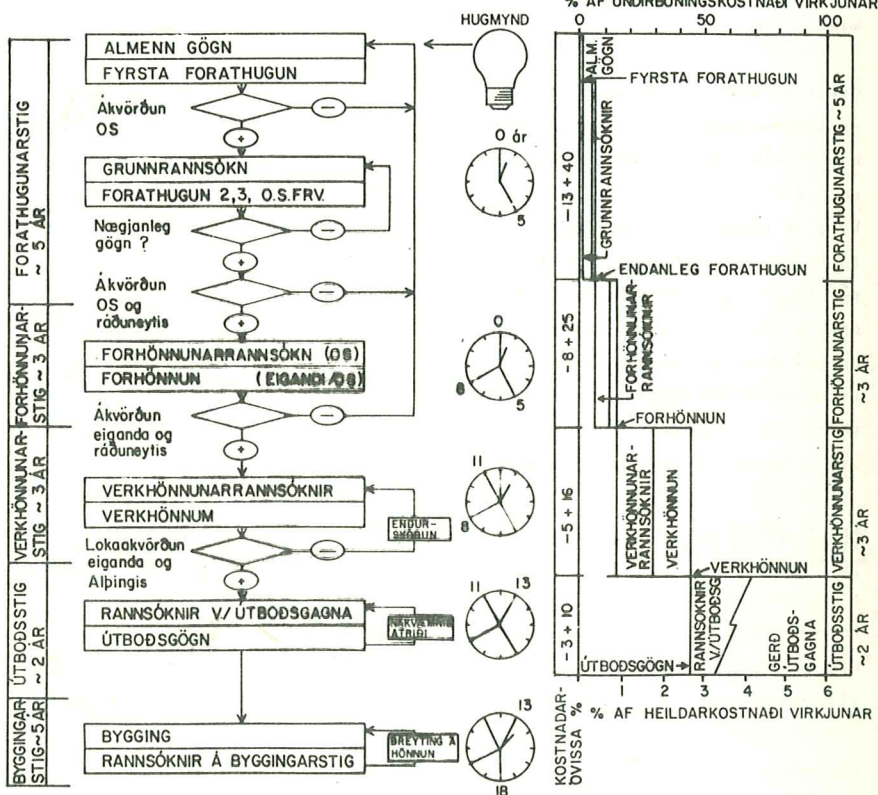
Val á aðferðum. Yfirleitt er margra kosta vöð við rannsóknir í mannvirkjaröfræði. Val á aðferðum og tækjabúnaði fer eftir því hvaða upplýsinga á að afla, þeim tíma sem ætlaður er í verkið, tækjabúnaði sem er til afnota og hvað rannsóknin má kosta. Tafla 1 sýnir hvaða aðferðir koma til greina, meðal annarra, við margháttaðar rannsóknir. Það er rétt að renna yfir þessar aðferðir og bera þær saman. Hafa verður þó í huga að yfirferðin verður mjög ágripskennd og margt munu lesendur vita betur en höfundur.

Líkt og getið var um hér að framan er við forkönnun fyrir vatnsaflsvirkjanir byrjað á tiltölulega ódýrum yfirlitsrannsóknum og endað á dýrri og mjög staðbundinni rannsókn.

VGD-MJ-900-BJ DE FS JI
82 CI 0003 AA

MYND 1

ÁFANGASKIPTING VIRKJUNARRANNSÓKNA



TAFLA 1 Forkönnun fyrir vatnsaflsvirkjanir

Könnun beinist að:

Rannsóknaraðferð:

Yfirlitsrannsókn	Heppilegasta staðsetning mannvirkja	Kort í 1:20 þús. með 5 m hæðarl. Vatnamalingar í 5-20 ár Berggrunnskort Hljóðhraðamalingar Cobra
Stíflustæði	Þykkt lausra jarðlaga Gerð undirlags Sprungur og Lekaleiðir	Hljóðhraðam. Cobra, Gryfjur, Loftborun Kjarnaborun, Gryfjur, Lektarm. Loftborun Sprungukortlagning, segulm.ðalup. VLF-mæl., Hljóðhraðamalingar.
Jarðgöng	Berggæmat og Jarðlagaskipan	Kjarnaborun, Q-mat, lektarp. Tenging jarðlaga
Skurðir og stöðvarhús	Þykkt lausra jarðlaga Gerð undirlags	Hljóðhraðam. Cobra, Gryfjur, Loftb. Kjarnab., Loft., Lektarm., Gryfjur
Grunnvatn	Breytingar í grunnvatnshæð og hita	Mæliholur, Dýpi á grunnvatn Siritun, hitamaling, dæluprófun
Byggingarefni	Magn og efniseiginleikar	Gryfjur, hljóðhraðam., Cobra Prófanir

TAFLA 2 Jarðeðlisfræðileg könnun

Mæliaðferð	Hvað mælt	Algeng dýptarskynjun	Heppileg not	Yfirferð á dag	* Vetv. kostn	Aths.
HLJÓÐHRAÐAMÆLING						
HLjóðbrotsmæling	Fyrsti komutími jarðskjálftabyigna	0-30 m	Ákvörðun á þykkt lausra jarðlaga ofan á klöpp	Um 10 100 m mæl.	9868	með úrv.
HLjóðspeglun	Komutími jarðskjálftabyigna	Nokkrir km	Gróf mynd af jarðlaga-skipan olíuleit - hugsanlega jarðhitaleit	Ekki vitað		
VIÐNÁMSMÆLINGAR						
Dýptarmæling	Viðnám jarðlaga	Um 1 km	Jarðhitaleit	2x1500 m mæl.	8900	frum úrv.
Lengdarmæling	" "	um 600 m	Jarðhitaleit og sprunguleit	0,75 km	8900	frum úrv.
SEGULMÆLING	Mismunandi segulstyrkur bergs	0-30 m	Finna ganga (síður misgengi)	3,5 km með 5 m á milli mælipunkta	2628	frum úrv.
VLF	Mismunandi rafseguleiginleikar	0-30 m	Finna vatnsleiðandi sprungur og misgengi	2 km með 5 m á milli mælipunkta	2628	frum úrv.

* Verðlag í janúar 1982 - byggingarvísitala 909 stig

2 JARÐEÐLISFRÆÐILEGAR MÆLINGAR

Jarðeðlisfræðilegum mælingum er mikið beitt við yfirlitsrannsóknir þegar þarf að fá heildarmynd á fremur ódýran hátt, oft á kostnað nákvæmni. Tafla 2 sýnir helstu eiginleika slíkra mælinga. Þar kemur fram sérstaða þeirra, sem er að þær gefa vísbendingu um ákveðin atriði, en mæla þau ekki beint. Dæmi; í hljóðhraðamælingu er hljóðhraði mældur en að gefnum vissum forsendum má reikna út dýpi á fast berg. Annað dæmi er segulmæling, þar sem segulsvið jarðlaganna er mælt. Segulsvið yfir göngum er mjög einkennandi og sjáist slíkt í mælingu má staðsetja ganginn án þess að bein vitneskja um tilvist hans liggja fyrir að öðru leyti.

Jarðeðlisfræðilegar mælingar eru því oft nefndar ÓBEINAR MÆLINGAR. Þeim fylgja bæði kostir og gallar sem eru ræddir hér á eftir. Almennt má þó segja um þær mælingar að þeim er beitt við upphaf rannsókna til að fá grófa heildarmynd sem síðan er fyllt inn í með nákvæmari rannsókn og dýrari (sjá nánar í viðauka).

3 BEINAR MÆLINGAR

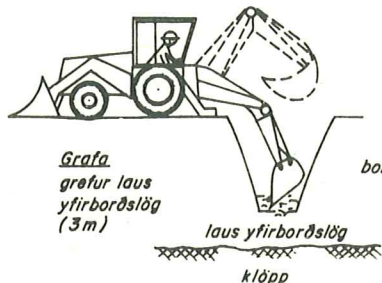
Hér verður lýst þeim aðferðum er koma til greina við BEINAR KÖNNUN lausra jarðlaga og bergs. Með BEINNI KÖNNUN er átt við að það sem kanna á er mælt beint og án þess að þurfa að gefa sér einhverjar forsendur. Verður byrjað á þeim ódýrari og farið út í dýrari.

Alla jafna er happadryggt að nota ódýrari aðferðir s.s. jarðfræðikortlagningu, jarðeðlisfræðilegar mælingar, gryfjutöku og cobraborun til að fá heildarmynd. Heildarmyndina má síðan kanna með dýrum rannsóknarholum af hvers kyns tagi. Kjarnaholur gefa yfirleitt nákvæmasta mynd, en eru það dýrar að ekki er rétt að staðsetja þær án neinnar forkönnunar. Slíkt er ómarkvisst pot.

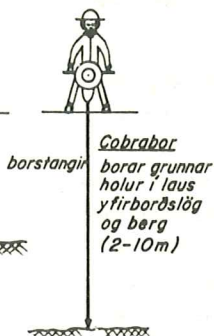
3.1 Gryfjur

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 (mynd 2). Í gryfjunum

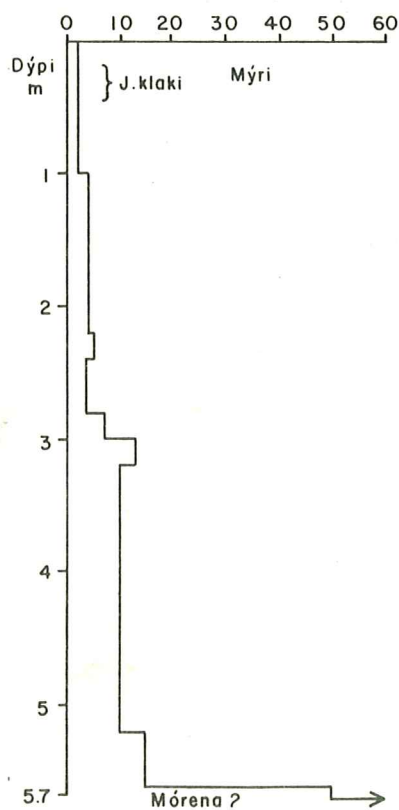
MYND 2



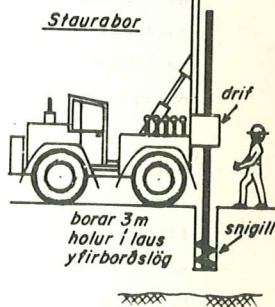
MYND 3



MYND 4 CA - 28



MYND 5



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. Stærri gröfur eru oft notaðar þar sem traktorsgröfurnar eru of veigalittlar.

3.2 Cobraborar

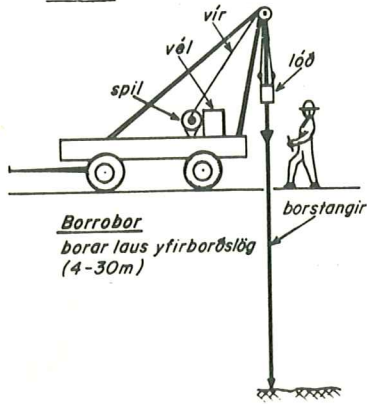
Áhaldið vegur aðeins 25 kg og er því meðfærilegt fyrir 1-2 menn (mynd 3). Borinn og fylgihlutir eru í 2-3 kössum, sem auðveldlega má flytja í jeppakerru. Á bornum er lítil bensínvél og í lausum jarðvegi nægir slátturinn frá stimpli vélarinnar til þess að borstangirnir gangi niður. Borhraðinn er skráður fyrir hverja 20 cm (mynd 4). Við þetta eru notaðar 25 mm sverar borstangir með jafnsverum oddi. Hægt er að reka niður mjóan sýnataka í lausustu jarðlögin. 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 kanna þarf þykkt á lausum jarðlögum innan við 10 m á þykkt. Í mjög lausum jarðlögum t.d. mýri og lausum sandi kemst borinn dýpra. Dýpst hefur verið borað með Cobrabor hér á landi niður á 50 m dýpi. Hann er sérlega hentugur í blautum mýrum og á sandflákum, þar sem þyngri tækjum t.d. Borrobör verður traúðla við komið.

3.3 Snigilborar

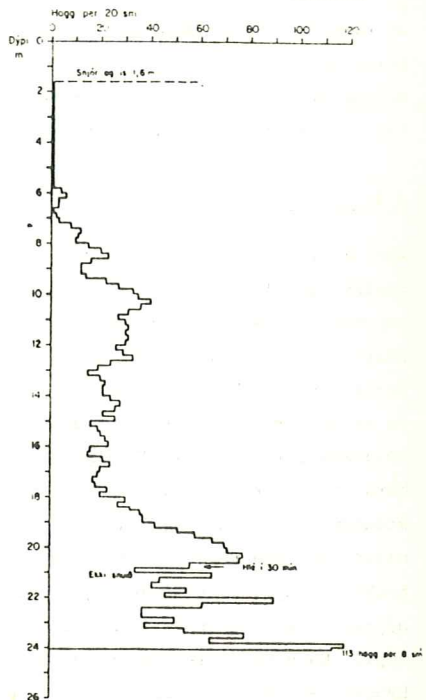
Hér á landi hafa svokallaðir stauraborar mest verið notaðir til þess að bora holur fyrir síma- og rafmagnsstaura og einnig fyrir steypar súlur í undirstöður húsa. Borunin fer þannig fram, að "snígill" er skrúfaður niður í laus jarðlög (mynd 5). Þegar híft er upp situr jarðvegurinn í sniglinum og er þannig hægt að taka sýni. Hér er um svokölluð hreyfð sýni að ræða, þ.e. efnid hefur orðið fyrir hnjaski við að skrúfast upp í 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.

Hins vegar eru á markaði mjórri sniglar, allt niður í 7,5 cm, sem hægt er að bora niður með hvaða snúningsbor sem er og er þá hægt að bæta við fleiri borstöngum og/eða sniglum (continuous augering) og bora alveg

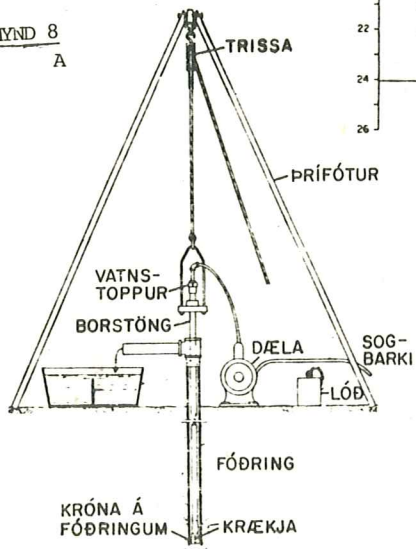
MYND 6



B-3 MYND 7



MYND 8 A



Hægt er að setja sýnataka í stað krækjunnar, hann er þá barinn niður með lóði.

SKOLBORUN



B ÝMSAR GERÐIR AF KRÆKJUM FYRIR SKOLBORUN

niður í gegnum lausu jarðlöggin. 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 "Öhreyfðu" sýni af lausum jarðlögum fyrir neðan sigilinn. Stauraborar þykja ekki sérlega hentug rannsóknartæki þar sem sýnin eru yfirleitt mjög blönduð.

3.4 Borroborar

Þegar 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 Borrobor, eftir framleiðandanum BORROS AB, Svíþjóð (nefnt Swedish Ram Soundings) (mynd 6). 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 (mynd 7). 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 jarðlöggin 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 þar til hann fyllist. Með Borrobor er einnig hægt að reka niður götuð vatnsrör ætluð til mælinga á jarðvatnsstöðu (písometrar).

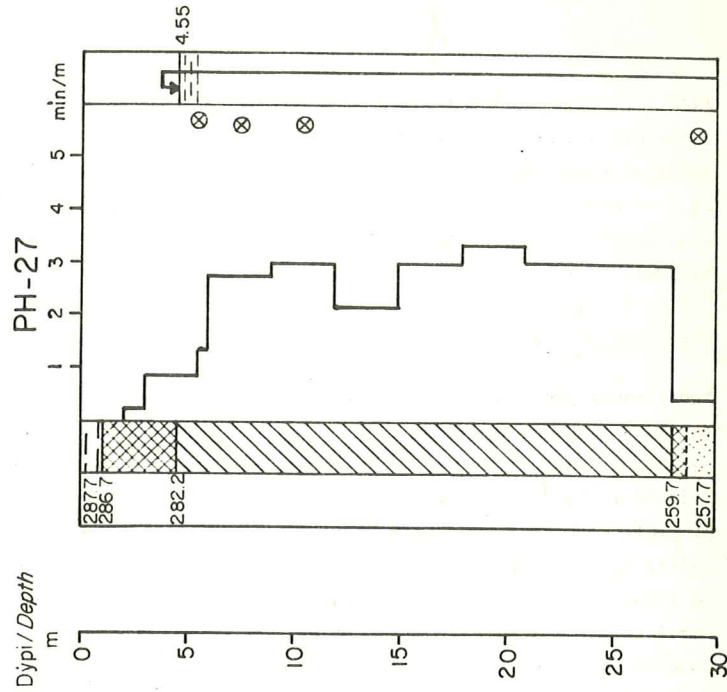
Yfirleitt vinna tveir menn við borinn. Hagkvæmt er að nota Borroborinn þar sem þykkt lausra jarðlaga er á bilinu 6-20 m, en dýpst hefur verið borað með Borrobor hér á landi niður á 50 m dýpi. Borroborinn vinnur ekki á jökulbergi, en gengur oft um 1 m niður í það sé yfirborð þess veðrað. Notkun á Borrobor hefur að mestu vikið fyrir Cobrorum enda eru þeir mun meðfærilegri.

3.5 Skolborun

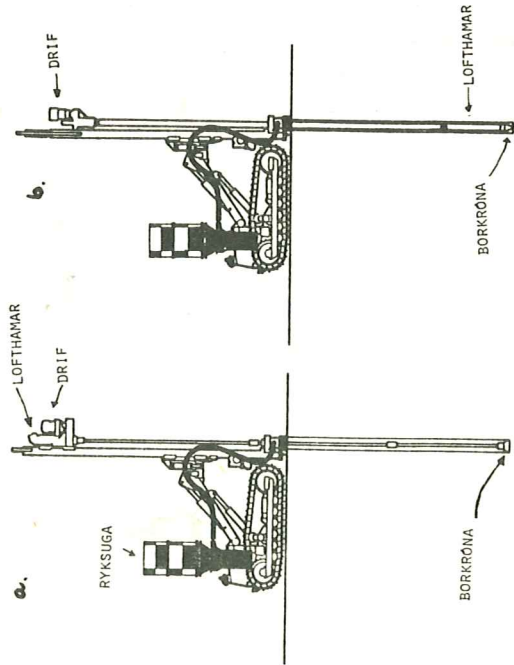
Við skolborun (Wash boring) er vatni dælt í gegnum rör af krafti, og það látið ryója sér leið niður í gegnum laus jarðlög (mynd 8a). Oft er höfð nokkurs konar tönn neðst á rörinu og því snúið ef einhver fyrirstaða er

Lýsing og borhraði Description and drilling speed	JVB GWT
Hæð Elevation	

MYND 10



MYND 9



LOFTBORAR. T.V. ER LOFTBOR MED BÆÐI LOFTHAMMAR OG DRIF
UPPI Í MASTRI (TOP HAMMER). I.H. ER LOFTBOR MED DRIFÍÐ
UPPI Í MASTRI EN LOFTHAMMAR SEM GENGUR NIÐUR Í HOLUNA
(DOWN-THE-HOLE HAMMER).

(mynd 8b). Sýnishorn úr jarðlögnum skolast upp á yfirborðið og eru tekin í fínt sigti. Hætta er á að sýni frá botni holunnar blandist jarðlögnum ofar í holunni nema haft sé fódurrör 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.

3.6 Loftborar

Loftborar hafa aðallega verið notaðir til þess að bora sprengiholur í fast berg við alls kyns mannvirkjagerð og námugróft (mynd 9). Borunin fer þannig fram að borkrónunni er bæði snúið og hún barin niður með aflmiklum lofthamri, sem annað hvort er festur við bormastrið eða neðst á borstangalengjuna fyrir ofan borkrónuna (mynd 9b). Loftborar geta verið afkastamikil og hentug tæki til að auðvelda tengingu milli kjarnahola, sem yfirleitt eru nokkuð dýrari. Með því að mæla borhraðann fyrir hverja 50 cm má fá nokkra hugmynd um hörku jarðlaganna (mynd 10). Einnig er svarfinu, sem berst upp í holunni, safnað og yfirleitt hægt að greina jarðlöggin eftir því.

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

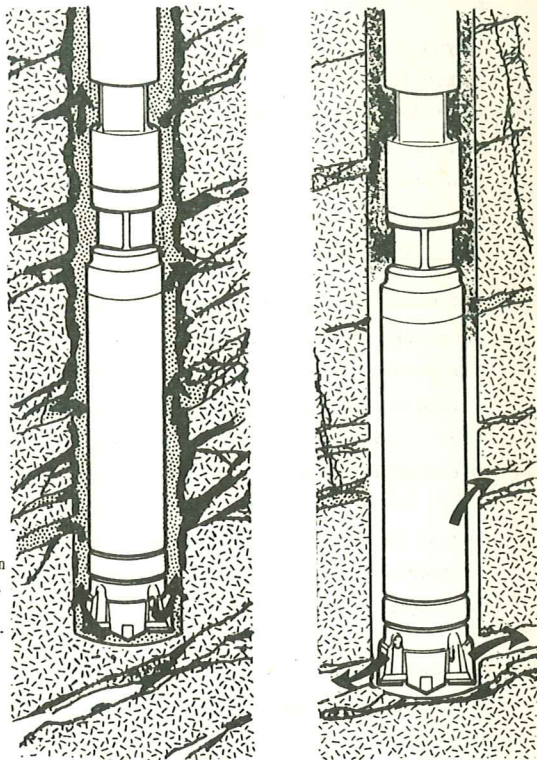
Lektarprófa má holurnar, annað hvort með rennslisprófun, þar sem mælt er hversu hratt vatn sigur í holunni eftir að hún hefur verið fyllt af vatni, eða svonefndri pakkaraþrófun, en þá eru pakkara rennt niður í fódurrörið þar sem hann þenst út og vatni síðan dælt undir nokkrum þrýstingi gegnum hann (sjá kafla um lektarprófanir). Vatninu má dæla með loftknúnni vatnsdælu.

Hægt er að ná sýnum úr lausu jarðlagi með því að reka niður sterkan sýnataka, en ef jarðlöggin 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 notaður. Oftast eru borstangir loftboranna 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.

MYND 11

A. SVARFBLÁSTUR MEÐ FROÐU. ÞEGAR BORAD ER Í SPRUNGU BERGI ER OFT ERFITT AÐ BLÁSA SVARFINU TIL YFIRBORÐS, EN EF BLANDAÐ ER FROÐUMYNDANDI EFNI Í LOFTIÐ, SEM DÆLT ER NIÐUR, ÞÉTTAST SPRUNGURNAR OG MEIRI KRAFTUR ER TIL AÐ LYFTA SVARFINU.

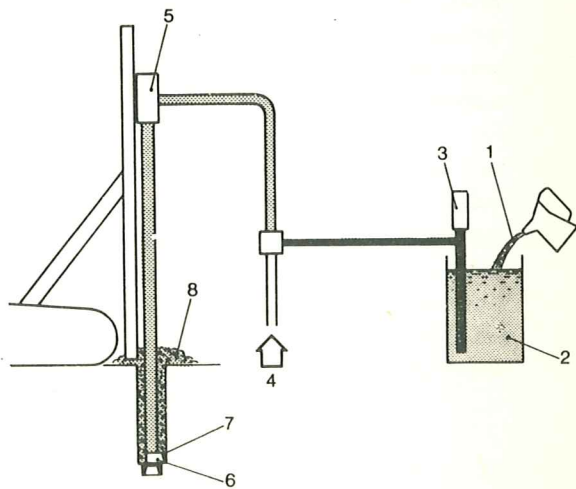
T.V. SÉST HVERNIG FROÐAN LOKAR SPRUNGUM OG SVARFIÐ BERST UPP. T.H. TAPAST MIKIÐ AF LOFTI ÚT Í SPRUNGURNAR OG SVARFIÐ KEMST EKKI TIL YFIRBORÐS, EN SAFNAST AÐ LOFTHAMRINUM (DOWN-THE-HOLE HAMMER) OG FESTIR HANN.



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

B. FROÐUMYNDANDI VÖKVA DÆLT NIÐUR Í BORHOLU:

1. FROÐUMYNDANDI ÞYKKNI
2. FROÐUMYNDANDI VÖKVABLANDA
3. TUNNUDELA
4. LEIÐSLA FRÁ LOFT-PRESSU
5. DRIF/LOFTHAMAR
6. BORKRÓNA
7. FROÐA
8. BLANDA AF SVARFI OG FROÐU



Tekið skal fram, að það dregur mjög úr afköstum borsins, þegar sýni eru tekin úr lausum jarólögum eða bergi, því hifa 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 jarólögin 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 (mynd 11a). Froðan lokar sprungum í berginu og eykur lyftikraftinn svo að svarfið berst frekar til yfirborðs (mynd 11b).

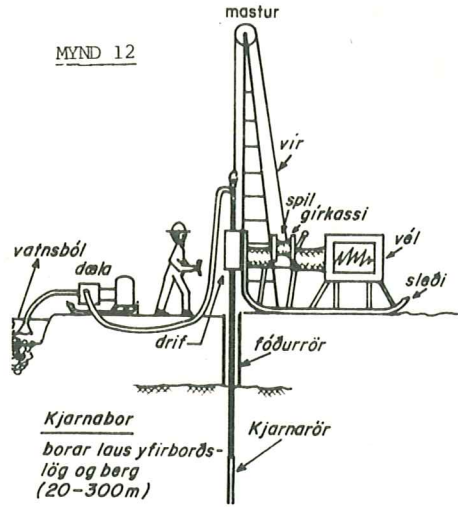
Algengt er að loftborskrónurnar séu 6,3-7,5 cm (2 1/2-3") í þvermál eða nokkru gildari en loftborsstangirnar. Vill því krónan rása til í borun og holan verður oft nokkuð hlykkjótt, jafnvel svo að erfitt er að koma kjarnaröri, sem þó er mjórri en borkrónan, niður í borholuna. Einhvers konar stýringar fyrir borkrónuna er því þörf.

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

3.7 Höggborar

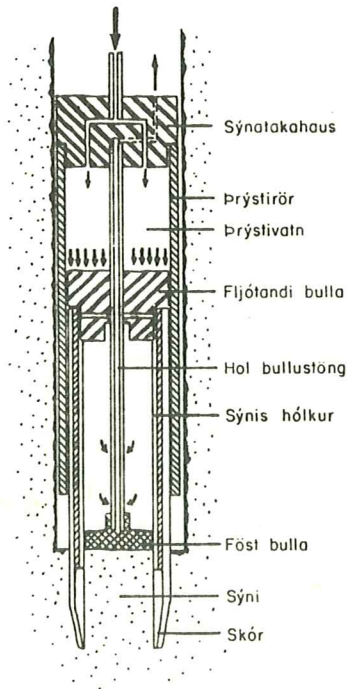
Stórir höggborar (Cable-tool drills) eru yfirleitt notaðir til þess að bora neysluvatnsholur. Slíkar holur eru yfirleitt grunnar (20-40 m), en þurfa að vera nokkuð víðar (allt upp í 55 cm (22 tommur)) til þess að gefa sem mest vatn og svo að hægt sé að koma dælu fyrir í þeim. Einnig eru höggborar notaðir til þess að bora efstu 30 m fyrir stóra snúningsbora. Holan borast með meitli sem hangir í vir, en borinn hífir og slakar á víxl, þannig að meitillinn fellur á botn holunnar í hvert sinn. Svarfið er svo tekið úr holunni með þar til gerðu verkfæri; ausu. Gengur borun þessi samilega í linum berglögum, en seint í hörðu bergi. Áhöfn borsins er yfirleitt 2 menn.

MYND 12



MYND 13

SÝNATAKI FYRIR LAUS JARÐLÖG



3.8 Snúningsborar

Tala má um stóra og litla snúningsbora (Rotary Drills). Hinir síðarnefndu kallast kjarnaborar. Hér á landi hafa stórir snúningsborar svo til eingöngu verið notaðir í tengslum við jarðhitanytingu. Sá minnsti þeirra getur borað 800 m djúpar holur og sá stærsti 3600 m, og bora þeir nær alltaf með hjólakrónu. Hér á eftir verður einungis lýst kjarnaborun (mynd 12). Hægt er að bora með þeim um eða yfir 2 km. Algengasta bora-dýpi er þó 20 -400 m. Kjarnaborar eru aðallega notaðir við borun í föstu bergi (mynd 12b), en með þeim er einnig hægt að taka lítið röskuð sýni úr lausum jarðlögum (mynd 13).

Kjarnaborar eru tvenns konar eftir gerð borkrónunnar; annars vegar með tannhjólakrónu, sem mylur bergið sem síðan berst upp sem svarf, og hins vegar með demantskrónu. Demantskrónan er stuttur rörbútur, sem skrúfaður er neðan á svonefnt kjarnarör. Í banan á krónunni eru steiptir 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 samfellt sýni af berglögnum og gefur kjarnaborun þannig mjög miklar upplýsingar. Í sprungnu og illa samlímdu bergi verður oft rýrnun á kjarnanum og sums 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 opnur á yfirborði. Kjarnaborun er því notuð þegar kortleggja þarf jarðlög nákvæmlega niður á nokkurt dýpi. Hægt er að gera alls kyns prófanir á kjarnanum, bæði mekanískar og efnafræðilegar. Í djúpum kjarnaholum fór forðum mikill tími og erfiði í að hífa upp kjarnarörið og borstangirnar í hvert sinn sem það fylltist, eða kjarnabútur festist í rörinu. Nú er kominn svonefndur vírlínubúnaður (wire line coring). Með honum er hægt að hífa innra kjarnarörið með vir upp innan í borstangalengjunni. Algengast er að kjarnaholur séu 75,7 mm í þvermál, sem er svokölluð NQ stærð. Við kjarnaborun í linu bergi, t.d. móbergstúffi, eru oft notaðar kjarnakrónur, þar sem tennur úr karbítstáli eru í stað demanta.

Þegar notuð er hjólakróna í stað demantskrónu og kjarnarörs, er ekki tekinn kjarni heldur er allt bergið úr holunni mulið og skolast upp úr

TAFLA 3	Alengast dýpi og mestu dýpi	Þvermál hola	Dæmi um afköst	1) Kostnaður vorlag Jan.'82 ca. kr.	Eigendur	Sýni	Tilgangur	Athugasemdir
Gröfur (back-hoe)	0-3 m (4 m)	1x2 m	T.d. 3ja m gryfja á kist, eða 10 gryfjur á dag.	3065 á dag	Ymsir	Stór, bæði hreyfð og óhreyfð, einnig gott jarðvegssnið.	Byggingarfnissýni og önnur jarðvegs-könnun á eftu 4 m.	Vel hreyfing tæki og hægt að úrvega með stuttum fyrirvara.
Cobborar (light motor-percussion soundings)	2-10 m (15 m)	25 mm	T.d. 5 m hola á 20 mín eða 20 holur/dag.	5260 á dag	OS VOD Vegagerð o.fl.	Lítil, hreyfð sýni úr lausasta jarðvegi einnig svarið úr bergi. Borhraði skráður.	Könnun á þykkt og hörku yfirborðslaga.	Borinn er söðins 25 kg að byngd og þuf meðfellingu. Borast niður á snúnings og/öðra tilrætti. Einnig er hægt að bora grunnar sprengiholur í berg.
Snigilborar (auger drills)	2-10 m (30 m)	3-20"	T.d. 20 stk 4,5 m holur/dag.	um 7000 á dag	Eki til á Íslandi?	Mokubó stór, hreyfð sýni úr fínum jarðvegi.	Almenn jarðvegs-könnun og holur fyrir efna og raf-magnastaura og stúlar í undirstöðum hús.	Snigili er smíð niður í lausan jarðveg. Staurobor frá BARIK er byggður á torfarudráttarvæli; borar 3ja m djúpar holur.
Borborar (Soedisk soundings)	3-20 m (50 m)	24"	T.d. 30 stk 3 m holur/dag.		BARIK	Frekar lítil, hreyfð og nær óhreyfð sýni úr lausum jarðlögum. Talið hve mér þó hóg þarf fyrir hvern 0,5 m.	Könnun á þykkt og hörku yfirborðslaga.	Lítilli hægðer ofkast byggður á keru mjóði eða þrúttu. Hægt að nota 1" ræði í holuna fyrir jarðvarnarmalningar eða ræða ræðin beint niður.
Löftborar (OE-drills) (Soil-rock soundings)	5-20 m (45 m)	32 mm	T.d. 10 m hola á 2 kist eða 10 stk. 4 m djúpar holur á dag.	um 7000 á dag	OS JBR Vitamál Vegagerð	Aballega svarf. Hægt með aukabæði að ná sýnum úr lausum lögum og bergi. Borhraði skráður.	Könnun á þykkt laura og hálfvan-líndra yfirborðslaga og einnig lauslag könnun á berglögum.	Hægt að nota 1" ræði í holuna. Hægt er að setja lektarþróa holurnar og setja í þar rör-f. jarðv.malningar.
Snúningsborar (kjarnaborar) (diamond-rotary drills)	20-150 m (350 m)	3-6"	T.d. 4 m/dag í kjarnaborun, en 8 m/dag í hjólakrónuborun.	11700 á dag	OS JBR	Hreyfð eða óhreyfð sýni úr kjarni og/öðra svarf úr bergi. Borhraði skráður.	Smærri jarðhitaborun og ýtarleg könnun á berglögum og þykkum lausum jarði.	Ýfirleitt 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)	3 1/2"-6 1/2"	T.d. 1 30 m hola/dag.	11700 á dag	OS JBR	Svarf úr jarðvegi og bergi og borhraði skráður.	Byrjun á jarðhitaholum fyrir litla og miðlungsstóra snúningsbora.	Hægt að nota venjulega snúningsbora auk loftpressu. Lofthamrin er festur meðan á borstangir og borast sjálfur niður í holuna.
Högborar (cutting-tool drills)	10-40 m (100 m)	10-22"	T.d. 14" hola í gró-grífi ca. 3 m/dag (26 m/8d), 14" hola í meðl-sam þarf að fíðra jafn-dóm, ca. 2 m/dag (26m/13d).	7000 á dag (+ fíðring)	OS JBR	Svarf úr jarðvegi og bergi.	Meysl vatnsholur og byrjun á jarðhitaholum fyrir starrí borana.	Varanlegar holur. Bor byggður á bíl eða vagn.

1) Útseldur tæki, bíll og manni
innifaldir, miðað við frekar góðar aðstæður og engar óeðlilegar tafir.

2) 3" sniglar eru til á Orkustofnun og má tengja þá við venjulega snúnings- eða loftbora

OS: Orkustofnun
VOD: Raforkudeild
JBR: Jarðboranadeild

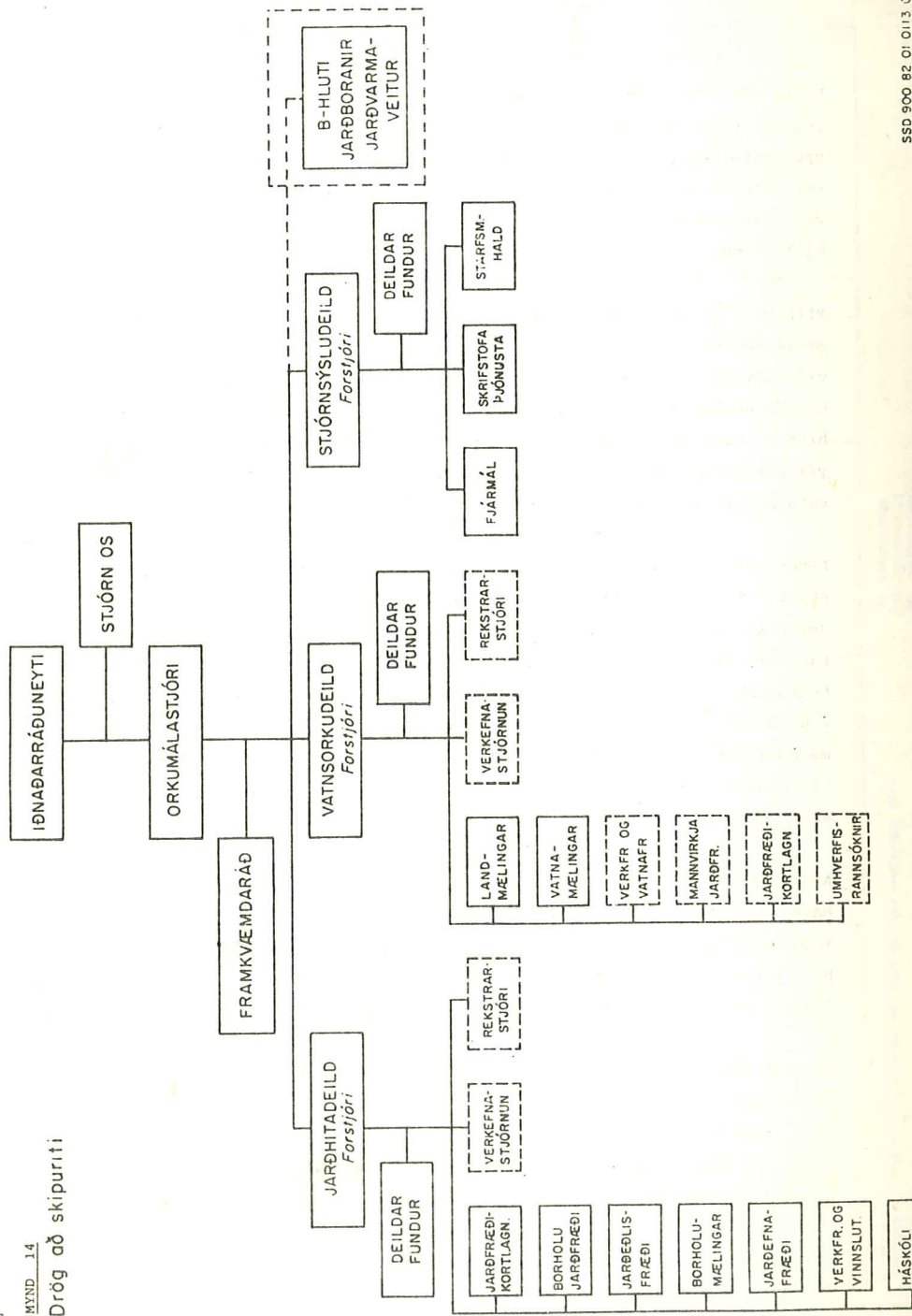
henni sem svarf. Hjólakrónuborun er yfirleitt ódýrari en kjarnaborun, sérstaklega í djúpum holum og línu bergi, af því að sjaldnar þarf að hífa upp úr holunni, en þessi aðferð gefur mun minni upplýsingar, þar eð erfiðara er að greina ástand bergsins eftir svarfi en kjarna. Stærri snúningsboranir, sem bora eftir heitu vatni, bora svo til eingöngu með hjólakrónu.

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 bentonits og vatns, sem vegna þunga síns varnar því að holurnar hrynji saman meðan á borun stendur og flytur svarfið auðveldar til yfirborðsins en vatnið gerir. Þegar borað er í frosti þarf að hafa vatnshitara við vatnsbólsmæluna, svo ekki frjósi í leiðslunum.

Þegar erfitt er að ná í vatn er við viss skilyrði hægt að nota loft í staðinn til að kæla krónuna og flytja svarfið upp. Best er þá að nota sérstaka gerð af kjarnarörum, sem hleypra meira lofti í gegnum sig en þau rör, sem gerð eru fyrir borun með vatni. Þessi kjarnalofthorun er hentugust í frekar línu bergi, t.d. móbergstúffi, en í harðara bergi, t.d. basalti, er hætta á að loftið kæli borkrónuna ekki nóg. Einnig má nota loft við hjólakrónuborun, en þá er svarfið grófara og meira en við kjarnaborun og þarf því aflmeiri loftpressu eða blanda froðumyndandi vökva í loftið.

Annars konar notkun á lofti við snúningsborun er borun með lofthamri. Hann er settur á neðstu borstöngina (down-the-hole drill). Er þetta mjög afkastamið 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. 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 nota 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 snúningsborun taka sýni úr lausu jarðlagi með alls kyns sýnatökum. Áhöfn á kjarnabor er yfirleitt 2-3 menn.



SSD 900 82 01 01/13 GJ

4 SAMNINGAR

4.1 JBR innan OS

Mynd 14 sýnir drög að skipuriti Orkustofnunar. Þar kemur fram að JBR eru B-hluta fyrirtæki, þ.e.a.s. með sjálfstæðan fjárhag, enda segir í orkulögum:

VIII. KAFLI
Um jarðboranir ríkisins.

52. gr.
Ríkisstjórninni er heimilt að láta framkvæma jarðboranir eftir heitu vatni og gufu í rannsóknarskyni og til vinnslu viðs vegar um landið til hagnýtingar jarðhitans í hitaveitum og til rektunar og iðnaðar.
Ráðherra ákveður, að fengnum tillögum Orkustofnunar, hvar þorað er, en jafnan skal láta sitja í fyrirrúmi borun á þeim stað eða þeim stöðum, þar sem vænta má, að verðmæti jarðhitans verði mest.

53. gr.
Með jarðborum ríkisins má jafnframt framkvæma jarðboranir fyrir sveitarfélög og aðra aðila, sem óska þess, eftir því sem við verður komið og gegn greiðslu borkostnaðar.
Um þetta skal gerður samningur hverju sinni.

54. gr.
Jarðborar ríkisins skulu reknir sem fjárhagslega sjálfstætt fyrirtæki með sérstöku reikningshaldi.
Ráðherra telur Orkustofnun eða öðrum aðila, ef hann telur það betur henta, að annast rekstur jarðbora ríkisins.

Þetta þýðir í raun að JBR eru sérhæft verktakafyrirtæki. Allir samningar við JBR hljóta að miðast við þetta líkt og núverandi samningur.

Nokkur munur er á þessum samningi og þeim er tíðkast erlendis þar sem samkeppnin er meiri. Verður vikið að því í kafla 4.2.

Til gamans er hér birt þar sem löggjafinn telur að þurfi að gera við rannsóknarborun.

49. gr.
Við allar jarðboranir dýpri en 10 metra skal halda dagbækur, er gefi upplýsingar um jarðlög, gerð þeirra og dýpi, hvenær vatn eða gufa kemur í holuna, hitastig og hvað annað, sem reglugerð ákveður eða Orkustofnun mælir fyrir um að færa í dagbók.
Skyllt er að láta Orkustofnun í té afrit af dagbók, þegar hún óskar þess. Hún getur einnig krafist þess, að borkjarnar og berg- og jarðvegssýnishorn séu varðveitt.
Ef Orkustofnun mælir svo fyrir, er þeim, sem letur bora, skylt að tilkynna henni þegar í stað, er heitt vatn eða gufa kemur eða vex í borholu.

Hin síðari ár hefur Vatnsorkudeild séð um framkvæmd rannsókna fyrir LV og RARIK sem fara fram áður en ráðist er í byggingu vatnsaflsvirkjana. Jarðboranir hafa verið þar undirverktakar VOD og séð um rannsóknarboranir. Undirritaðir telja þetta mjög heppilegt fyrirkomulag, enda er mannvirkjarófræði og kjarnaborun illaóskiljanlegar. Því er ekki að leynd að heyrst hafa gagnrýnisráddir er telja að JBR eigi að vera beinn samningsaðili við verkkaupa. LV og RARIK hafa hins vegar óskað þess að hafa þennan háttinn á, enda léttir það þeim verulegt umstang að hafa einn umsjónaraðila er sér um verkið í heild sinni.

Nokkrir hnókrar hafa komið fram í þessu samstarfi VOD og JBR sem sjálf-sagt er að ræða og reyna að leysa. Verður hér fjallað um þessi atriði frá sjónarhóli VOD.

Framkvæmdin hefur orðið sú að á hverju rannsóknarsvæði er skipaður staðarjarófræðingur. Hann sér um og ber ábyrgð á framkvæmd rannsókna eins og VOD og verkkaupi hafa komið sér saman um í upphafi. Á honum mæðir allt hugsanlegt kvabb bæði það er við kemur faginu og aðbúnaði í þess orós víðustu merkingu.

4.2 Störf staðarjarófræðings

Þau atriði er vofa alltaf yfir staðarjarófræðingi og valda auknum magsýrum og blóðþrýstingi má greina í eftirfarandi þætti:

1. Vegagerð og flutningur á borstað
2. Vandræði með vatn og vatnslögn
3. Tafir vegna tækjabilana
4. Hrun og festur
5. Lektun
6. Aðstaða
7. Tafir vegna einhvers ófyrirséðs

Ekki er fjarri lagi að 80% af tíma hans fari í að leysa eitthvert af þessum atriðum ef ekki er verkstjóri frá JBR á staðnum. Það er með ólíkindum hve stór hluti af störfum staðarjarófræðings fer í reddingar vegna einhverra ofangreindra atriða. Tími sem fer í loggun og önnur verk tengd faginu eru yfirleitt hverfandi lítill.

4.3 Aðstaða

Verkkaupi skal samkvæmt lið 4.5 í samningi JBR greiða (s. 22) uppihald starfsmanna. Stór hluti af kjarnaborun, sem gerð er vegna forrannsókna á vatnsaflsvirkjunum, fer fram fjarri mannabyggðum. Þá er einn þú á þar til gerðum vinnubúðum. Nú hefur það komið fyrir að bormenn hafa mótmælt þeim aðbúnaði sem þeim er boðinn. Slíkt er þó ekkert sér íslenskt fyrirbæri. Í biblíu bormanna (Diamond Drill Handbook) stendur m.a. eftirfarandi um þau vandræði er staðarstjóri lendir iðulega í (lauslega þýtt og staðfært).

" 8. Vandræði með kokkinn. Fyrir eða síðar dettur helv. kokkskrattinn í það eða rúllar yfir um af einni eða annarri ástæðu. Þrátt fyrir að hin mannlegu vandamál falli ekki beinlínis undir borverk eða mannvirkjajarófræði þá eru þau oft hin stærsti hausverkur við að eiga sér í lagi í kömpum fjarri byggð. Nú á dögum skipta þægilegar aðstæður í kampi og góðar máltíðir mun meira máli en áður fyrr".

Kröfur um aðbúnað hafa vaxið gífurlega á síðustu árum og eru nú ákvæði í kjarasamningum að þegar dvalið er í fastri bækistöð skuli vera vatnsalarni, böð, handlaugar og læstar hirslur. Höfundar hafa hins vegar ekki séð skilgreiningu á "fastri bækistöð".

Það liggur í hlutarins eðli að mikill munur er á þeim þægindum sem hægt er að veita í 15 manna kampi er starfar í 2-3 mánuði á ári eða í 100 manna kampi er starfar allt árið. Verða bæði verkkaupi, sem sér yfirleitt um kampinn, og starfsmenn að sýna sanngirni.

Til eru vitan að varast þau. Í komandi samningum um verk sem VOD stendur fyrir, og innifela vinnu JBR og aðsetur bormanna í kampi, mun VOD beita sér fyrir því að þar verði ákvæði um að sérlegur fulltrúi JBR taki út staðinn. Fulltrúi JBR þarf að gefa skriflega umsögn til viðkomandi umsjónarmanns VOD áður en vinna hefst hvort aðbúnaður sé nægilega góður eða í hvaða atriðum honum sé ábótavant. Eins er ætlunin að hafa ákvæði um að verkkaupi skipi sérlegan fulltrúa er menn geti snúið sér beint til með sínar búksorgir. Reynt verður að meta kröfur hverju sinni og hafa þá sanngirni að leiðarljósi.

Loks er vert að geta þess að í ráði er að semja við Vegagerð ríkisins um leigu á húsum í þau verk er VOD sér alfarið um. Trúlegast eru kröfur starfsmanna VR um aðstöðu mjög svipaðar kröfum bormanna. Aðstaða í húsunum ætti því að vera í samræmi við það sem almennt er viðurkennt.

4.4 Samningsform JBR

JBR hafa fast samningseyðublað við gerð verksamninga (sjá kafla 4.1). Munurinn á þessum samningi og þeim er tíðkast víðast erlendis þar sem samkeppnin er harðari er að þar er yfirleitt greitt eftir bormetrum. Hérlandis er greitt eftir tíma sem fer í verkið. Það fylgir slíku fyrirkomulagi að JBR er sem fyrirtæki enginn sérstakur akkur í því að verkið gangi fljótt og vel eða að verkfærum, tækjum og borkrónum sé beitt á hinn hagkvæmasta hátt. Þá er JBR enginn ávinningur í því að hafa tækin í lagi enda greiðir verkkaupi sömu tímaleigu fyrir léleg tæki og góð. Það skal tekið skýrt fram að hér er átt við afstöðu JBR sem fyrirtækis en ekki afstöðu einstakra starfsmanna er margir hverjir vinna starf sitt af einstöku kappi og dugnaði.

Það er ljóst að þegar greitt er fyrir tíma en ekki afköst hlýtur verkkaupi (eða ráðgjafar) að hafa íhlutunarrétt í verkið. Hann á að geta verið með í ráðum um hvaða króna á að beita, hvaða verkfæri eiga að vera til staðar og hvaða gerð af vatnslögn og hvenær á að hætta svo nokkuð sé nefnt. Hann á einnig í upphafi verks að geta krafist þess að ákveðin tæki og krónur af ákveðinni gerð séu á staðnum.

Það er vert að spyrja þess, hvort ekki sé æskilegra að JBR geri tilboð í verk eftir holufjölda og dýpi. Að sjálfsögðu yrði að taka mið af berggerð og öðrum jarðfræðilegum aðstæðum hverju sinni. Slíkt fyrirkomulag er í raun hvati á að hlutirnir séu í lagi og gangi fljótt og vel fyrir sig. Grundvöllurinn fyrir þessu er nákvæm mæling, t.d. á álagi, skolhraða, snúningshraða og borhraða svo eitthvað sé nefnt. Síðan kæmi til samanburður mæligagnanna við jarðfræði, enda er gagnsöfnun og úrvinnsla forsenda nothæfrar áætlanagerðar. Fyrirkomulag af þessu tagi hefur þar af leiðandi mjög marga kosti.

Undirritaðir, Jarðboranir ríkisins, í samningi þessum nefndur verktaki, og _____ í samningi þessum nefndur verkkaupi, gera með sér svofelldan samning :

1. Verktaki tekur að sér að bora fyrir verkkaupa _____
2. Verktaki ákveður hvaða börtæki, vinnuvélar og áhöld eru notuð við verkið og leggur þau til, svo og starfsmenn alla.
3. Verktími er tíminn frá því að flutningur borsins til borstaðar hefst og þar til gengið hefur verið frá bornum til flutnings frá borstað.
4. Verkkaupi greiðir verktaka :
 - A. Tímakostnað :
 1. Borleigu hvern verkdag verktímans kr/d
 2. Borleigu hverja klukkustund, sem borinn er notaður við borun, fóðrun á holu, rýmingu, losun úr festum, flutning, þegar bornum er ekið sjálfum, eða yfirleitt þegar borinn er notaður kr/h
 3. Vinnulaun starfsmanna við borinn á verktímanum Verktaki ákveður lengd vinnutíma
 - a) dag- og eftirvinna kr/h
 - b) vaktavinna kr/h
 - c) næturvinna kr/h
 4. Fyrir búreið starfsmanna kr/d
 5. Upphald starfsmanna á verktímanum kr/d
 - B. Efni samkvæmt gjaldskrá verktaka :
 1. borkrónur
 2. fóðurrör
 3. borleðju
 4. sement
 5. holutoppa
 6. annað efni
 - C. Aðkeypta þjónusta samkvæmt reikningum :
 1. flutning efnis að borstað
 2. fargjöld starfsmanna borsins
 3. leigu vinnuvéla vegna borstaðis og borunar
 4. verkstaðisvinnu vegna borunar
 5. ferðakostnað stjórnanda verksins
 6. alla aðra aðkeypta aðstoð vegna verksins
 - D. Söluskatt af liðum A. 1, 2 og 3.
5. Verkkaupi skal greiða verktaka áður en verk hefst kr. _____ og síðan vikulega fyrirfram kr. _____ á hvern fyrirhugaðan verkdag, í fyrsta sinn að viku liðinni frá því að verkið hófst.

Verktaki áformar að hefja verkið _____

6. Ef ekki er staðið í skilum með fyrirfrangreiðslur samkvæmt lið 4 hér að framan, getur verktaki hætt verkinu án fyrirvara. Þegar borun er lokið, greiðir verkkaupi að fullu kostnað við verkið samkv. reikningi verktaka. Hafi verkkaupi áður greitt meira en reikningsupphæðinni nemur, fær hann þann mismun endurgreiddan.
7. Þar til verkið er að fullu greitt er verkkaupa óheimilt að nýta holur þær, sem verktaki hefur borað, eða vatn, heitt eða kalt svo og gulu, sem úr þeim kann að koma, nema með leyfi verktaka. Verktaki hefur til sama tíma umráð yfir borholum og borsvæði, og gætir þess á kostnað verkkaupa.
8. Verktaki gerir sér í hvívetna far um að ná sem bestum árangri með borunarframkvæmdum, en ber hins vegar enga ábyrgð á því, þótt ekki náist árangur við boranir.
9. Verktaki er undanþeginn skaðabótaskyldu vegna tjóna, sem hljótast kunna af borunar-arkvæmklemdum, hverju nafni sem nefnast og verktaka eða starfsmönnum hans verður ekki gefin bein sök á.
10. Þegar verkinu er lokið, skal verktaki tilkynna það verkkaupa skriflega, og telst hann þá hafa skilað verkinu. Verkkaupi skal tilkynna verktaka þær athugasemdir, sem hann kann að hafa fram að færa við framkvæmd verksins innan tveggja vikna frá því að honum var tilkynnt um lok verksins.
11. Umsjónarmaður verksins fyrir verkkaupa er _____
 Eftirlitsmaður verkkaupa á borstað er _____
 Stjórnandi verksins f.h. verktaka er _____
 Verkstjóri verktaka á borstað er _____
12. Rísi mál út af samningi þessum skulu þau rekin fyrir bæjarþingi Reykjavíkur, og þarf ekki að leita sátta fyrir sáttamönnum.

Til staðfestu undirrita aðilar samning þennan :

Reykjavík,
 f.h. Jarðborana ríkisins

f.h. verkkaupa

Vitundarvottar :

4.5 Lager

Eins og áður var getið greiðir verkkaupi JBR eftir þeim tíma sem fer í verkið. Til eru fordæmi fyrir því í sambærilegum tilvikum að verkkaupi geri þá kröfu til verktaka að hann telji til öll verkfæri og tæki er hann telur sig þurfa til verksins. Verksamningar innihalda oft langa lista af þeim tólum er verktaki skuldbindur sig til að hafa á staðnum og verkkaupi greiðir fyrir í uppsettri tækjaleigu. Sem dæmi má nefna verksamning JBR við Færðernes Landsstyre þegar Gufuborinn fór til Færeyja.

Þegar verksamingar miðast við greiðslu fyrir tíma og verktaka því enginn fjárhagslegur hagur í því að verkið gangi snuróulaust, eru slíkir listar hrein nauðsyn fyrir þá sem framkvæma eiga verkið, t.d. borstjóra. Það stafar af því að listarnir eru oft eina trygging þeirra fyrir því að nauðsynleg tól til verksins séu til staðar. Auk þess er gott að geta stuðst við þá þegar farið er með útgerð úr bænum.

Hér á eftir er vísir að tækjalista fyrir kjarnabora sem á heima í verksamningum af þessari gerð. Hann er ekki fullkominn og eru menn hvattir til að bæta hann og koma athugasemdum til höfundu.

Tafla 4 Kjarnaborun. Upptalning á hlutum sem til þarf.

Tæki/efni	Gerð	Fjöldi	Athugasemdir
A. Borvél			
1. Borvél		1	Eftir ástæðum
2. Mastur og stífur á það		1	Nú orðið eru flestir borar með áfast mastur
3. Vír á spilið	u.p.b. 1/2"	1	Algengasti sverleiki
4. Krók á vírinn		1	Vírlása f. spilvír og Vireline
5. Vireline spil	1/4"	1	Lengd vírs fer eftir aðstæðum.
6. Tunna undir olíu	200 l	1	Eða olíutank á hjólum.
7. Olíudæla		1	Fyrir eldsneyti
8. Smurolíur			Breytilegar eftir vélum.
9. Olíubrúsi			Eftir aðstæðum
10. Driflykill			Ef þarf.
B. Borstangalengja			
1. Kobbi	NQ og BQ	2+2	Eftir aðstæðum.
2. Fótstykki	-	1+1	-
3. Borstengur	-		Lengd eftir aðstæðum.
4. Sendill	-	2+2	
5. Kjarnarör	NQ og BQ	1+1	Með öllum fylgihlutum ásamt rýmingselli og demantskrónu.
6. Kjarnarörshaus	NQ og BQ	2+2	Til skipta.

Tafla 4 Frh.

Tæki/efni	Gerð	Fjöldi	Athugasemdir
7. Innrirör	NQ og BQ	2+2	Til skipta
8. Rýmingsell	-	2+2	Á hvern bor
9. Hólkur	-	2+2	-
10. Kjarnagrind	-	3+3	-
11. Demantskrónur		2+2	Fyrir mismunandi berggerðir. Fer eftir því hve margir borar eru á staðnum.
12. Tannakrónur (Karbít)		1+1	Ef þarf.
13. Tannhjólakrónur	2 15/16"-3" 1/8"-3 1/2"	4x1	
14. Subbar á tannhjólakrónur	2 15/16"-3" 1/8"-3 1/2"	1-2	Ef þarf (sami subbur NQ-NX)
	3 7/8 - 4 1/4	-	-
	4 3/4 - 5 1/8	-	-
15. Fóðurrör og holulok eða casingrör	3", 4", 5", 6"		Eftir aðstæðum
16. Casingsbotn	- - - -	-	-
17. Casingskór	démant	2+2	Annars eftir aðstæðum
-	karbít	2+2	-
18. Casing tannakrónur Casing demantar	NX, BX NX, BX		Örsjaldan notað
C. Dælubúnaður			
1. Aðflutningsdæla		1	Nauðsynlegt að hafa eina til vara ef borar eru fleiri en tveir.
2. Sogbarki og klemmur		1	

Tafla 4 Frh.

Tæki/efni	Gerð	Fjöldi	Athugasemdir
3. Botnventill	um 2"		Lengd fer eftir aðstæðum
4. Vatnslögn og tengi	um 1000 l	1	
5. Ker	um 2,3 l/ og 25 kg/cm		Æskilegt að hafa eina til vara ef borar eru fleiri en tveir.
6. Þrýstidala (Bordála) með jöfnunarkút	3"	1	Algengasti sverleiki.
7. Sogbarki og klemmur	25-40 kg/cm	2	Til skiptana
8. Þrýstimæla			
9. Rennisliismælir			
10. Stimpilgúmmí, ventlagúmmí	u.þ.b. 1-1 1/4 id.	1	BB eða Craclins
11. Vatnstoppur	um 1 1/2 kg.	1	Þarf að þola 40 kg/cm.
12. Þrýstislanga			
13. Tengikross og affalls-slanga frá krossi	2"	1	Algengast
14. Þrýstislanga frá dælu í kross, Vatnshraða-mælir	-	1	-

D. Verkfæri og áhöld

1. Rörtengur	36"	2	Venjul. og ál.
do	24"	2	-
do	18"	2	-
2. Lyklasett			Ýmsar gerðir svo sem toppar, fastir lykjar o.fl.
3. Skiftilyklar	t.d. 8" og 12"		

Tafla 4 Frh.

Tæki/efni	Gerð	Fjöldi	Athugasemdir
4. Minni tengur	Ýmsar stærðir		
5. Skrúfjárn	Ýmsar stærðir		
6. Þjalir			
7. Hamrar			
8. Sagir	f. tré og járn		
9. Málband			
10. Skíómál			
11. Sexkantsett			
12. Úrrek			
13. Skófla			
14. Járnkarl			
15. Tengur á kjarnarör	f. ytra og innrarör	2+2	

E. Efni

1. Sement			Notað eftir þörfum
2. Gel			-
3. Quick Troit			-
4. Vegsalt			-

Tæki/efni	Gerð	Fjöldi	Athugasemdir
-----------	------	--------	--------------

F. Nauðsynlegir Fylgihlutir

- | | | | |
|---|--|--|--------------|
| 1. Bóddy | | | |
| 2. Kjarnakassar | | | |
| 3. Merikubbar | | | |
| 4. Fittings | | | Ýmsar gerðir |
| 5. Vatnstengi | | | Ýmsar gerðir |
| 6. Smur- og eldsneytis-
síur á viðkomandi
vélar | | | |
| 7. Gaskútur og brennari | | | |
| 8. Skýrslueyðublóð | | | |
| 9. Pennar | | | |

5 TÍMA OG KOSTNAÐARÁÆTLUN

Hin síðustu ár hefur mikið kapp verið lagt á að rannsaka fjóra virkjunar-
kosti og koma þeim á útboðsstig. Sökum þess hve stutt sumarið er á
Íslandi og flestir þessara kosta eru lengst inni á hálandinu hefur þörf
á tækjum og mannskap borið upp á sama tíma. Þess vegna hefur þurft að
eyða miklum tíma í að samhæfa hina ýmsu verkþætti og gera raunhæfar tíma-
og kostnaðaráætlanir.

Flestir telja reynsluna vera ólygnasta og því best að nota hana sem
mælistiku. Mynd 15 sýnir kostnað við holur í Sandfelli og Kvíslaveitu
eins og LV greiddi JBR, teiknaðan á móti dýpi. Punktarnir dreifa sér
um línu sem sýnir meðalkostnað. Skurðpunkturinn við vinstri ásinn merkir
að þetta er fastur kostnaður við hverja holu s.s. að stilla borunum upp
o.fl. Nokkur frávik koma fram sem rekja má til ýmissa atriða svo sem
rétt eða rangt val borkrónu, mismunandi aðkomu á borstað o.s.frv. Línan
sýnir hins vegar hverju má búast við að meðaltali.

Hún hefur líkinguna: $K = 24182 + (683 \times \text{Dýpi í m})$. Hana má síðan marg-
falda með breytilegu vísitölulutfalli. Þá fæst nokkuð raunhæf kostnaðar-
áætlun, byggð á því sem var.

Dæmi: Ætlunin er að bora 150 m holu í Sandafelli í júlí í sumar. Hvað
kemur hún til með að kosta?

Svar: Gert er ráð fyrir 60% verðbólgu í ár. Um það bil helmingur af
henni ætti að vera kominn fram í júlí eða 30% sem samsvarar byggingavísi-
tölu 960. Þegar líkingin var reiknuð var byggingarvísitala 739 stig.

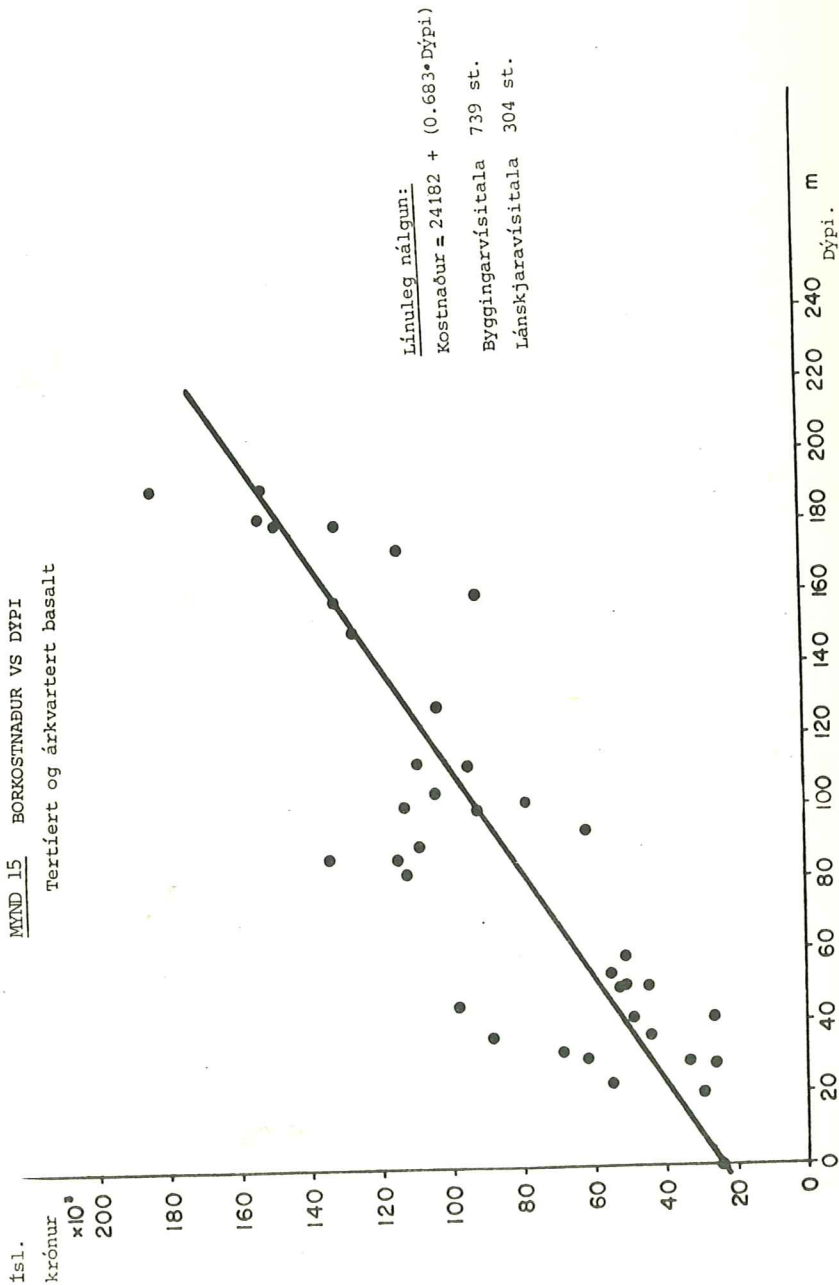
Kostnaður nú = $24182 + (683 \times 150) = 126.632$ kr.

Kostnaður í júlí 1982 = $126.632 \times \frac{960}{739} = 264.502$ kr.

Annað og ekki síður mikilvægt er að gera sér grein fyrir því hvaða tíma
hlutirnir munu taka. Það er ekki mjög skynsamlegt að panta bor í hálfan
mánuð ef verkið tekur þrjá mánuði. Líkt og áður er reynslan ólygnust og
rétt að hafa hana til vitnis.

VOD-MJ-900-DE
81 12 1581 AA

MYND 15 BORKOSTNAÐUR VS DÝPI
Tertiært og árkvartert basalt



Mynd 16 sýnir gang á "virkum borgdag" teiknaðan á móti dýpi. Þar kemur fram mjög sláandi munur í gangi eftir því á hvaða svæði er borað. Myndin sýnir langbestan gang á Fljótsdalsheiði og Kvíslaveitu minni í Sandfelli og sýnu verstan við Blöndu. Margháttaðar ástæður geta verið fyrir svo mismunandi gangi; má nefna langa vatnslögn í Sandafelli og erfitt berg við Blöndu. Þá getur mismunandi krónuval valdið hér nokkru um. Breytt tækni hefur auðvitað veruleg áhrif og má nefna að Léttfeta gengur betur í grynnstu holunum heldur en Sullivanarnir. Við áætlun um gang má nota línuritið fyrir hvert svæði. Einstök frávik eru alltaf nokkur eins og myndin sýnir, en þegar á heildina er litið verður gangurinn nærri lagi.

Dæmi: Bora þarf þrjár 20 m holur í Kvíslaveitu. Áætlið tímann sem til þarf.

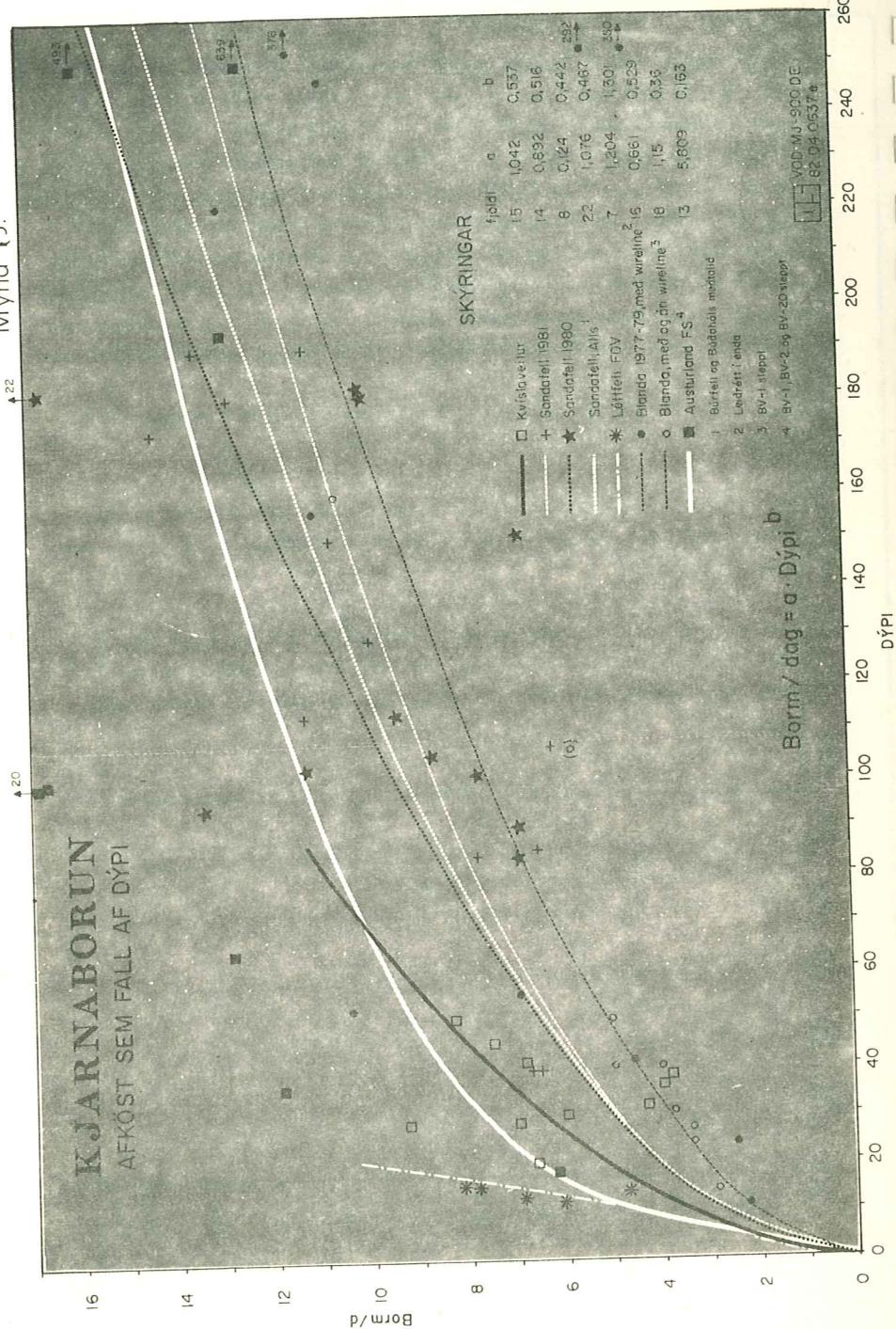
Svar: Samkvæmt línuritinu er meðalgangur við 20 m holu í Kvíslaveitu 5,3 m/virkan dag. Það gerir um 4 virka daga með holu, eða 12 virka daga fyrir 3 holur.

Nú er 11 daga úthald í Kvíslaveitu. Þar af fer hálfur annar dagur í ferðir fram og til baka og gera má ráð fyrir hálfum degi í úthaldi í tafir vegna veðurs eða bilana. Samtals eru því þar um 9 virkir dagar í úthaldi.

Verkið mun því taka um $12/9 = 1,3$ úthald sem þýðir 15 almanaksdaga.

Þá er gert ráð fyrir að borarnir og allur aðbúnaður sé á staðnum.

Mynd 15.



VIÐAUKAR

Hljóðhraðamælingar

Viðnámsmælingar

Segulmælingar

HLJÓÐHRAÐAMÆLINGAR

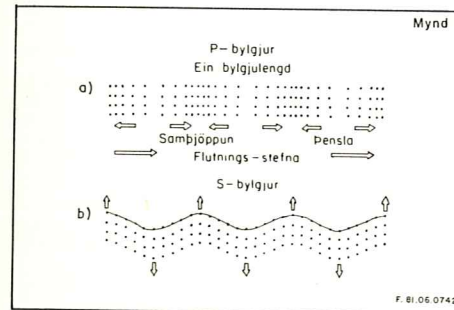
1 INNGANGUR

Hljóðhraðamælingar (seismic prospecting) er samheiti yfir tvenns konar mælingar á hljóðbylgjum: Hljóðbrots- og hljóðspeglunarmælingar.*) Hljóðhraðamælingar eru notaðar í tvennum tilgangi við undirbúningsrannsóknir fyrir mannvirkjageró. Meginmarkmiðið með þeim er yfirleitt að finna dýpi á lagamót og þykkt jarðlaga, en auk þess gefa þær hugmynd um geró jarðlaga, einkum styrk þeirra.

Hér verður í stuttu máli greint frá eðli hljóðhraðamælinga og leitast við að skilgreina notagildi þeirra og takmarkanir.

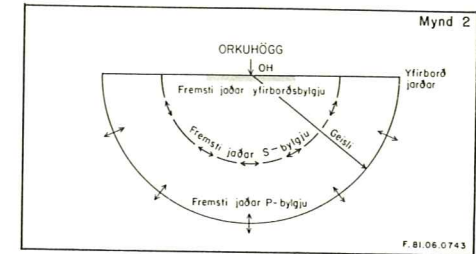
2 GERÐ BYLGNA

Með hljóðhraðamælingum er leitast við að mæla útbreiðslu- hraða hljóðbylgna í jarðlögum. Þegar orka er leyst úr læðingi í föstu efni myndast aðallega þrjár tegundir bylgna, þ.e. P (primer), S (sekunder) og yfirborðsbylgjur. Þar af eru P og S bylgjur mikilvægastar til hagnýtra nota í hljóðhraðamælingum (sjá myndir 1 og 2). Yfirborðsbylgjur berast um yfirborð fasts efnis með litlum hraða. Þær hafa ekki notagildi við hljóðhraðamælingar, og valda oft truflunum.



- P-bylgjur eru þrýstibylgjur (compressional waves). Þær afmynda efnio í útbreiðslustefnu sína og breiðast út í öllum fornum efnis. P-bylgjur breiðast hraðast út af öllum bylgjum og eru því þær bylgjur sem hvað mest eru mældar í hljóðhraðamælingum.
- S-bylgjur eru skerbylgjur (shear waves). Þær afmynda efnio hornrétt á útbreiðslustefnu og breiðast aðeins út í föstu efni. Útbreiðsluhraði þeirra fer eftir skerstyrk efnisins en hlutfallið milli hraða P og S bylgna (V_P/V_S) fer eftir stælni þess. Sakir tæknilegra óröugleika við mælingu hafa S-bylgjur lítið verið notaðar í jarðeðlisfræðilegri könnun. Þúast má við að með þattri tækni verði þær notaðar í auknum máli til mælinga á eðlis-eiginleikum jarðlaga.

*) Menn eru ekki á eitt sáttir hvernig þjóða skuli orðin seismic prospecting, seismic refraction and seismic reflection. Hugmyndir hafa verið uppi um bylgjuhraðamælingar, bylgjubrot og bylgjuspeglun annars vegar og jarðsveiflumælingar, hljóðbrot og bergmál hins vegar.



Staða fremsta bylgjujaðars P,S og yfirborðsbylgna t sek. eftir að þeim er hleypt af stað í punktinum HO. Til einföldunar við útreikninga er lína sem dregin er hornrétt á útbreiðslustefnu bylgjunnar látin tákna leið hennar. Slík lína kallast geisli.

3 ÚTBREIÐSLA HLJÓÐBYLGNA Í FÖSTUM EFNUM

Þeir þáttir sem mest áhrif hafa á útbreiðslu hljóðbylgna eru eftirfarandi: a) hljóðhraði b) deyfing c) hljóðbrot og d) hljóðspeglun.

- Hljóðhraði.** Hljóðhraði P-bylgna í þeim jarðlögum sem mest koma við sögu við mannvirkjageró á Íslandi er á bilinu 0,3-5,0 km/s. Hljóðhraði í mismunandi jarðlögum fer eftir eðlisástandi þeirra. Í ósprungnu bergi fer hann mest eftir eðlisþyngd og poruhlutfalli, en aðrir þáttir hafa minni áhrif. Sprunguhlutfall, sprungustefna, sprungufyllingar og vatnsstaða hafa auk þess mikil áhrif í sprungnu bergi. Í lausum jarðlögum hafa þéttleiki, samlíming og raki mest áhrif á hljóðhraða. Vatnsmettun lausra efna breytir hljóðhraða þeirra mjög og getur hann oft vaxið frá 0,3-0,5 km/s, ef um ósamlið jarðefni er að ræða, og upp í u.þ.b. hljóðhraða vatns (ca 1,5 km/s) í mettuðum jarðlögum. Hljóðhraði í lausum jarðlögum eykst nokkuð samfellt með dýpi. Hins vegar má oftast gera ráð fyrir því að í storkubergi breytist hraði ekki með dýpi.

Eftirfarandi vörðingar gilda yfirleitt um ýmis áhrif á hljóðhraða en þó ekki alltaf:

Hljóðhraði er meiri í:

- blautum jarðvegi en þurrum
- ólífránum jarðvegi en lífránum
- vatnsmettuðu ósamliðmu seti en þurru ósamliðmu
- samliðmu seti en ósamliðmu
- storkubergi en seti
- heilu bergi en sprungnu
- þéttu bergi en blöðróttu
- eldra bergi en yngra
- basísku storkubergi en súru bergi

TAFLA 1

Algengur hraði P-bylgna í íslenskum jarðlögum

	Hraði V P km/s	Hlutfallsleg deyfiing
Þétt storkuberg, ósprungið	3-4	1-2
Þétt storkuberg, sprungið	1,5-3	3-5
Ung hraun, leirborin ^{a)}	1,2-3,5	3-4
Ung hraun m/gjósku	0,6-3,5	5
Vel samlímt setberg	2,2-3	2-3
Móbergstúff - bólstraberg	2,0-2,8	2-4
Samlímdur leir og jökluvöð ^{b)}	1,0-2,2	2-3
Blaut mól, árset	1,2-1,6	2-3
Þurr mól, sandur	0,5-0,8	3-4
Lífrænn jarðvegur	0,3-0,6	4-5
Vatn	1,5	1
Loft	0,3	3

- a) Hér er um að ræða blóðrótt hraun með litlum eða engum holufyllingum. Verulegur hraðamunur er innan einstakra hraunlaga. Í gjósku og karga er hraðinn yfirleitt 0,6-1,5 km/s, en í kjarna hraunlaganna getur hraðinn orðið allt að 3,5 km/s.
- b) Hljóðhraðinn er einnig mjög breytilegur í jökluvöðningi eftir því hve vel samlímdur hann er.

b) Deyfiing. Deyfiing hljóðbylgna í jarðlögum er háð flestum sömu þáttum og hljóðhraðinn en er miklu breytilegri. Þeir þættir sem draga úr hljóðhraða valda yfirleitt aukinni deyfiing. Deyfiing á P og S bylgjum má lýsa með líkingunni:

$$I = \frac{I_0 e^{-\alpha r}}{r}$$

þar sem I er styrkur í fjarlægð r frá upptökum, I_0 er upptakastyrkurinn. Deyfiingarstuðullinn α er háður tíðni samkvæmt:

$$\alpha = \frac{c f}{Q V}$$

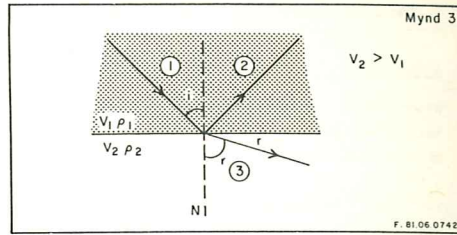
þar sem f er tíðni, V er úrbreiddsluhraðinn fyrir viðkomandi bylgjuteygund og Q er reynslustuðull, því sem næst óháður tíðni. Q getur verið innan við 10 í lausum jarðlögum og 1000 í ósprungnu þéttu bergi. Í efstu 1000 metrunum er algengt að Q sé af stærðargráðunni 100.

Auk þessarar deyfiingar tapast orka vegna hljóðbrota og spegla. Í sprungu efni verður viðbótarkutap í hverri sprungu og því er heildartapið meira.

c) Hljóðbrot. Um hegðun hljóðbylgju við lagamót milli efna með mismunandi eðliseiginleika (þ.e. hljóðhraða í efninu) gilda sömu reglur og um hegðun ljóss, þ.e.

- Bylgja berst beint í efni með samgerðum (hömðgen) eðliseiginleikum.
- Þegar bylgja fer yfir lagamót milli efna með mismunandi hljóðhraða brotnar hún. Brothornið ákvarðast samkvæmt lögmáli Snells.

Mynd 3 sýnir geisla bylgju sem brotnar við mót hljóðhraðalaga.



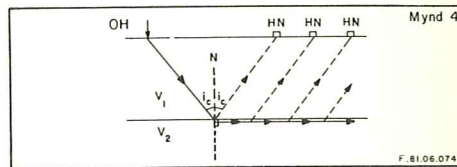
Geisli bylgju ① lendir á hljóðhraðamótum V_1 og V_2 . Hluti hans speglast og endurkastast undir sama horni til baka, ② hljóðspeglun, og hluti hans brotnar og berst niður í háhraðalagið V_2 , ③ hljóðbrot. Brothornið ákvarðast út frá lögmáli Snells:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{V_1}{V_2}$$

i = innfallshorn
r = útfallshorn

Hornin eru mæld út frá falllínu (N = normal) lagamótanna. Eðlisþyngd viðkomandi hljóðhraðalaga er ρ_1 og ρ_2 .

Við ákveðið innfallshorn i_c (markhorn) verður útfallshornið 90° frá fallhorninu, þ.e. bylgjan berst eftir lagamótum (réttara: eftir yfirborði háhraðalagsins). Bylgjan berst frá yfirborði háhraðalagsins undir markhorninu upp í efra lagið og í átt að yfirborðinu. Þessi regla er meginundirstaða hljóðbrotsmælinga (refraction seismic), (sjá mynd 4).



Geisli bylgju berst frá upptakastað OH. Hann brotnar við hljóðhraðamót V_1 og V_2 undir markhorni i_c . Geislinn berst eftir yfirborði háhraðalagsins V_2 og frá honum berst geislar undir markhorni upp á yfirborðið þar sem hljóðnemarnir HN eru staðsettir.

d) Hljóðspeglun. Hluti af orku geisla sem fellur á lagamót tveggja efna með mismunandi eðliseiginleika speglast inn í sama efnið aftur undir sama horni, þ.e. innfallshorn er sama og útfallshorn miðað við falllínu lagamótanna (sbr. ① og ② á mynd 3). Hlutfall innfallsorku A_1 og speglaðar orku A_r fylgir líkingunni:

$$R = \frac{A_r}{A_1} = \frac{\rho_2 V_2 - \rho_1 V_1}{\rho_2 V_2 + \rho_1 V_1}$$

þar sem ρ_1 , ρ_2 er eðlisþyngd og V_1 , V_2 útbreiddsluhraði í efnunum.

R er oft nefnt bergmáls- eða speglunarstuðull og hefur verulega þýðingu í hljóðspeglunarmælingum.

4 MÆLIABFERDIR

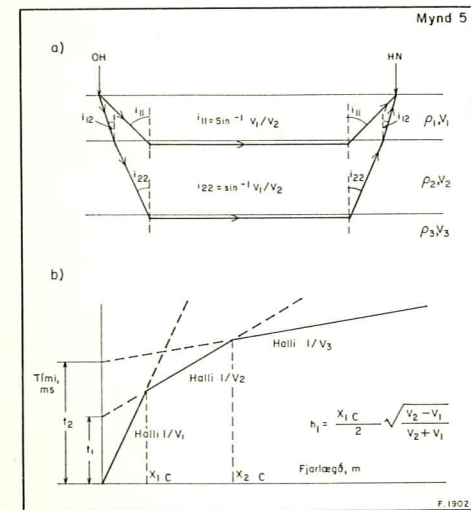
Við hljóðbrotsmælingar eru notaðar tvar megináferðir, hljóðbrotsmælingar (refraction) og hljóðspeglunarmælingar (reflection).

Hljóðbrotsmæling er mest notuð við grunnri mælingar í tengslum við mannvirkjagerð. Hún er einnig notuð við vísindarannsóknir á dýpri jarðlögum.

Hljóðspeglunarmælingar hafa hins vegar fram til þessa lítið verið notaðar við mælingar vegna mannvirkja en þess meira við rannsóknir niður á meira dýpi eins og olíuleit. Stafar þetta mest af því að á hljóðhraðalínuritum er erfitt að greina spegluðu endurvörpin sem dýpið er ákvarðað eftir, þegar þau koma fram rétt á eftir beinum og brotnum bylgjum. Þetta gildir einkum ef dýpið á hljóðhraðaskil er lítið.

4.1 Hljóðbrotsmælingar (seismic refraction)

Í hljóðbrotsmælingum eru hljóðnemarnir (geophones) lagðir út í beinni línu. Fjarlægð milli einstakra hljóðnema er breytileg eftir því dýpi sem kanna á, yfirleitt 5-20 m. Mælingin hefst á því að hljóðbylgju er komið af stað, annað hvort með sprengingu eða höggi. Stysti tími sem það tekur bylgjuna að berast frá upphafsstað að hverjum hljóðnema, er síðan mældur. Komutími hennar í hvern hljóðnema er háður þeirri leið, sem bylgjan berst um jarðlögum, og hljóðhraða í hverju lagi (mynd 5a).



- Fljótasta leið brotinnar bylgju á milli hljóðgjafa (OH) og hljóðnema (HN) eftir lagskiptri jörð.
- Hljóðhraðalínurit. Fyrsti komutími P-bylgna.

Hljóðhraðinn í hverju lagi er fundinn með því að teikna komutíma bylgjunnar í hvern hljóðnema á móti fjarlægð

hans frá upphafspunkti (mynd 5b). Þá er hægt að reikna út dýpi á hvert hljóðhraðalag með því að byggja á eftirfarandi forsendum:

- Hljóðhraði innan hvers lags er sá sami.
- Hljóðhraði vex með dýpi.
- Hljóðhraðalög fara þykkandi niður á við (gildir ekki alltaf).
- Hljóðhraðaaukning milli laga er það mikil að hvert hljóðhraðalag kemur farm á hljóðhraðalínuritinu.

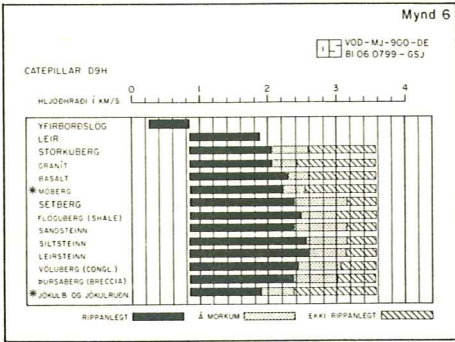
Margháttaðar skekkjur geta komið fram í dýptarákvörðun hljóðhraðalaga, ef ofanefndar forsendur er ekki fullnægð. Algengar ástæður eru þessar:

- Hraðabreyting innan hljóðhraðalags er túlkuð sem breyting á dýpi.
- Dýpri lög hafa lægri hljóðhraða en yfirborðslög og þar sýnist dýpra á háhraðalög en er í raun.
- Óheppilegt hljóðhraða- og þykktarhlutfall laga getur valdið því að þunnt hljóðhraðalag "sést" ekki. Dýpi á háhraðalag er í raun minna en sýnist.

Þykktarákvörðun með hljóðbrotsmælingu er í eðli sínu óbein, þ.e. þykktin er ekki mæld beint. Nákvæmi í þykktarákvörðun er því að mestu háð því hversu vel forsendur standast á malistað. Standist þær forsendur ekki getur komið fram rangtúlkun, sem veldur mikilli skekkju.

Ekki má heldur gleymast að þykktarákvörðun með hljóðhraðamælingu gefur einungis þykkt hljóðhraðalaga. Það hlýtur alltaf að vera matsatriði hvort eða hvaða hljóðhraðalög samsvara ákveðnum jarðmyndunum. Því er afar nauðsynlegt að slíkar þykktarákvarðanir hafi stuðning af beinum mælingum (t.d. borholum), sem gerðar eru á svæðinu til samanburðar. Ef nauðsyn krefur, er hin jarðeðlisfræðilega mynd leiðrétt á slíkum samanburðarpunktum. Borhola getur t.d. veitt vitneskju um tilvist og hraða í lághraðalagi, sem liggur milli laga sem hafa hærri hljóðhraða. Hljóðbrotsmælingar eru mjög óheppilegar við slíkar kringumstæður, þó reiknislega sé hægt að taka þessar upplýsingar inn í myndina. Aðrar meliaðferðir, t.d. viðnáms- og hljóðspeglunarmælingar geta hentað betur þegar þannig stendur á. Það þarf þó alltaf að meta á hverjum stað í ljósi tilgangs, kostnaðar og nákvæmi. Við venjulegar aðstæður, þar sem ofangreindar frumforsendur gilda, hefur samanburður við beinar mælingar (borholur, gryfjur, borðholur o.fl.) sýnt, að skekkjumörkin í þykktarákvörðun eru u.þ.b. 10% en þó aldrei minni en 1 m.

Margháttaðar prófanir hafa verið gerðar erlendis á sambandi hljóðhraða annars vegar og ýmissa eiginleika bergs hins vegar. Þannig hafa verið fundin tengsl hljóðhraða við sprungufjölda á lengdareiningu í bergi, RQD gildi (Rock quality designation), Poisson-hlutfall o.m.fl. Mynd 6 sýnir samband hljóðhraða og grafræðifærni (rippability) bergs. Slíkt samband er aðeins viðsæðing og varast skal að taka það af bókstaflega.



Að mestu byggt á Caterpillar Performance Handbook ED 10. Myndin er órlítið lögð að íslenskum aðstæðum (*). Breytingin byggir ekki á skipulegri gagnasöfnun og skal tekin með fyrirvara.

4.2 Hljóðspeglunarmæling (seismic reflection)

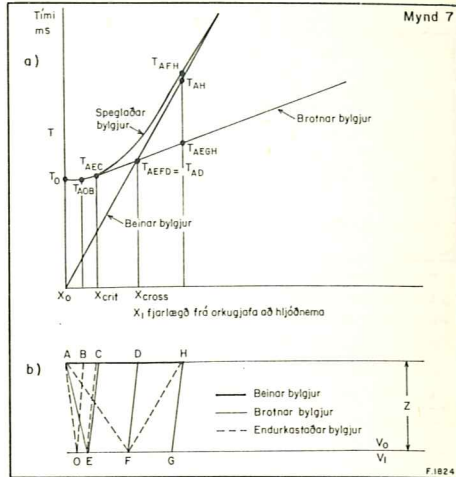
Hljóðspeglunarmæling er framkvæmd líkt og hljóðbrotsmæling, þ.e. mældur er ferðatími bylgju milli tveggja punkta þar sem fjarlægðin á milli punktanna er breytileg. Þó er algengara að hafa hlustunarpunktana fasta, en færa orku-gjafann. Mynd 7 sýnir sambandi milli komutíma beinna, brotinnna og speglaðra bylgna við tveggja laga dæmi þar sem $V_0 < V_1$. Ferill komutíma speglaðu bylgjunnar er hyperbóla sem gefur meðalhljóðhraða niður á hið speglaða lag eftir líkingu:

$$V_{avg}^2 = \frac{XB^2 - XA^2}{TB^2 - TA^2}; \text{ dýpið er þá } Z = T_0 \cdot \frac{V_{avg}}{2}$$

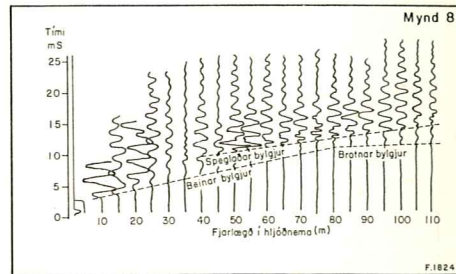
Meðalhljóðhraði jarðlaga niður á dýpi Z er V_{avg} .

Eins og sést á mynd 7 eru fyrstu bylgjur sem berast í hvern punkt annað hvort beinar eða brotnar, en speglaðu endurvörpin koma seinna. Þar sem hvert skjálftamerki hefur einhverja tímalengd (sjá mynd 8) geta endurvörpin og brotnu bylgjurnar verið svo þétt saman að erfitt sé að greina á milli þeirra. Á bilinu $X_0 - X_{crit}$ á mynd 7 koma speglaðu endurköstin líka nægilega löngu á eftir beinu bylgjunni til að hægt sé að greina þau. Á bilinu $X_{crit} - X_{cross}$ eru endurköstin meira eða minna falin af brotnu bylgjunni og illgreinanleg (mynd 7).

Lengra í burtu nálgast speglaða bylgjan þá beinu og er ógreinanleg. Línustúfurinn $T_0 - T_{AEC}$ er oft of stuttur til að finna megi meðalhraðann V_{avg} með vissu og veldur það miklum erfiðleikum við túlkun á mælingum. Erfitt er að greina endurvörp frá hljóðhraðaskilum sem liggja grynna en ca. 30 m. Aðgreiningarhárfni aðferðarinnar fer eftir bylgjulengd endurköstuðu skjálftabylggnanna sem berast að hljóðnefanum. Upplausnin er tiltölulega svipuð og bylgjulengdin. Hún er því á bilinu 20-40 m við grunnar mælingar. Þó hefur reynt mögulegt við góð skilyrði að greina sundur lög sem eru allt niður í 10 m á þykkt. Helstu kostir hljóðspeglunarmælinga er nákvæmni í dýptarmælingu og hversu aðferðin er óháð öfugum hljóðhraðaskilum (legrí hraða í neðra lagi).



- Ferðatími speglaðra og brotinnna bylgna frá láréttum hljóðhraðaskilum. Ferðatími beinna bylgna er einnig sýndur.
- Ferill bylgnanna



Hljóðhraðalínurit: Hvert skjálftamerki hefur einhverja tímalengd og getur verið erfitt að aðgreina þau hvert frá öðru.

Sökum þessa gefur mæliaðferðin einna gleggsta mynd af jarðlagaskipan og brotalínunum og því lang mest notuð við oliuleit og rannsókn niður á mikió dýpi. Hins vegar hefur reynt teknilega erfitt að framkvæma mælingar og erfitt að þekkja og aðgreina endurvörp frá grynri jarðlögum. Notagildi mæliaðferðarinnar við könnun á grynri jarðlögum hefur því reynt minni en efni standa til, nema þegar mælt er á vatni (t.d. Boomer).

Örar tækniframfarir hafa á síðustu árum aukið veg þessarar mæliaðferðar. Má þar nefna digitalminni er leggur saman skjálftamerkin frá endurteknum höggum. Ennfremur eru í mjög örri þróun aðferðir við síun á skjálftabylgjunni, þannig að speglaðu bylgjurnar greinast betur. Ekki sér fyrir endann á þeirri þróun.

ORKUSTOFNUN

VIÐNÁMSMÆLINGAR

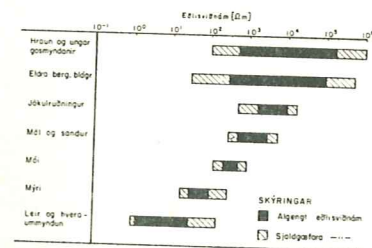
Frumkönnun fyrir mannvirkjagerð

1. Inngangur.

Viðnámsmælingar hafa verið notaðar hér á landi við jarðhitaleit í nokkra áratugi og gefist mjög vel. Á seinni árum hefur þeim einnig verið beitt með góðum árangri við ferskvatnsleit og frumkönnun fyrir mannvirkjagerð. Grein þessi fjallar um notkun, túlkun og notagildi viðnámsmælinga við slíka frumkönnun. Markmið viðnámsmælinga þar er að finna þykkt laga með mismunandi eðlisviðnámi. Þessi viðnámslög gefa vísbendingu um jarðlagaskipan á mælistað.

1.1. Eðlisviðnámi.

Eðlisviðnámi er mælikvarði á það hve vel efni leiða rafstraum. Algengasta eining þess er Ω (ohm-m). Margir þættir ráða eðlisviðnámi jarðlaga en mest áhrif hefur vatnsmagn í jarðlögum og magn uppleystra efna (t.d. salts) í vatninu. Flestar berg- og steintegundir leiða rafstraum afar illa þegar þær eru þurrar. Venjulega er vatn með uppleystum efnun í jarðlögum. Slíkar vatnslausnir leiða rafstraum mun betur en fasta efni og hafa því afgerandi áhrif á hve vel jarðlögini leiða, þar sem þar skammhleypa rafstraumum framhá háviðnáminu. Mynd 1 sýnir algengt eðlisviðnámi jarðlaga hárlendis.

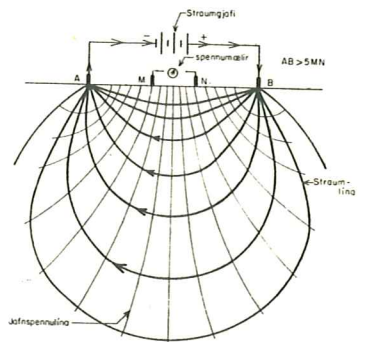


Mynd 1 Algengt eðlisviðnámi nokkurra jarðlaga. Myndin er mjög einfölduð og byggir ekki á skipulegri gagnasöfnun, þessu fróku eru ekki smáðin í henni.

1.2. Eðli mæliaðferðar.

Mælingin er fólgin í því að rafstraumur er sendur gegnum jarðlögini um tvö skaut A og B, og spennufallið milli annarra tveggja skauta M og N síðan

mælt (sjá mynd 2). Viðnámið sem ákvarðast af mældum straum- og spennugildum og uppröðun rafskauta kallast sýndarviðnámi (ρ_a). Má líta á það sem eins konar meðaltal af eðlisviðnámi undirliggjandi jarðlaga. Margs konar uppsetningar á



Mynd 2 VIÐNÁMSMÆLING-SCHLUMBERGER UPPSETNING

Stráumur er sendur eftir jarðlögum um skautin A og B. Spennufallið sem verður við það, er mælt milli tveggja annarra skauta, M og N.

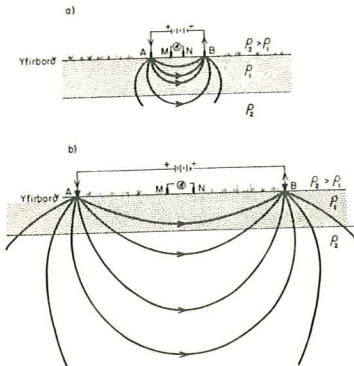
rafskautum hafa verið reyndar, en sú sem mest hefur verið notuð undanfarið er hin svokallaða Schlumberger uppsetning (mynd 2). Hún hefur marga kosti umfram aðrar og er mælt með notkun hennar.

2. Mæliaðferðir.

Tver algengustu aðferðir viðnámsmælinga eru dýptarmælingar og lengdarmælingar.

2.1. Dýptarmæling.

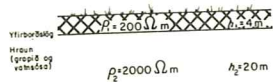
Dýptarmæling er notuð til að kanna fjölda, eðlisviðnámi og þykkt mismunandi viðnámslaga undir mælistað. Hún er framkvæmd með því að lengja bilið milli straumskauta eftir hvern einstakan aflestur. Við það eykst hlutfallslega rafstraumurinn sem fer eftir dýpri jarðlögum (mynd 3). Sýndarviðnámi er reiknað fyrir hvert skautabil og teiknað upp á móti lengd straumarms (AB/2) á log-log pappír. Ferillinn sem kemur fram við það er nefndur mæliferill.



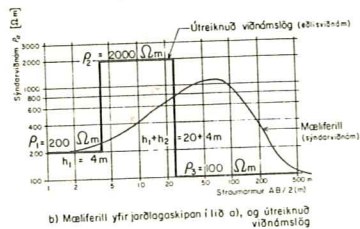
Mynd 3
DÝPTARMÉLING

Þegar bilið milli straumskautanna er aukit
eykt á hluti straumans sem fer eftir
dýpi jarðlögum

Upplýsingar um eðlisviðnám og þykkt undirliggjandi
viðnámslaga eru fólgnar í mæliferlinum. Markmið
úrvinnslu dýptarmélinga er að leysa mæliferilinn
upp í þessi lög (mynd 4). Nefnist það **túlkun**.



Mynd 4
DÝPTARMÉLING



Mynd 4
DÝPTARMÉLING

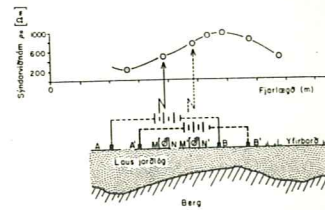
Túlkun dýptarmélinga byggist á eftirfarandi forsendum:
1) Hvert viðnámslag hafi óbreytt eðlisviðnám og nái
í láréttu plani tölulegt út fyrir svæði sem hefur
fjarlægð milli straumskauta að þvermáli. 2) Við-
námslögin liggja hallalítið hvert ofan á öðrum.

3) Hvert viðnámslag sé það greinilegt að það komi
skýrt fram við mélingu. Við túlkun er mæliferillinn
borinn saman við ferla sem eru reiknaðir út frá
láréttum lögum með gefnum viðnáms- og þykktarhlut-
föllum. Mæliferillinn endurspeglar lög af sömu við-
náms- og þykktarhlutföllum og sá reikniferill sem
fellur best að honum.

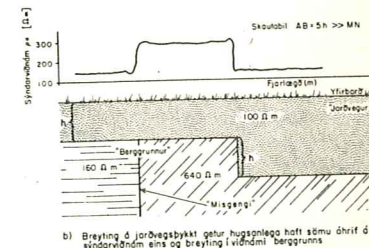
Viðnámslögin má síðan tengja jarðfræði svæðisins og fá
þannig nákvæmari mynd af svæðinu. Á það skal leggja
ríka áherslu að slík tenging verður ávallt mats-
atriði þar sem viðnámslög **þurfa ekki** að fylgja jarð-
lagaskipan, þótt þau geri það oft.

2.2. Lengdarméling.

Lengdarméling hefur yfirleitt þann tilgang að fá vit-
neskju um hve þykkur jarðvegur liggur ofan á föstu
bergi. Mæliaferðin hefur einnig verið notuð til að
finna huldar sprungur og misgengi.



Mynd 5
LENGDARMÉLING



Mynd 5
LENGDARMÉLING

Lengdarméling er framkvæmt með því að mæla breytingu
á sýndarviðnámi eftir einhverri ákveðinni línu fyrir
tiltekið fast skautabli. Miðja mæluppsetningar er
því flutt eftir hvern aflestur og annar aflestur
tekinn í næsta mælipunkti. Sýndarviðnám í hverjum

mælipunkti er teiknað á móti fjarlægð hans frá upp-
hafspunkti mæliínu (mynd 5a). Lögum þess ferils
sem við það fest, getur endurspeglad breytilega jarð-
vegþykkt á línunni eða óreglu í jarðlagaskipan eins og
ganga, sprungur eða misgengi (mynd 5b). Slík túlkun
verður þó ávallt að taka mið af jarðfræði svæðisins,
öðrum jarðeðlisfræðilegum, mælingum eða borholum.

3. Nákvæmni, notagildi og kostnaður.

Þessi kafli fjallar einungis um grunnar mælingar
(0-100 m). Notagildi viðnámsmælinga við könnun
á dýpri jarðlögum er háð allt öðrum forsendum.

3.1. Notagildi.

Frumkönnun fyrir mannvirki byggir að mestu á
þykktarákvörðun og styrkleikamati jarðlaga.
Þykktarákvörðun er yfirleitt mun fljótvirkari
og óáhrari með viðnáms- og jarðsveiflumælingum
en beinum mælingum (boranir og gryfjutaka).
Hljóðbrotsméling (seismic refraction) er að mörgu
leyti heppilegri en viðnámsmæling við slíka
frumkönnun. Bún er nákvæmari í dýptarákvörðun og
mælir hljóðhraða í jarðlögum sem gefur vís-
bendingu um styrkleika þeirra. Rétt er þó að hafa
í huga að túlkun allra jarðeðlisfræðilegra
mælinga byggist á gefnum forsendum. Veruleg frávik
frá þessum forsendum geta komið fram á einstökum
svæðum. Túlkun mælinganna verður þá mjög frábrugðin
raunveruleikanum. Þess vegna er mikill kostur
að hafa borholu á svæðinu til að sannreyna túlkunina.
Þegar borhola er ekki til staðar er mjög æskilegt
að nota dýptarmélingu til að kanna hvort forsendur
túlkunar á hljóðbrotsmélingunni standist. Í
dýptarmélingu melast aðrir eiginleikar jarðlaganna
en í hljóðbrotsmélingu. Það er því afar sjaldgæft
að forsendur beggja mæliaferðanna bresti samtímis.
Dýptarmélingar eru annars sjaldnast notaðar nema
þegar saman fer að mjög dýrt er að beita beinum
mælingum og hljóðbrotsmélingarnar bregðast. Þessi
um slíkar aðstæður er þegar ákvarðað þarf þykkt á
hraunlagastafli sem liggur ofan á þykku seti.

Lengdarmélingar eru sérlega hentugar til að meta
þykkt lausra jarðlaga í fljóttandi mýrum þar sem
erfitt er að koma við þungum takjum og hljóðbrotsmé-
lingarnar bregðast algjörlega. Einnig er hagkvæmt
að nota lengdarmélingu til að tengja á milli beinna
mælinga. Þá má fækka dýrum athugunum án þess að
nákvæmni skerist að nokkrum mun.

3.2. Nákvæmni.

Nákvæmni viðnámsmælinga við þykktarákvörðun er að
mestu háð því hversu réttar þær forsendur eru sem
notaðar eru við túlkun (sbr. kafli 2). Standist þær

forsendur ekki getur komið fram mikil skekkja.
Aðrir óvissuþættir og skekkjuvaldar eru einnig
hugsanlegir: Mæliferill yfir þunna lagi með háu
viðnámi getur t.d. litið svipað út og mæliferill
yfir þykkara lagi með lægra viðnámi. Stundum
getur orðið mjög erfitt að greina þar á milli.
Sterstu og alvarlegustu skekkjurnar verða þó þegar
viðnámskil falla ekki saman við jarðlagaskil
Sem dæmi má nefna að þar sem jökulruðningar og
basaltklöpp hafa svipað viðnámsgildi er stór hætta
á að talið verði að allt viðnámslagið sé basaltklöpp
þótt í raun liggja þykkur jökulruðningur ofan á
klöppinni. Frávikin í slíkum tilfellum geta
numið mörg hundruð prósentum. Þykktarákvarðanir
út frá viðnámsmælingu verða því að hafa stuðning
frá beinum mælingum, t.d. borholum eða öðrum
mælingum sem gerðar eru á svæðinu til samanburðar.
Ef nauðsyn krefur er hin jarðeðlisfræðilega mynd
leiðrétt á slíkum samanburðarpunktum. Yfirleitt
er talið að dýptarákvörðun við samlegar aðstæður
og dýpi minna en 100 m sé nákvæm upp á 15%.

3.3. Kostnaður.

Yfirleitt vinna 4 menn að dýptarmélingu, þótt hægt sé
að komast af með þrjú við bestu skilyrði. Fjórði
maðurinn gerir kleift að grófvinna úr mælingu á
staðnum. Þannig er strax hægt að fá lauslegar niður-
stæður og mat á gæðum mælingarinnar. Í ljósi þessa
mats er síðan tekin ákvörðun um frekari aðgerðir. Í
fjögurra manna flokki er verkaskiptingin þannig:
Einn mælir, annar reiknar út og vinnur úr niðurstöðum
og tveir færa rafskautin til.

Tíminn sem fer í mælingarnar er mjög háður lengd mæli-
línanna, yfirferð á mællandi og þeim tíma sem tekur
að aka milli mælistaða. Við góðar aðstæður þar sem
stutt er á milli mælinga og land er slétt, má búast
við eftirfarandi fjölda dýptarmélinga á dag:

	350 m straumarmur	1500 m straumarmur
4 menn	6 mæl/dag	2 mæl/dag
3 "	4-6 " "	1-2 " "

Dagur er hér skilgreindur sem 12 tímar. Yfirferð í
lengdarmélingu með 4 mönnum og 25 m færslu ætti að vera
í kringum 2 km á dag.

Segulmælingar

Inngangur

Segulmælingar hafa mikið verið notaðar hér á landi við að kortleggja misfellur í berggrunni, sem eru huldar lausum yfirborðslögum, t.d. áframburði, skriðum og jarðvegi. Slíkar misfellur eru t.d. gangar, misgengi, sprungur og hraunjaðrar. Mælingarnar eru mjög fljótgerðar og fremur ódýrar.

Óli segulmælinga

Hraunkvika sem storknar í segulsviði jarðar, segulmagnast oftast varanlega. Segulmagnun hraunsins verður samsíða stefnu jarðsviðsins þegar kvikan storknar. Styrkur segulsviðs frá hrauninu er háður styrk jarðsviðsins og magni segulmagnlegra steintegunda í kvikunni. Segulsviði jarðar er stöðugum breytingum undirorpið og hefur margsinis breytt um stefnu og styrk á síðustu milljónum ára. Markverðasta breytingin er þegar stefna sviðsins snýst algveg við en síft gerist með óreglulegu millibili. Átíð er a.m.k. 60 slíkar kollsteypur hafi orðið á segulsviði jarðar á síðustu 20 milljónum ára þ.e. á þeim tíma er Ísland hefur verið að hlaðast upp.

Talað er um rétta segulstefnu þegar segulnorður-póllinn er nærri landfræðilega suðurskautinu og um öfuga stefnu þegar segulnorðurpóllinn er nærri landfræðilega norðurskautinu. Núverandi segulstefna er rétt og hér á landi er hún hallandi niður til norðurs um 75° frá láréttu og 24° til vesturs frá réttvísandi norðri. Breytingarnar á segulsviðinu valda því að hraunlög frá mismunandi jarðalögulegum tíma eru yfirleitt ekki eins segulmagnuð. Með því að mæla segulstefnuna í hraunum má oft ákvarða aldur þeirra. Mæling á segulstyrk gerir oft kleift að greina í sundur jarðmyndanir sem ekki verða aðgreindar á annan hátt.

Notagildi

Segulmælingar hafa mest verið notaðar hér á landi við að leita uppi og kortleggja bergganga, misgengi og sprungur. Þær hafa gefist einkar vel við kortlagningu bergganga og innskotslaga í grennd við jarðhitasvæði á blágrýtissvæðum landsins. Innskot myndast er hraunkvika treóst upp um sprungur og misgengi eða á milli hraunlaga og storknar þar. Innskot myndast því seinna en bergið umhverfis og eru því oft óörvísni segulmagnuð. Sá hluti innskota sem storknað hefur í sprungum nefnist berggangar. Þeir eru vanalega hornrétt á aðliggjandi jarðlög. Sé segulsvið mælt yfir berggangi kemur venjulega fram frávik frá ótrufluðu jarð-

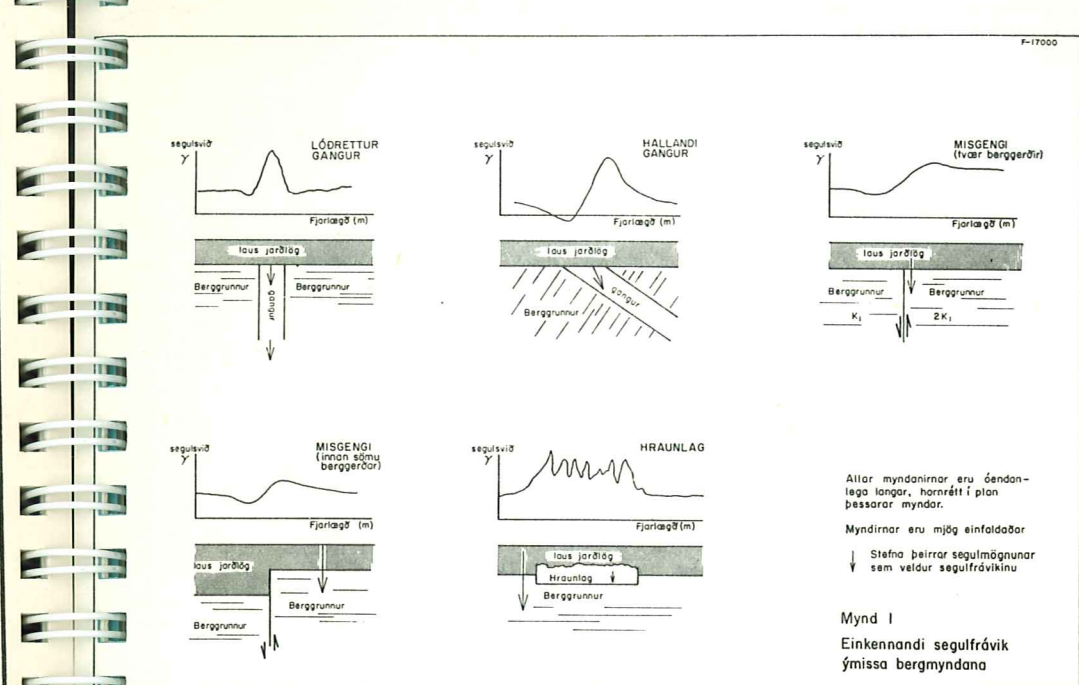
sviði. Frávikíó er jökvætt yfir rétt segulmagnuðum gangi, þ.e. þar mælist sterkara segulsvið en neikvætt yfir öfugt segulmagnuðum gangi, þ.e. veikara segulsvið.

Mynd 1. Sýnir áhrif ýmissa bergmyndana á segulsviðió. Að gefnum ákveðnum forsendum er unnt að reikna út lögum og dýpi þeirra myndana er valda mældu staðbundnu frávik í heildarsviðinu. Nákvæmni í staðsetningu þeirra bergmyndana er valda frávik í að mestu háð þykkt yfirborðslaganna, gerð og halla myndanna, halla segulsviðsins og þéttleika mælinganna. Best er að staðsetja lódrétta bergganga. Yfirleitt er hægt að staðsetja þá með 2 m óvissu undir 4 m þykku yfirborðslögum. Hallandi ganga og misgengi er mun erfiðara að staðsetja en óvissumörkin eru þó yfirleitt talin vera innan við 20 m undir 4 m þykku yfirborðslögum.

Stundum eru staðbundin áhrif frá jarðmyndunum það veik að þau valda ekki marktæku segulfrávikum. Segulmælingar gagna að sjálfsögðu ekki þar, við að greina í sundur jarðmyndanir sem eru huldar lausum yfirborðslögum.

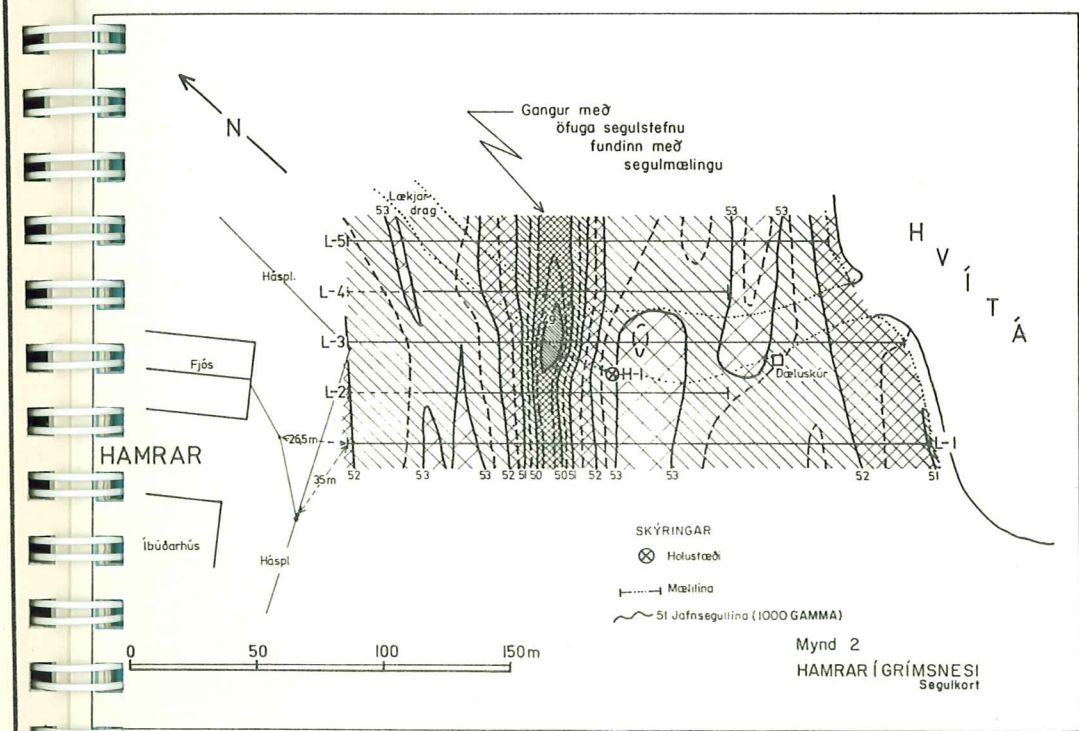
Mælaóferð og mannaflí

Segulmælingar eru oftast gerðar með segulmæli sem mælir heildarstyrk sviðsins (prótónusegulmælir). Mælt er í um það bil 2,5-4 m hæð yfir jörðu eftir ákveðnum línum eða í neti. Fjarlægð á milli lína eða punkta í neti fer eftir því hve örar breytingar verða á segulsviðinu og þeirri nákvæmni og upplausn sem krafist er í hvert skipti. Við kortlagningu ganga er oftast mælt eftir beinum línum og eru 20-30 m á milli mællína en 5 m á milli punkta á hverri línu. Netið er lagt út með hornamælingu og mælisúr-um áður en segulmælingarnar hefjast. Tveir menn framkvæma segulmælingar og letur nærri að þeir komist yfir um 3-4 km á dag en það er þó mjög háð aðstæðum. Niðurstöður eru venjulega birtar á korti með jafnsviðs-línunum og helstu kennileitum, sbr. mynd 2. Jafnsviðslínur sýna því styrk segulsviðsins á svipaðan hátt og hæðarlínur sýna hæð lands yfir sjó á venjulegu landakorti. Það fer eftir stærð og lögum segulfrávika hve þétt jafnsviðslínur eru dregnar en oft er nægilegt að hafa eitt mikrotlesla (1000 gamma) á milli lína. Við minniháttar verkefni er oft látið nægja að birta einstaka mæliferla og kort sem sýnir staðsetningu þeirra. Þetta á sérstaklega við ef langt er á milli mællína.



Allar myndanir eru óáandlega langar, horraði í plan þessarar myndar. Myndirnar eru mjög einfaldar. Stefna þeirrar segulmagnunar sem veitur segulfrávikinu

Mynd 1 Einkennandi segulfrávik ýmissa bergmyndana



Mynd 2 HAMRAR Í GRÍMSNESI Segulkort

BORMANNANÁMSKEIÐ
í APRÍL 1982

LÝSING JARÐLAGA

FRAMKVÆMD OG ÚRVINNSLA
VARÐANDI KJARNABORANIR

BJÖRN JÓNASSON
ÁGÚST GUÐMUNDSSON
BJARNI KRISTINSSON
BJARNI BJARNASON

1.	Inngangur	1
1.1.	Jarðfræðileg uppbygging í hnotskurn ...	1
1.2.	Flokkun, lýsing og eiginleikar bergs ..	8
1.3.	Almenn rannsóknar- og mannvirkjalýsing tengd kjarnaborun	14
2.	Framkvæmd og úrvinnsla að hálfu bor- manna	17
2.1.	Kjarnataka	17
2.2.	Merkingar	18
2.3.	Grunnvatnsmælingar	20
2.4.	Dýptarmælingar	20
2.5.	Um borskýrslu	21
3.	Úrvinnsla og túlkun	23
3.1.	Kjarnaflutningur	23
3.2.	Kjarnagreining	23
3.3.	Jarðlagasnið	24
3.4.	Berggæðamat	29

1 Inngangur1.1 Jarðfræðileg uppbygging í hnotskurn

Jarðfræðilega séð er Ísland ungt land og að mestu gert úr hraunlögum, gosmóbergi svo og setlögum. Víða finnast einnig innskot. Þannig hefur landið að langmestu leyti hlaðist upp í síendurteknum eldgosum.

Jarðmyndun Íslands er skipt niður í þrjá meginflokkka eftir aldri og einkennum, sjá töflu 1. Elst er svonefnd blágrýtismyndun frá tertíer-tímabilinu. Því lauk fyrir u.þ.b. þrem milljón árum. Elsta aldursgreinda bergið á Íslandi er um 16 milljón ára (Breiðadalshéiði) á Vestfjörðum) og um 13 milljón ára (Borgarfjörður á Vesturlandi og Gerpir á Austurlandi). Næstelsta myndunin er oft nefnd grágrýtis- og móbergsmyndun, sem nær frá lokum blágrýtismyndunar að nútíma, sem hófst fyrir um 10000 árum. Þessi myndun hlóóst því upp á ísöld. Henni má skipta í tvo undirflokkka, annars vegar í grágrýtismyndun (0,7-3 milljón ára) og móbergsmyndun (10-700 þúsund ára). Að lokum tekur nútíamyndunin við, en hún hófst fyrir u.þ.b. 10.000 árum og er ekki séð fyrir endann á henni.

Oft er allra síðustu árum móbergsmyndunarinnar skeytt við nútímann vegna svipaðrar ásýndar jarðlaga, sem myndast hafa á mörkum myndanna. Þá er talað um nútíma- og síðjökultímaskeiðs myndun sem þá er látin byrja fyrir um 15 þúsund árum.

Blágrýtismyndunin nær einkum yfir tvö svæði; annars vegar austanvert landið frá Distilfirði að Skeiðarársandi og hins vegar vestanvert landið frá mynni Hvalfjarðar að Bárðardal; sjá jarðfræðikort. Blágrýtismyndunin er að meginhluta gerð úr hraunlögum. Á milli hraunlaganna eru víða millilög, oft rauð að lit. Þetta er gjóska og/eða jarðvegur sem oft er leirkenndur. Það eru einmitt rauðu millilögin sem einkenna þessa myndun. Blágrýtismyndunin er yfirleitt þétt. Holufyllingar hafa sest til í holum og glufum hraunlaganna og setið (millilögin) hefur fergst og þjappast í jarðlagastaflanum.

Eldvirkni á tertier hefur verið með svipuðum hætti og nú. Það sem skilur á milli blágrýtismyndunar og yngri myndana liggur fyrst og fremst í mismiklu rofi á myndunarskeiði þeirra. Þannig einkenndist landslag á tertier af eldfjöllum gnæfandi yfir sléttlendi. Þar um hafa runnið ár og lækir, oftast lindár. Á ísöld (grágrýtis- og móbergsmýndun) var landið hulið jökli að einhverju eða öllu leyti. Jökulrofið réði þannig mestu í landmótun, myndaði djúpa dali í jarðlagastaflann og nagaði fjöll, jafnframt því að við eldgos undir jökli hlóðust upp brattir og langir móbergshryggir og háir stapar. Vatnsrof jökuláa og lóna ásamt jökulhlaupum mynduðu hrikaleg gljúfur. Lekt berggrunnins minnkaði verulega vegna þéttingarmáttar afurða jökulsins, sem er jökulruðningur, einkum silstins í honum. Það voru þannig ytri skilyrði, kólnandi veðurfar, sem gjörbreyttu jarðlagaupbyggingu landsins fyrir u.þ.b. 3 milljón árum.

Grágrýtis- og móbergsmýndunin tók næst við. Þá skiptust á skeið með helköldu loftslagi, jökulskeið, og skeið með loftslagi svipuðu því sem nú er, hlýskeið. Eins og fyrr getur hulðu jöklar landið á jökulskeiðum að einhverju eða öllu leyti. A.m.k. 10 slík skeið eru þekkt í jarðlagastaflanum. Jarðmyndanir frá ísöld er einkum að finna um miðbik landsins, þ.e. á jöðrum núverandi gosbelta. Þar hvíla þær víða á blágrýtismýnduninni. Landslag færðist í það horf sem það er í dag á myndunarskeiðinu.

Jarðmyndanir frá ísöld eru að ýmsu leyti frábrugnar jarðlögum blágrýtismýndunarinnar. Einkenni þessarar myndunar byggjast á tilvist jökulþekjunnar á landinu. Við gos undir jökli hlóðust upp móbergsfjöll og við rof jökulsins á berggrunninum myndaðist bergmýsna eða jökulruðningur, hvort tveggja til orðið á jökulskeiðunum. Á hlýskeiðum runnu hraun, ár- og vatnaset myndaðist eða sams konar myndanir og eru að verða til á okkar tímum. Jarðmyndun þessi hefur víðast ekki náð þeim þéttleika sem einkennir blágrýtismýndunina. Holur og glufur eru þannig oftast ekki fylltar af holufyllingum (zeolitum) en algengt er að silt fylli holrúm. Setið er yfirleitt vel samlímt, a.m.k. þau setlög, sem eru frá eldri hluta myndunarskeiðsins. Móbergið sem hefur afar breytilega samsetningu (stuðluð innskotslög, kubbaberg, bólstraberg, breksía eða brotaberg, túff), er afar misþétt og fyllt og oft á tíðum illa samlímt.















VOD-MJ-900-BjJ
82.03.0566-GSJ

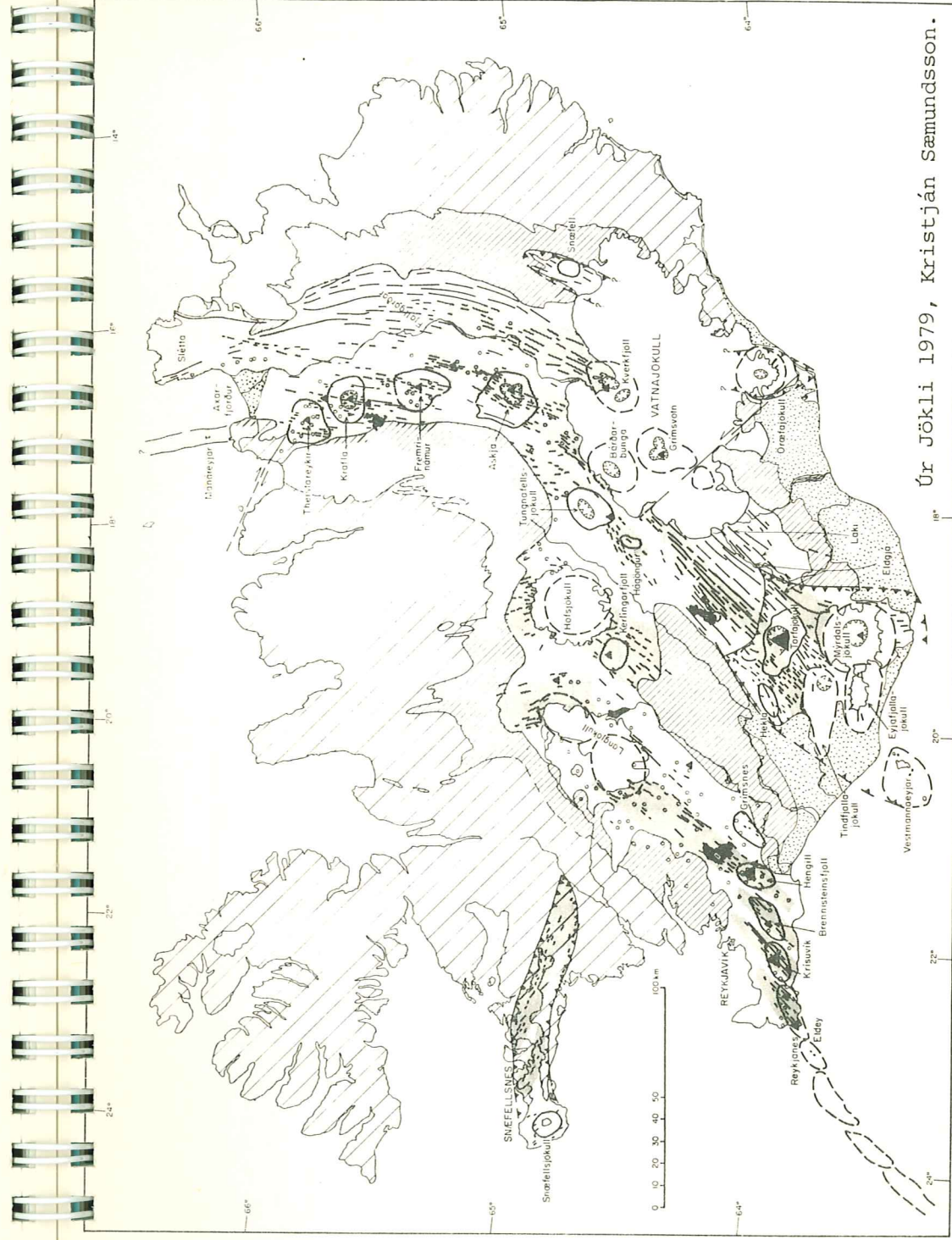
TAFLA 1

ÍSLAND
Jarðsaga og jarðlagalýsing í hnoðskurn

ALDIR	TÍMABIL	TÍMAR	SEGUL- SKEIÐ	ALDUR MILLJÓN ÁR	JARÐLAGA- MYNDANIR	EINKENNIS JARÐLÖG	EINKENNI Á UPPHLESLUTIMA	ALMENN JARÐLAGALÝSING
Nýlfjöld	Tertier	Pliosen Miösen Óligösen Eösen Paleösen	Gouss Gibert X~100	2,4 3 16 25	Núlmá- myndun Móbergsmýndun Grágrýtis- myndun Blágrýtis- myndun	Basalthraun og vatnsborð laust set Móberg. basalthraun og vel hördnuð setlög (jökulberg og vatnsborð set Basalthraun með rauðum millilögum, oft leikend	Hlýtt og heilkt loftslag til skiptis. Land hulið jökli að hluta, eða öllu. Eldgos undir jökli (móberg og gífurlegt jökulrof (bergmýningur). Landslag einkennist af djúpum dölum, fjellum og gljúfrum. Öregluleg jarðlagaupbygging.	Einkum basalthraun óþétt og óþétt. Einkenni laus vel gegndræpur kerfi. Set algjörlega laust. Brotabelli óþétt, oft ennar gjafir - virk. Mismunandi þéttleiki einkum basalthrauna og móbergs. Misfyllt, einkum af silti. Setlög af slirik (jökulberg, ár- og vatnaset), yfirleitt þétt og vel samlímt. Brotabelli þétt - óþétt, óvirk - virk.
	Kvartier	Nú t i m i Í s ö l d	Brühnes	0,01 0,7				Þéttleiki og samlíming væx

JARÐFRÆÐIKORT - SKÝRINGAR

- | | | | |
|---|--|---|-------------------------------|
|  | COSBELTI (<0,7 milljón ára). |  | SIGRETILL/ASKJA |
|  | Jarðlög, einkum hraun og móberg, frá nútíma og síðkvarter (móbergsmýndunum). |  | ELDVIRKNISPRUNGA, DYNGJUHRAUN |
|  | BERGGRUNNUR FRÁ KVARTER (0,7-3,0 milljón ára). |  | SPRUNGUSVEIMUR |
|  | Jarðlög, einkum hraun, frá árkvarter (grágrýtismýndun). |  | VÍXLGENGIS-/SNIDGENGISLÍNA |
|  | BERGGRUNNUR FRÁ TERTIER (3-15 milljón ára). |  | HLÍÐARGLIÐUNARBELTI |
|  | Jarðlög, einkum hraunlög, frá síðtertíer. |  | HÁHITASVÆÐI |
|  | AURAR, SANDAR OG HRAUN | | |
|  | MEGINELSTÚÐ/ELDKELLA | | |



Jarómyndanir sem hlóðust upp á s.l. 10-20 þúsund árum hafa einkum verið kenndar við þann tíma sem þær urðu til á, oft nefndar nútíma- og síðjökultímaskeiðs myndanir eða myndun. Nútími spannar s.l. 10 þús. ár en síðjökultíamýndun spannar það millibilsástand, meðan jökull var að hopa en áður en nútími gekk í garð. Síðjökultíamýnduninni tilheyrir sá jökulruðningur sem þekur mestan hluta landsins að meira eða minna leyti svo og ýmis konar vatna- og árset, yfirleitt siltríkt efni, laust eða illa samlímt. Á þessum tíma urðu að sjálfsögðu eldgos sem mynduðu móberg, en jökulruðningur er einkennisafurð síðjökultímans.

Nútíamýndunin samanstendur einkum af víóáttumiklum hraunum svo og ýmis konar lausu seti (ár- og vatnaset, jaróvegur). Hraunin, sem eru langfyrirferðarrest og einkenna myndunina, eiga upptök sín í gosbeltunum. Dæmi um hraun frá nútíma eru Tungnaárrhraun sem við þekkjum svo vel og þá helst af illu. Þéttleiki jarólaga þessara myndunar er langminnstur samanborið við fyrrgreindar jarómyndanir. Þannig eru hraunin alls ekki holufyllt og yfirleitt laus við silt og er hraunkarginn því afar vel vatnsleiðandi. Setið er algjörlega laust (ósamlímt) og oft einnig vel vatnsleiðandi, þ.e. grófari hluti þess (möl-hnullungar), þar sem það er einkorna.

1.2 Flokkun, lýsing og eiginleikar bergs

Jarólög á Íslandi eru annars vegar gerð úr storkubergi og hins vegar úr setbergi. Storkubergið eða nánar tiltikið gosbergið er ríkjandi (þ.e. bergkvika sem storknar á yfirborði). Mun sjaldgæfara er gangberg og djúpberg (storknar misdjúpt í jörðu). Af setbergi er svonefnt molaberg (bergmylsna) lang algengast, sjá töflu 2. Hér á eftir skulum við líta nánar á sundurliðun, flokkun, strúktúr (gerð) og helstu eiginleika gosbergs (storkubergs) og molabergs (setbergs).

Gosbergi er skipt í þrjá aðalflokka eftir kísilsýruinnihaldi þess, eða basalt, andesít og líparít, sbr. töflu 2. Líparítið er súrast (≈65% SiO₂). Að sjálfsögðu eru aðalflokkarnir greindir í undirflokkka eftir efnasamsetningu. Algengast er þó að skipta basaltinu niður eftir sjáanlegum einkennum í póleiít basalt, ólivín basalt og dílabasalt. Í nánari lýsingu á innri og ytri gerð gosbergsins skulum við miða við basíska hluta þess, eða blessað basaltið, þar sem

það einkennir hinn íslenska jarólagastafla. Að sjálfsögðu á margt af því, sem hér verður fjallað um á eftir, einnig við um andesít og líparít.

Gosefnum má skipta í tvennt eða þannig sko, þ.e. í laus gosefni (gjósku) og föst gosefni (hraun, bólstraberg o.fl.). Í íslenska jarólagastaflanum birtist gosbergið okkur að langmestu leyti sem hraunlög (föst gosefni), að mun minna leyti sem móberg og að enn minna leyti sem ýmis konar laus gosefni í tengslum við eldvörp og gervigiga sem hlaðist hafa upp á jökulvana landi. Strúktúr eða gerð gosbergsins ákvarðast af samsetningu bergkvikunnar og ýmsum ytri áhrifum, t.d. hvort kvikan kemst í snertingu við loft, vatn, jökul o.s.frv. Kornastærð bergsins, þ.e. innri gerð þess er þannig afar breytileg eftir efnasamsetningu og því hvort um snögga eða hæga storknun er að ræða (glerjað = snögg kæling, kristallað = hæg kæling eða storknun, sbr. dulkornótt, smákornótt, grófkornótt). Sömu sögu er að segja um ytri gerð bergsins eins og straumflögun, stuðlun og blóðrumagn í berginu.

Miðað við sömu ytri aðstæður, t.d. basaltkvika rennur eftir þurru landi, eru hinir ýmsu flokkar basaltsins mismunandi að innri og ytri gerð eftir að storknun hefur átt sér stað. Þannig er dílabasaltið oftast stórstuðlað, lítið straumflögótt, smákorna, kargarýrt og svipar þannig mjög til ólivínbasalts nema hvað það er oft stórstuðlaðara, sjá töflu 3. Þóleítbasaltið er á hinn bóginn dulkorna eða í mesta lagi fínkorna, oftast straumflögótt og þá oft verulega; stuðlastærð er í meðallagi eða minni og oft mjög karga- eða gjallríkt efst og neðst í hraunlögnum. Einkenni á ytri gerð venjulegs hraunlags er stuðlaður miðhluti (oftast mestur hluti hraunlagsins), fremur þétt og straumflögótt, a.m.k. ef um póleiít er að ræða. Hér er miðað við basalhraun sem runnið hefur á þurru landi. Ef basaltkvikan rennur út í vatn eða yfir vatnsósa set, þá verður neðri hluti þess fyrir snöggri kælingu og getur þannig "breksíerast", kubbast eða orðið smástuðlað. Í slíkum tilvikum getur hraunið farið að "gjósa" þ.e. yfirhituð vatnsgufa brýst upp í gegnum hraunið og rífur með sér efni úr því. Þannig blása upp laus gosefni, hraunkúlur, gjall, vikur, aska, sem mynda hóla eða hrauka, svonefnda gervigiga. Ef vatn flæðir á hinn bóginn yfir rennandi hraunkviku, þá verður efri hluti hraunsins gjarnan að kubbabergi, en slíkt einkenni t.d. svonefnda Hreppamýndun.

Við gos undir jökli og/eða vatni verða til fjölbreytilegustu fésin og ægir þá oft á tíðum saman allrahandá "rusli". Dæmigerð uppbygging á móbergsfjalli er þannig, að í neðri hluta þess myndast bólstraberg, kubbaberg, og stuðlaðir laggangar og æðar (fasti hlutinn), en í efri hluta þess bólstrabreksía, túffbreksía og túff (lausí hlutinn), sbr. töflu 3. Víða eru þó veruleg frávik frá hinu dæmigerða t.d. eingöngu fasti hlutinn, ef gosið hefur aldrei náð upp í gegnum jökulinn eða vatnið, eða eingöngu lausí hlutinn, ef jökull hefur verið mjög þunnur (grunnt vatn) og gufuprýstingur hár í kvikunni o.s.frv. Hvað varðar laus gosefni í tengslum við eldvörp og gervigíga, sem hlaðist hafa upp á þurrlendi og hlióstaðar myndanir, þá svipar þeim að mörgu leyti til móbergsins. Þar ægir oft saman kleprum, hraunkúlum, gjalli, vikri, ösku, blöðruríkum hraunspýjum o.fl., sem sver sig í att við lausa hluta móbergsins.

Molabergið (setbergið) er ofast flokkað eftir þeim kornastærðum sem það er samsett úr, sbr. töflu 2). Við flokkun á seti eða setbergi er einnig tekið mið af því með hvaða hætti setið myndaðist (jökulruðningur, jökulberg, skriðuberg, foksandur), hvar setið hlóóst upp (ár-, vatna- og sjávarset) og hvaða steintegundasamsetningu það hefur (kvartssandsteinn) svo það helsta sé nefnt.

Setlög í íslenska jarðlagastafnanum eru fyrst og fremst flokkuð eftir þeim kornastærðum, sem einkenna eða eru ríkjandi í setinu. Setið er ýmist laust eða fast, þ.e. ósamliamt eða samliamt. Grófasta setið er einkum samsett úr stórum og smáum, oftast rúnnum steinum, hnullungum og mól og flokkast þá ýmist sem hnullungsberg eða völuberg, ef það er samliamt, en hnullungar, hnullungamól eða mól, ef það er ósamliamt. Finni hluti setsins einkennist af finni bergmylsnu, sandi, silti og leir og flokkast þannig sem sandsteinn, siltsteinn eða leirsteinn ef það er samliamt, en ósamliamt; sandur, silt, og leir. Flokkun á seti eftir kornastærðum er sú eðlilegasta við kjarnagreiningu, ef henni verður við komið. Þó eru ekki alltaf skýr ríkjandi kornastærðareinkenni í seti eins og oft er reyndin í jökulbergi. Í því ægir oft saman öllum kornastærðum allt frá hnullungum oní silt og jafnvel leir. Oft er slíkt berg flokkað sem jökulberg eða "leirsteinsvöluberg". Allnokkur sambærileg dæmi mætti tína til, en þau helstu eru rauð millilög, sem oft eru foksandur, gjóska og jaróvegur, túffset, jafnvel nefnt móbergsset, samsett úr gjóska

og misrúnnum steinum, skriðuberg, stórir og smáir yfirleitt órúnaðir steinar með smásteinum og sandi á milli o.s.frv.

Innri gerð setsins tekur mið af þeim kornastærðum, sem eru í því. Þannig er gerð setsins ýmist kornborin eða grunnborin. Kornborið set er að meginuppistöðu steinar, sem eru í snertingu hver við annan, en á milli þeirra eru finni korn (sandur, silt o.fl.), t.d. völu- og hnullungaberg. Grunnborið set einkennist af finni kornum, einkum sandi og silti með steinadreif í fina grunninum, sem er þá meginuppistaðan. Mjög algengt er að hin ýmsu setlög séu lagskipt. Lagskipting felst í því, að einsleit kom "sorterast" og hlaðast þannig upp í misgrófum lögum. Algengast er að slík upp- hleðsla sé lárétt, en einnig með nokkrum halla, samanber skálaga og víxllaga set.

Dæmi um lagskipta upphleðslu sets gæti verið eftirfarandi: Jökulá rennur út í fremur djúpt vatn eða lón. Í stærsta hluta lónsins sest silt á botninn, jafnvel fínsandur. Við sjálfan árósin, þar sem áin fellur út í lónið, sest grófasta efnið, eða mól og sandur. Þar myndast gróf aurkeila, sem mjakast smám saman út í lónið eftir því sem áin ber meir og meir fram af aur. Lagskipting í aurkeilunni er aðallega hallandi; ská- og víxllaga. Að lokum fyllist lónið af framburði árinna og hún flæmist um áraurana, sem eru mól og sandur.

Hér á undan hefur einkum verið leitast við að lýsa á almennan hátt meginráttunum í uppbyggingu og gerð jarðlaga í íslenska jarðlagastafnanum. Lítið hefur verið fjallað um þau ytri áhrif, sem jarðlögin verða fyrir í tímans rás og geta breytt eiginleikum þeirra svo um munar. Þar má einkum nefna þéttingu og fyllingu á glufum, holrúnum og blöðrum í berginu og þar jarðskorpahreyingar sem brjóta og mylja bergið.

Þétting berglaganna verður einkum með tvennum hætti: Jökull og jökulsár fylla holrúm bergsins af silti og við það að jarðlög fergjast samfara hækkandi hita, myndast ýmsar tegundir holufyllinga (zeolítar) í glufum og blöðrum berglaganna, þ.e. uppleyst efni í grunnvatninu falla út. Í þeim tilvikum þar sem jarðlög komast í snertingu við afar háan hita, sem fylgir stundum fergingu jarðlaganna, getur ummyndun orðið veruleg. Þannig myndast gnægð

holufyllinga og ýmissa leirsteinda jafnframt því að bergið morknar og linast. Setið fyllist og þéttist á sama nátt, en ferging þess í jarðlagastaflanum ræður meiru í sambandi við þjöppun og samlímingu þess.

Hvað varðar jarðskorpuhreyfingarnar má nefna gliðnun, sem myndar opnar gjár, mis- og víxlengi þar sem jarðlagaspildur síga og rísa í lóðréttum eða hallandi fleti eða ganga á víxl í láréttum fleti. Við slíkar hreyfingar, sem eiga sér einkum stað á mjög afmörkuðum beltum, molnar eða kurlast bergið umhverfis brotflötina í eldri jarðmyndunum landsins eru þessi jarðlagabrot orðin þétt og fyllt af holufyllingum. Á hinn bóginn eru slík brotabelti í yngri hluta jarðlagastaflans meira og minna opin og ófyllt og þau allra yngstu virk, þ.e. hreyfingar eru enn í gangi um brotalamirnar.

Lítum nú nánar á eiginleika hinna ýmsu jarðlaga, sem vanta má og eru á svæðum núverandi og fyrirhugaðra vatnsorkuvera. Meginskiptingin er laus og föst (höró) jarðlög. Millistigið laust-fast, þ.e. illa eða hálsamlímt, er vel þekkt og þá fyrst og fremst af illu, en kjarna- eða sýnataka úr slíku efni er oftast langerfiðust og mestum vandkvæðum háð.

Algengastar lausar jarðmyndanir hérlendis eru eftirfarandi (frá nútíma og síðjökultíma, þ.e. hafa hlaðist upp á sl. ca. 15000 árum):

- Jarðvegur: { Lífærn: mór; lífræn mold
- { Ólífærn: fokmold og -sandur oft gjóskublandinn
- Ár- og vatnaset: { leir og silt
- { sandur
- { möl
- { hnullungar
- Aurkeilur, flóðset: } frá silti upp í stór björg
- Skriður og berghlaup: }
- Jökulruðningur: allar kornastærðir, leir - hnullungar

Dæmi um staði þar sem borað hefur verið í þessi sundurleitu lausu jarðlög eru fjölmörg; Þórisvatn, Sigöldulón, Sultartangi og Eyjabakkar svo eitthvað sé nefnt. Erfiðleikar við sýnatöku úr lausum jarðlögum liggja aðallega í kornasamsetningu þeirra, t.d. einkorna sandur.

Hálfhöró, lin eða illa samlímd jarðlög eru oft enn erfiðari viðfangs hvað viðvíkur sýnatökunni. Hér getur verið um set að ræða, gjall eða hraunkarga, sundurleitt móberg o.s.frv. Aldur þessara jarðlaga er nokkuð breytilegur, en þó eru þau yfirleitt ekki yngri en frá lokum síðasta jökulskeiðs hvað setinu viðvíkur. Móbergið er jafnaldra eða eldra. Aldur þessarra hálsamlímdu jarðlaga er þannig oft á bilinu 15000-20000 ár. Margar staðbundnar undantekningar eru þó vel þekktar bæði í yngri og eldri myndunum, t.d. kargi hrauna og ýmis setlög. Ennfremur eru mjög ummynduð og oft staðbundin svæði í kvartera og jafnvel tertíera jarðlagastaflanum, svo og staðbundin belti í kringum brotalamir.

Sýna- eða kjarnataka úr hörðum eða föstum jarðlögum er mjög auðveld og eiga þær stórstígu tækniframfarir, sem þar hafa orðið (s.s. vírlínuborun) langstærstan hlut að máli. Eldra berg hefur yfirleitt þessa eiginleika, þ.e. tertíert berg, megnið af kvartera jarðlagastaflanum, þó með undantekningum, en einungis þéttasti hluti hraunlaga nútíamýndunarinnar.

Lítum nú á allt þetta í tengslum við "raunveruleikann", eða í ljósi þess, sem við þekkjum flest allir af eigin raun og er reyndar í samræmi við borskýrslur. Uppgjörið lítur þannig út með tilliti til borgangs, en oftast fylgir einnig góð kjarnaheimta; Kjarnaborun á Austurlandi og í neðri hluta jarðlagastaflans við Blöndu hefur gengið afar vel (einkum austanlands) og kjarnaheimtan verið góð, enda er bergið gamalt (tertíert). Í efri hluta staflans á Blöndusvæðinu (kvarter - nútími), í lausum yfirborðslögum og á stíflustæðum syðst á Fljótsdalsheiði svo og á Landsvirkjunarsvæðinu hefur borgangur og kjarnaheimta verið upp og ofan (í eldra berginu, sem er kvartert er borgangur oftast ágatur til samlegrur, en í bergi og lausum jarðlögum frá því allra síðast á kvarter og frá nútíma er borgangur oftast hægur og kjarnaheimta oft afar léleg).

Þannig er að vænta mestu erfiðleika í síðkvarteru bergi og einkum í lausum setlögum frá nútíma. Flest núverandi og væntanleg vatnsorkuver eru og verða einmitt staðsett á og í jarðmyndunum frá þeim tíma.

Þó að skipta megi landinu í jarðmyndanabelti eða "borgæðabelti" þá er bergstyrkur jarðlaga afar breytilegur í öllum beltum. Brotþols-prófanir á íslenskum bergsýnum, sem safnað var á Vestfjörðum, Austfjörðum og Tungnaár- og Þjórsársvæðinu, sýna að brotþol setbergs er á bilinu 100-600 kg/cm², en basalts á bilinu 1000-3000 kg/cm² sjá töflu 3. Sýni þessi eru úr tertíera og kvartera jarðlagastöflunum. Íslenski stöflinn er þannig afar breytilegur hvað varðar bergstyrk og hörku, einkum þó yngsti hluti hans.

1.3 Almenn rannsóknar- og mannvirkjalýsing tengd kjarnaborun

Kjarnaboranir vega yfirleitt langþingst í þeim rannsóknum, sem hafðar eru í frammi vegna vatnsaflsvirkjana. Það færist þó í vöxt hér á landi að gera jarðfræðilega úttekt vegna ýmissa annarra, einkum meiri háttar mannvirkja og má þar nefna Álverið í Straumsvík, Málblendiverksmiðjuna á Grundartanga, væntanlega oliutanka í Helguvík, byggingarsvæði Reykjavíkurborgar við Rauðavatn o.fl. Á næstunni má ennfremur gera ráð fyrir verulegri kjarnaborun á jarðhitasvæðum til ýtarlegri athugana á þeim jarðlögum sem þar eru vatnsleiðarar.

Sú hefð eða þau vinnubrögð sem nú tíðkast í sambandi við virkjanarannsóknir er að þeim er skipt í áfanga. Rannsóknastigin eru fjögur, þ.e. forathugun, frumhönnun, verkhönnun og útboð. Áður en byggingarstigi er náð eða framkvæmdir hefjast er hverju rannsóknarstigi fullnægt áður en það næsta hefist. Boranir hefjast yfirleitt ekki fyrr en á frumhönnunarstigi og verða ekki verulegar fyrr en á verkhönnunar- og útboðsstigum, samfara öðrum umfangsmiklum rannsóknarþáttum.

Tilhögun mannvirkja vatnsaflsvirkjana er afar breytileg. Því ræður fyrst og fremst landslag á virkjunarstað og jarðfræðilegar aðstæður. Er því á fyrsta rannsóknarstiginu (forathugun) leitast við á ódýran hátt að meta þá þætti sem best með gerð landakorts í mælikvarðanum

1:20 000 með 5 hæðarlínum, vettvangskönnun og kortlagningu jarðlaga. Þegar hér er komið sögu, er hægt að gera sér grein fyrir líklegri tilhögun mannvirkja og setja út fyrstu borholur, oft fáar og tiltölulega dreifðar um svæðið. Niðurstöður þeirra borana leiða síðan til næsta áfanga og þannig koll af kolli þar til náð er verkhönnunarstigi. Oft þarf viðkomandi svæði mikilla rannsókna við. Því geta ráðið jarðfræðilegir þættir sem þykja miður heppilegir með tilliti til þeirrar tilhögunar sem var ráðgerð. Ókostir af jarðfræðilegum toga hækka oft byggingarkostnað virkjunar verulega eða eru of óljósir til þess að réttlátanlegt sé að taka áhættu. Þannig geta rannsóknir dreifst um stórt svæði og orðið sviptingar á tilhögun virkjunar í ljósi aukinna upplýsinga við mat á þeim. Að því kemur þó að verkhönnunarstigi er náð. Þá er mannvirkioð hannað. Rannsóknir ná á þessu stigi hámarki hvað umfang snertir, enda styttist í það að undirbúningur útboðsgagna hefjist.

Venjulegt vatnsorkuver samanstendur af uppistöðulóni, að- og fráveituleiðum með stöðvarhúsi á milli. Til að mynda uppistöðulón þarf stíflu, en veituleiðir eru ýmist skurðir, jarðgöng eða pípur. Yfirleitt er þörf á verulegri kjarnaborun í tengslum við neðanjarðarmannvirki (jarðgöng, stöðvarhús). Á stíflustæðum þarf oft einnig verulegar kjarnaboranir svo og á stöðvarhússtæði á yfirborði. Skurðleiðir (að- og fráveituleiðir) þarfnast yfirleitt minni kjarnaborunar. Frávik geta þó orðið á þessu vegna jarðfræðilegra aðstæðna svo og vegna þess landslags, sem er á viðkomandi mannvirkjasvæði.

Undanfarin þrjú ár hefur kjarnaborun verið í hávegum höfð, einkum í tengslum við þær þrjár stórvirkjanir, sem nú eru komnar á verkhönnunarstig. Sameiginlegt öllum þessum virkjunu eru mannvirki neðanjarðar. Árlega hefur samanlögð dýpt hola verið 3-5 km. Svo mikil kjarnaborun, ekki hvað síst í tengslum við óhemju stór og dýr neðanjarðarmannvirki, kallar á nákvæmni, gott skipulag og góða samvinnu. Á það bæði við um þá sem sækja kjarnann upp úr iðrum jarðar og þá sem lesa úr honum það allra nauðsynlegasta. Vert er að hafa í huga þá staðreynd, að mannvirkjagerð neðanjarðar fer ekki troðnar innanlandsslóðir hvað varðar þennan hluta undirbúningsrannsókna og á þar af leiðandi enn erfiðar uppdráttar ef illa tekst til. Jafnframt því að kjarnaboranir hafa aukist og borgangur

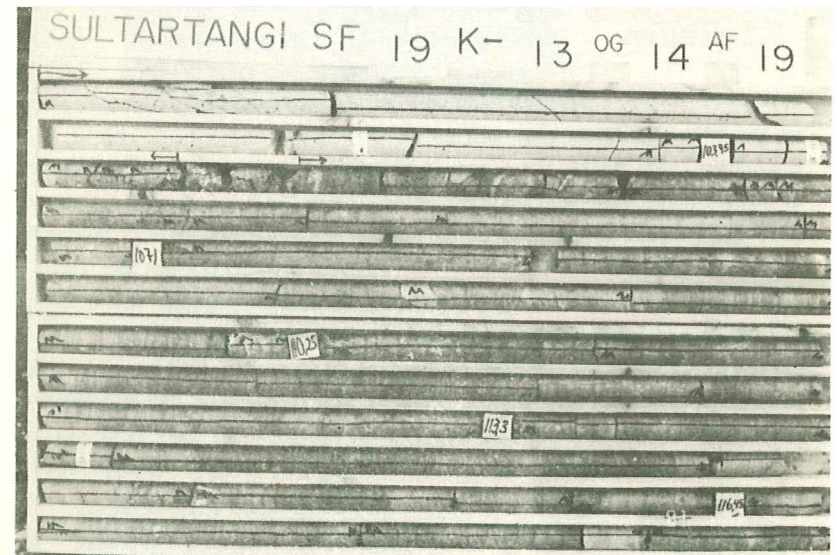
orðið meiri, sérstaklega á undanförunum tveimur árum, hefur komið til úrvinnsla á kjarnanum til viðbótar því sem áður var, einkum bergtækni-
leg. Hér á eftir verða skýrð þau meginatriði, sem nauðsynleg eru varðandi
kjamatöku og borun í tengslum við mannvirkjagerð, svo og frumúrvinnslu
þeirra gagna (kjarnans), sem þannig fást.

2 Framkvæmd og úrvinnsla af hálfu bormanna

"Borun er til upplýsingaöflunar,
en holan er aðeins óhjákvæmileg afleiðing".

2.1 Kjarnataka

Kjarnataka gefur bestar upplýsingar um jarðlög undir yfirborði.
Meðferð kjarna er nú vandasamari en áður var, því meiri og meiri
upplýsingar eru nú kreistar úr honum en áður. Þar eð kjarnaheimta
er einn þeirra þátta, sem helst eru skoðaðir, þegar athuguð eru berg-
gæði, þá er mikilvægt að kjarninn sé meðhöndlaður á viðeigandi hátt.
Þetta er hálfu mikilvægara nú, eftir að farið var að meta gæði bergs-
ins í kjarnanum (Q-mat). Það verk felur m.a. í sér að raða kjarna-
brotunum saman (sjá mynd 1).



MYND 1

Á samanáðaðan kjarnann er dregin leiðarlína og við hana er miðað, þegar ákveðin er afstæð (og í næstu framtíð rétt) stefna sprunga kjarnans. Slíkt skiptir máli, t.d. þegar menn vilja gera sér grein fyrir væntanlegri styrkingarþörf bergs við neðanjarðarvirkjun. Vanti búi í kjarna slitnar leiðarlínan þar um, og enginn veit hvort sprungu-stefnur breytist með dýpi eður ei. Stundum slitnar leiðarlínan af því að bergið sem borað er í er svo molað að ekki er hægt að raða molunum saman. Stundum er þó slíkt berg sémilega samanhagandi vegna útfellinga á sprunguflötum og má þá raða brotunum saman ef bormenn hafa farið eins varlega með kjarnarörið og jarl sinn.

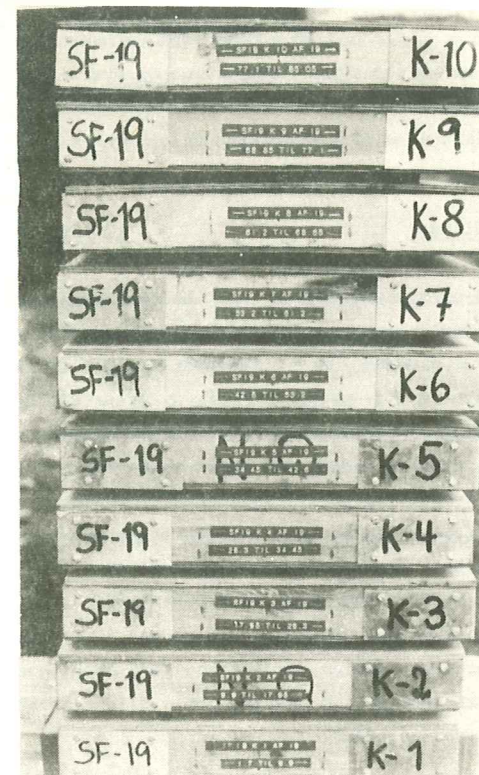
Það eru einkum sá hluti kjarnans, sem gæðameta á, sem þarfnast mestrar lagni við borunina, t.d. að nota einungis gúmmíhamar við að berja kjarnann úr kjarnarörinu, eða gæta vel að því að kjarninn eyðist ekki innan í krónunni þó hifa þurfi oftast en ella. Fjöldamörg atriði önnur hafa áhrif á kjarnaheimtu eins og vatnsþrýstingur, stangaálag og gerð og ástand borkrónu. En mestu hlýtur þó ávallt að skipta reynsla og vilji bormanna á að leysa verk sitt vel af hendi.

2.2 Merkingar

Ekki ætti að þurfa að hafa mörg orð um nauðsyn þess, að kjarnakassar séu rétt merktir. Þeir eru nú merktir á þann hátt, sem sýnt er á mynd 2. Merkingarnar eru alltaf á "kili" kassans, því kjarnanum er alltaf raðað eins og lesið er af bók, þ.e. efsti búturinn er efst til vinstri í kassanum og sá neðsti neðst til hægri.

Heppilegt væri að bormenn gerðu þann hluta merkingarinnar, sem gerður er með tússi á járnvinklana, þ.e. holuheitu á annan og kassanúmer á hinn vinkilinn. Jarðfræðingurinn bætir síðan við plastmerki með kjarnadýpi o.fl. á milli vinklanna. Áriðandi er, að lokin séu vel negld á kassana fyrir flutning.

Þá er það kubbamálið. Það er algjört aðalatriði að í lok hverrar einustu hífingar sé settur kubbur í kassann, til að afmarka hana. Fyrst í efsta kassa skal vera kubbur með nafni holunnar og því næst annar með byrjunardýpi kjarna. Í lok neðsta kassa skal vera kubbur



MYND 2

með lokadýpi holunnar. Kubbana skal merkja viðkomandi dýpi með 0,1 meters nákvæmni, t.d. 23,6 (m), eða 134,9 (m), og hafa það á a.m.k. tveimur hliðum kubbsins. Óþarfi er að eyða plássu í lítið m á hvern kubba, þar sem allir vita í hvaða einungum er mælt. Aftur á móti skal borstjóri merkja hífingarnar með 0,01 meters (centimeters) nákvæmni í bókhald sitt. Þegar enginn kjarni fæst (við borun með hjólakrónu eða í lélegt berg), þarf að setja tvo kubba til að afmarka sýnatökubilið. Koma þá tveir og tveir kubbar saman. Síðasta kubbum í kassanum skal tyllt með nagla til þess að hann renni ekki til í flutningnum.

Kubbarnir eru það eina, sem gerir jarðfræingnum kleift að vita dýpi á lagamótum, kjarnaheimtu og margt margt fleira. Kubbaruglingur er martróð jarðfræðingsins. Að sitja einn í herbergi (allir hinir agalega uppteknir) með 200 m af kjarna (≈22 kassar), með ruglaða

kubba og vitandi að hann verður nær aldrei viss um hvort hann hefur leiðrétt rétt, það er svipað fyrir jarðfræðing og fyrir borstjóran sem skyndilega man, að stóri skiftilykillinn, sem hann er búinn að leita að í klukkutíma, lá síðast á keisingunni.....

2.3 Grunnvatnsmælingar

Hér er ekki fjallað um hitamælingar heldur aðeins vatnshæðarmælingar í borholum. Slíkar mælingar eru gerðar fyrir lektarprófanir og til að afla upplýsinga um grunnvatnsfar viðkomandi svæðis. Eins og bormenn vita, þá getur orðið nokkur breyting á vatnsstöðu í borholu á meðan á borun stendur. Það er vegna þess að sum jarðlög eru nærri vatnspétt en önnur vatnsleiðandi og auk þess leiða sprungur og misgengi stundum vatn. Þegar borað er t.d. vegna væntanlegra mannvirkja neðanjarðar, þá eru allar upplýsingar um breytingar á vatnsstöðu í holunni vel þegnar, svo hægt sé að gera sér grein fyrir hvaða jarðlög og sprungur séu vatnsleiðandi. Þyrftu bormenn þá að mæla vatnsstöðuna á hverjum morgni eða þegar hlé verður á verkinu. Ýmsar gerðir eru til af grunnvatnsmælum, en líklega væri heppilegast að hafa svokallaðan SOIL-TEST mæli á hverjum bor. Slíkur mælir ætti að nægja við venjulegar aðstæður.

2.4 Dýptarmælingar

Ekki verður hér fjölyrt um nauðsyn réttra dýptarmælinga í holum og að kubbar sýni örugglega rétt dýpi, enda hefur því að nokkru verið gerð skil. Eitt þeirra tækja, sem þyrfti að vera á hverjum bor er dýptarmælir. Það getur alltaf leikið vafi á hve margar stangir eru í holunni, en þá attu menn að geta fengið vissu sína með því að telja þær sem eftir eru í rekkanum. En í þessu sem öðru gerist það, að hér gilda hin óbrigðulu náttúrulögmál, sem segja að það sem geti gerst, gerist, og það sem aldrei hafi gerst, gerist aftur. Þá væri fjárir þægilegt að geta rennt niður nákvæmlega kvarðaðri snúru og fundið hvort skekkja sé í kerfinu, og þá leiðrétt hana. Einnig verður það að teljast sjálfsögð öryggisráðstöfun að renna niður dýptarmæli í lok hvers vinnudags eða vaktar, því komi fram skekkja, þá eru atvik dagsins ferskari í minningunni en daginn eftir, ef "tékkunin" færi fram í byrjun vinnudags.

Til þessa hafa dýptarmælar yfirleitt ekki verið til á borunum. Þessu hefur VOD í hyggju að kippa í liðinn. Til greina koma tvær gerðir mæla. Annars vegar 200-300 m nákvæmlega kvarðaður vir á spólu, og hins vegar u.þ.b. 700 m vir á teljarahjóli.

2.5 Um borskýrslu

Seint er fullþökkuð vel útfyllt borskýrsla, og bormenn skyldu ætíð minnst þess að flestar þær upplýsingar, sem jarðfræðingar hafa um jarðlög í neðra eru einungis fáanlegar við borverk. Ef hinni daglegu borskýrslu er gerð góð skil, þá er þar gagnlegar upplýsingar að finna, sem að gagni koma við úrvinnslu kjarnans, t.d. um vatnstap, skyndilega breytingu á borhraða eða skolvatnslit. Slíkar upplýsingar kunna að virðast lítilvægar, þegar þær eru skráðar, en jafnvel þó þær séu það fyrir viðkomandi holu, þá geta þær skipt miklu fyrir tengingar á milli hola. Einnig má fá úr borskýrslunni upplýsingar um borhraða, -kostnað, - dýpi og hæfni einstakra tækja og svo framvegis.

Borvél	Borstadur	Hola nr	Dags	Vikud.
Dugandi	Hólsbjörg	FV-6	80.08.24	Sunnud
Frá kl. 8 ⁰⁰	Verklýsing	Borað frá 5,0 til 18,0 m	Aukning 13,0 m	
Til kl.	Klst.	Nr.		
9 ⁰⁰	1,0	2,4	Borað í steypu úr NX keising niður í 5 m.	
9 ³⁰	0,5	1,1	Kjarnarörið sett undir, byrjað að bora.	
12 ⁰⁰	2,5	1,1	Sprungid fyrst, en verður heillegra þegar neðar dregur -	
13 ⁰⁰	1,0	1,1		
17 ⁰⁰	4,0	1,1		
19 ³⁰	2,5	1,1		
20 ⁰⁰	0,5	1,1		
21 ⁰⁰	1,0	4,3	Vaktaskipti	
Alls 13 ⁰⁰ klst.	+ matartími 1,8 = 14,8 klst.		Borleiga 12 ⁰⁰ klst.	Annad

Jarðfræðisupplýsingar		Grunnvatn:		Vidmiðun mælinga <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> J <input type="checkbox"/> A	
Kjarnahífangar	Dýpi frá 5,0 m	Dýpi m, kl.	Dýpi m, kl.		
Fjöldi	Dýpi til	Fjöldi	Dýpi til	Skýringar (markvissar)	
①	5,25	⑥	18,00	⑪	1. Sprungid basalt 2. Sama. 3. Eins.
②	7,65	⑦		⑫	4. Heillegt langsprungid. 5. Heilt og þétt.
③	8,40	⑧		⑬	6. Þétt heillegt basalt.
④	13,10	⑨		⑭	
⑤	17,80	⑩		⑮	C=casing, F=fóðurrör, J=jörð, A=annad

Borkrónur			Borun dagsins			Alls i dagslok			Athugasemdir
Gerð	Stærð	Númer	m	klst.	m/k	m	klst	m/k	
Demant.stepl.	NQ	535514	13	11 ⁰⁰	1,18	11,8	12 ⁰⁰	1,08	
Rýmisel.	NQ	E 747							

Föðrun				Sement	pk	Mótt.	Notað	Eftir	Athugasemdir
Stærð	Frá	Til	m	pk	Sem.				
					Gel.				

Aðkeypt aðstoð, efni, flutningar (Hvað?)	Seljandi (Hver?)	kr
5-21	bráinn Jónsson	
Bordæla 12 klst.	OS. JBR.	
Dæla 24 12 klst.	OS. JBR.	
2" Plast 900 m	OS. JBR.	

Athugasemdir	Greiddist starfsmönnum	D	E	N	Alls
	Tryggvi Sigurðsson	-	-	14,8	14,8
	Gylfi Jónasson	-	-	14,8	14,8
	Hreinn Sigurgeirsson	-	-	15,8	15,8
Dags. 80.08.24 Undirskrift borstjóra					
Hreinn Sigurgeirsson					

3 Úrvinnsla og túlkun

3.1 Kjarnaflutningur

Storkuberg er stökkt efni þrátt fyrir hörkuna og ber að umgangast það með hliðsjón af því. Eftir að hafa skrölt inn í borstöngunum í borun, verið hífður upp, losaður úr kjarnarörinu og raðað í kassa er kjarninn venjulega farinn að láta nokkuð á sjá. Setberg (millilög) er yfirleitt mjög heillegt á meðan það fær að hvíla á sínum stað í náttúrunni. Það er hins vegar mun veikara efni en storkubergið og lætur því oft bugast ef það kemst undir manna hendur.

Aðgát skal höfð í nærveru kjarna. Ónærgætni bormanna og annarra sem við kjarna fást frá því að hann er slitinn frá móður sinni, þar til hann er kominn í verndað umhverfi á borði jarðfræðingsins, getur hæglega valdið líkamlegu niðurbroti kjarnans og andlegu hruni jarðfræðings sem lítur hann augum.

Hopp og hí og hamangangur samfara kjarnaflutningi má aldrei eiga sér stað. Dúnmjúkur líkbíll væri best til þess fallinn að flytja kjarnakassa frá bor að vinnubúðum. Þó slíkir bílar séu ekki á lausu ber ætíð að líkja eftir ökulagi þeirra við jarðarfarir meðan kjarninn er innanborðs.

3.2 Kjarnagreining

Greining kjarnans eða loggun er jarðfræðileg lýsing hans og varðar þá miklu að kjarninn sé óskaddaður og sem líkastur því sem bergið var á meðan krónan var að skera það. Ekki er nóg að hena einhverri mylsnu í jarðfræðinginn og segja "greindu nú helvítið þitt". Jarðfræðingurinn reynir að lýsa kjarnanum á þann hátt að lesandinn (venjulega annar jarðfræðingur) sjái hann fyrir sér. Á mynd 4 er fullgert loggunareyðublað, sem reyndar heitir borholusnið á góðra manna máli. Byrjað er á því að mæla lengd kjarnans og finna hugsanlegt kjarnatap. Þar sem kjarni tapast verður að byggja á upplýsingum úr borholuskýrslum til að spinna í eyðurnar. Þær þurfa því að vera vel gerðar. Síðan er kjarnanum skipt niður í jarðlög, t.d. hraunlög og setlög, og þeim lýst eins og kostur er. Er þá tínt til

MIND 3. BORSKÝRSLA. Væðingarsupplýsingar skrást í öðu athugasemdarðlika.

allt sem vert þykir að vita um lögin og lesa má út úr kjarnanum. Að endingu er borholusniðið hreinteiknað og dregið saman á teiknistofu til birtingar, mynd 5.

Hraunlög úr flestum borholum eru segulmæld til að finna hvort segulstefnan í þeim sé "rétt" eða "öfug". Sú vitneskja getur reynst gagnleg til að finna aldur laganna og til að bera saman jarðlög í holum á sama svæði. Mælingin byggir á því að kjarninn snúi rétt í kössunum. Ef kjarnabútar eru settir öfugir í kassa þá verður mælingin annað hvort marklaus eða röng og þá villandi.

3.3 Jarðlagasnið

Nú förum við að nálgast kjarna málsins. Til hvers er verið að gata fósturjörðina á svo ósmekkleган hátt? Jú, svo sem bormenn Íslands eru til jarðfræðinganna vegna þá eru borkjarna jarðfræðingarnir til orónir vegna jarðlagasniðanna.

Hola er hvorki borið að ástæðulausu né til loftræstingar í neðra. Einhverra hluta vegna, t.d. vegna jarðgangagerðar, þurfum við að vita hvernig jörðin undir fótum okkar er byggð upp. Við vitum af gamalli reynslu að jarðskorpan á Íslandi er gerð úr þunnum lögum sem liggja samsíða hvert ofan á öðru. Lögin eru oft ansi víóáttumikil og má rekja þau svo kílómetrum skiptir í fjallahlíðum (efagjörnum er bent á að renna sjónum til Akrafjalls og Skarósheiðar). Ein borhola sýnir okkur jarðlagastafinn á tamkórkuðu svæði. Með því að bora fleiri holur með hæfilegu millibili og bera saman jarðlögin í þeim er hægt að sjá hversu langt hvert lag nær, hvernig lögunum hallar, hvort lögin liggja reglulega hvert ofan á öðru eins og pönnukökustafli á diskum eða hvort mikil óregla er í uppbyggingunni. Út frá þessum upplýsingum má síðan teikna upp þverskurð jarðlaganna á svæðinu, svo djúpt niður sem holurnar ná. Slíkur þverskurður kallast jarðlagasnið eða bara snið. Dæmi um slíkt snið er á mynd 6 en þar er teiknað þversnið af vesturhluta Sandafells sem nær niður á 150 m dýpi. Á slíkum jarðlagasniðum fær hver berggerð sitt ákveðna tákni eða lit svo auðvelt sé að átta sig á myndinni. Þegar sniðið er fullgert er það til margra hluta brúkan-

-25-
MYND 4

VIRKJUNARSTAÐUR : Sultartangavirkjun

BORHOLUSNIÐ
Staður Sandafell
Borhola nr. SF-24
Blað 9 af 9

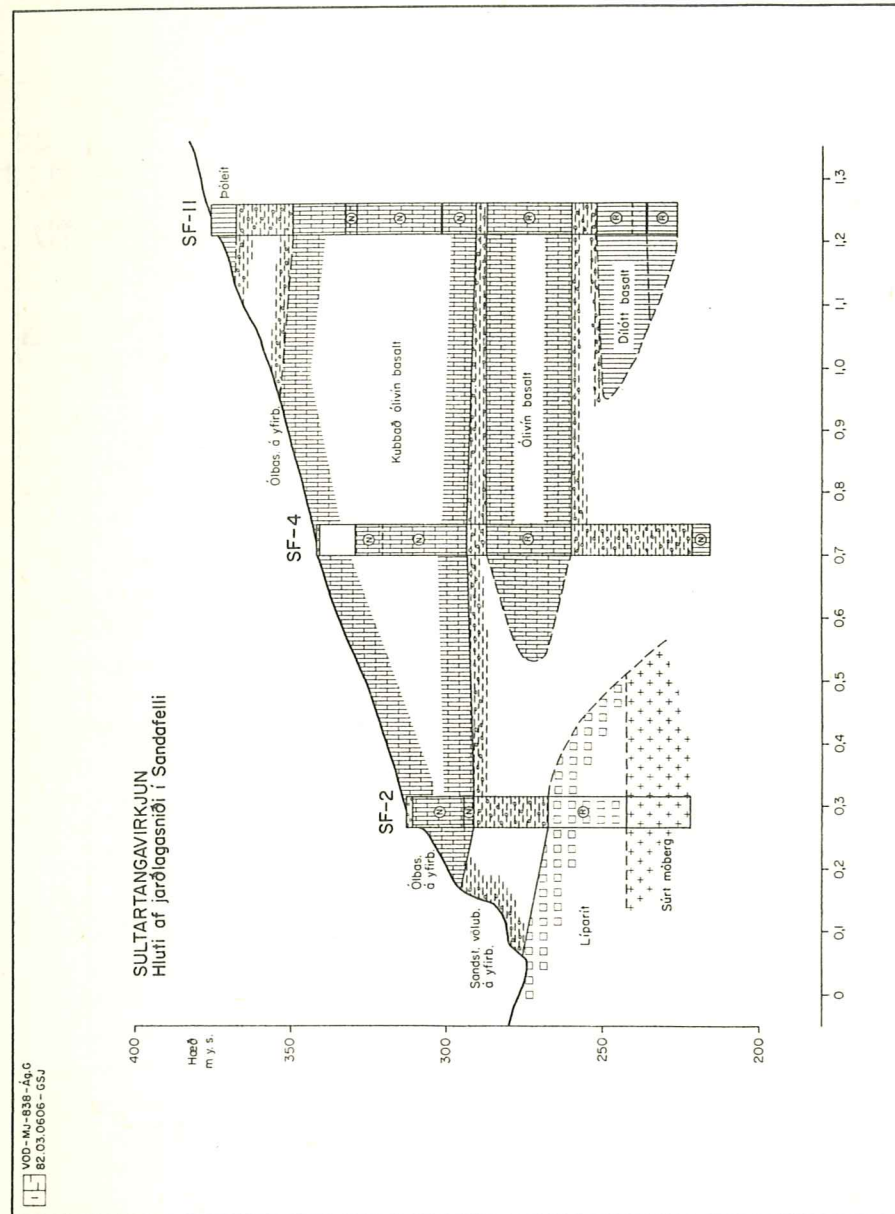
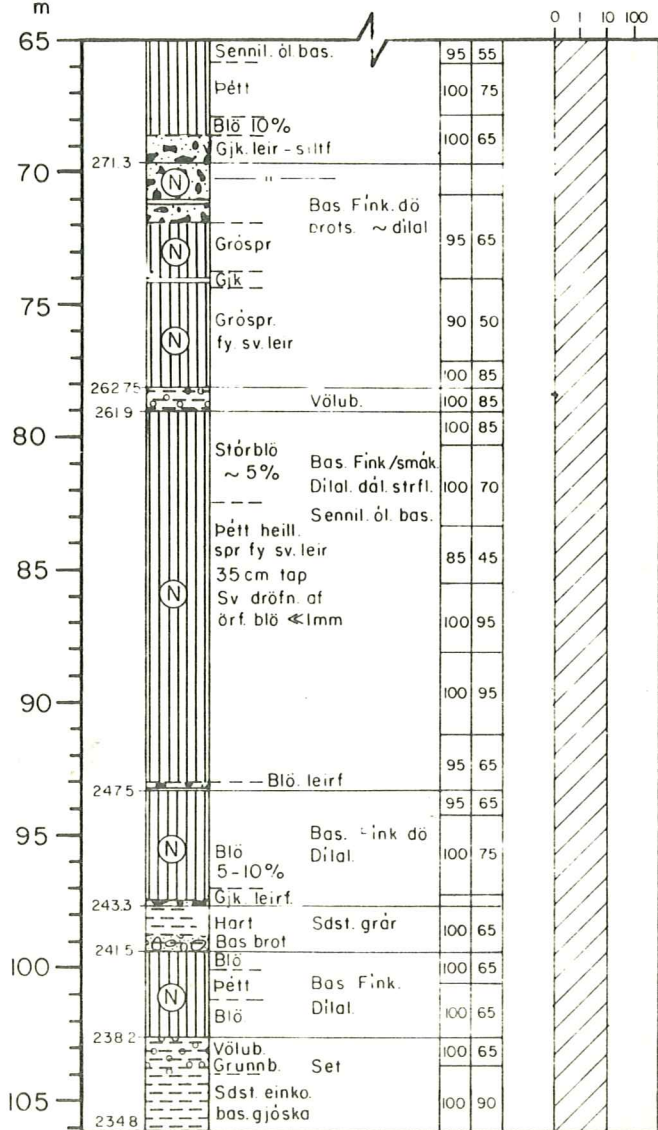
Dagsetning 17. nóv. 1981
Gætt af BB
Hnit: X _____ Y _____

Dýpi m	Kjarni %	RQD %	Greining og lýsing efnis	Tákn	Greining/ Classification	Lekt Lu.			
						0	1	10	100
97			Dáltila um finar gróvar sprungur blö. zleir		blö.				
98	100	65	Kargak. neðst og leirf. lögsk. silt eisu 10cm. hært vel samliamt Sandsteinn meðalgrófur dökugrær		hargak. neðst og leirf. Sandst. meðalgrófur vel. saml. dökugrær				
99			könnuð basaltbröt í sandinum		könnuð bas. br. í sandst.				
100			blöðvott flestev blö. eðmar þétt Basalt fink. diltalaust semil. póleirf		blö. fl. eðmar þétt Basalt fink. diltal.				
101				(N)					
102	100	65	blöðvott sprungið og leirlytt		blö.				
103			völub. grétt þétt smátt völvur úr bas. < 1/2 cm. efkar efvar allt að 10cm. sand grunnur grunnborið myndar Setlag		völub. grunnb. af sandi bas. völv. yfirl. < 1/2 cm.				
104									
105	100	90	sandsteinn, dökugrær, finn einhornaz og einsteitur, semil. bas. gjóskaz		sandst. Finn, eink. semil. bas. gjóskaz ds.				
106			selid er allt heillast, hárt og vel samliamt, völvur M-spr. annars nær ísprungid		hárt og heilt				
			Boðn						

HÆÐ Elevation	GREINING CLASSIFICATION	Kjarni/core%	RQD	JVB GWT	LEKT PERME- ABILITY LU
------------------	----------------------------	--------------	-----	------------	---------------------------------

Dýpi
Depth
m

SF-24 frh.



VÖB-Mú=888-ÁgG
82.03.0606-65J

STADUR Sandafell HOLA SF-24 BURKRONA DAGS 16.11.81
 Location Sandafell Borehole SF-24 Drill site BURKRONA Date 16.11.81
 SPRUNGUGREINING Hrollur 1.5 TIL 106.1 M
 BOR Location Hrollur Depth interval 1.5 to 106.1 m
 Drilling Hrollur Depth interval 1.5 to 106.1 m
 STEFNA HOLA HLÁ: N: 11 AF: 11 GREINT AF: BB
 Orientation of borehole Sheet no. of Logged by

Depn. m	Capin	Sprungu	Frásög	Fylling	Gerð	Teg. fylg	Stofna	Sprungulýsing	Sprungu	Klamm.	RQD	Lekt	Hæð	Stöð	Lýsing	Prófanir á sýnum	RQD	Jr	Jr	Jr	0
		Class	Class	Class	Class	Class	Class	Description of joints	Joints per meter	Core	%	Lu	Elevation	Column	Classification	Testing, samples and notes	beta	beta	beta	beta	
100	4	3	2	3	2	1					20				Basalt						
101	5	2	3	3	3	1									Fin. dilaust sennil.	verva mat	37/15	25/2	066/1	2	
	6	2	2	2	2	1		1mm. 1mm.		100	45				Þétt	betra mat	37/12	25/1	066/1	5.3	
102	6	1	2	2	2	1		8 M spr. Þar af 6 í selúnu							Þétt						
	4	0	3	2	2	1									Þétt						
103											95	8.0	238.2		Sæt	verva mat	91/9	2/3	066/1	4.6	
104	7	1	1	1	1	1		5 M spr.			90				Sandst. Þéttgrár fínn einkorna sennil. bas. gjóskka hart vel saml. ódal. M-spr.	betra mat	91/6	25/2	066/1	12.5	
105																					
106	3	2	3	1	1	1							234.8								

legt. Það getur t.d. sagt okkur hvaða jarðlög ákveðin jarðgöng muni ganga í gegnum, nú eða við veljum göngum heppilegustu leið svo þau liggja sem mest í góðu bergi.

Auk þess að sýna okkur hvernig jarðlög liggja þá veita boranir okkur nauðsynlegar upplýsingar um ýmsa aðra eiginleika jarðlagastafans s.s. lekt jarðlaga, dýpi á grunnvatnsborð, hörku laga og annað líkamlegt ástand.

3.4 Berggæðamat

Hvað er gott berg og hvað er vont? Það mat fer víst eftir því til hvers á að nota bergið. Í þessum kafla eru gæði bergs metin eftir því hversu vel það hentar til jarðgangnagerðar.

Árið 1980 var byrjað að gefa bergi einkunnir í tölum í þessum tilgangi. Út frá tölunum er síðan metið hve mikið þurfi að styrkja jarðgöng sem liggja um bergið. Kjarnanum er lýst mjög nákvæmlega á berggæðamatseyðublöðum (fallett orð finnst ykkur ekki?). Á mynd 7 er slíkt eyðublað fullunnið. Hverri einustu sprungu í kjarnanum er lýst sérstaklega, getið um stefnu hennar og halla, hrjúfleika og gerð og þykkt sprungufyllingar ef einhver er. Að lokum fær svo hvert jarðlag sína einkunn, eina eða fleiri eftir ástæðum.

Almennt er berg talið betra til jarðgangagerðar því minna sem það er sprungið. Nú háttar svo til í jörðinni að öll lög eru meira eða minna sprungin. Sprungurnar eru oft æði gamlar og þá samgrónar og þurfa því ekki að rýra gæði bergsins að mun. Það sem við viljum fá að vita er hvernig ástand laganna er niðri í jörðinni. Við borun og síðari meðferð kjarnans er mikil hætta á að gamlar og nýjar sprungur opnast og ef bergið er veikt þá myndast nýjar í heilu bergi. Kjarni sem hefur orðið fyrir miklu hnjaski getur því gefið alranga mynd af ástandi laganna. Ef atkunin er að gefa kjarna einkunnir á ofangreindan hátt er því mjög mikilvægt að á honum sé tekið með silkihönskum.

BORMANNANÁMSKEIÐ
1 APRÍL 1982

LEKTARPRÓFANIR

JÓN INGIMARSSON
SNORRI ZOPHÓNÍASSON

EFNISYFIRLIT

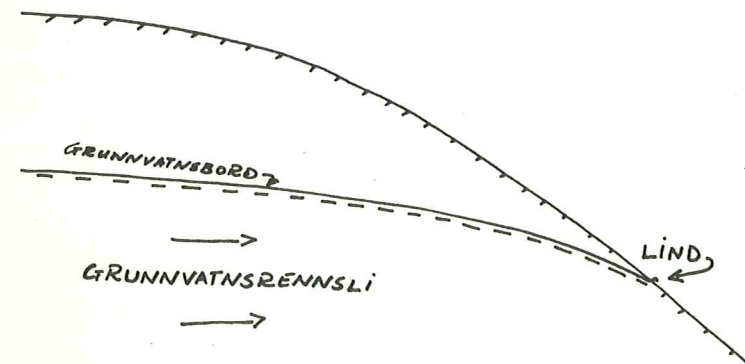
	Bls.
1 INNGANGUR	1
2 TILGANGUR LEKTARPRÓFANA	3
3 AÐFERÐIR VIÐ LEKTARPRÓFANIR	3
4 BORMANNAÞÁTTUR	11
5 PAKKARAPRÓFUN	12
5.1 Rennsli	12
5.2 Þrýstingur	13
5.3 Ástæðan fyrir því að gerður var núr pökkunarútbúnaður	14
5.4 Wireline pakkarar S.Z.	15
5.5 Mæling og skráning á niðurstöðum	27

LEKTARPRÓFANIR

1. Inngangur

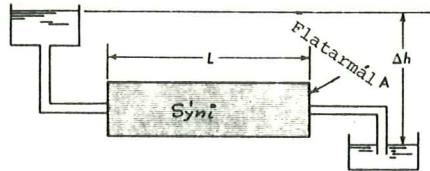
Í þessum hluta verður reynt að skýra frá þeim þætti borverksins, sem gjarnan fer fram þegar hugur bormanna er við næstu holu eða í lok úthalds og allt á tampi. Reynt verður að svara spurningum eins og til hvers er allt þetta sull?, af hverju eru þeir svona lengi? skyldi eitthvað koma úr úr þessu? eða er þetta ekki tómur leikarskapur?

Hvað er lekt ("permeability")? Lekt segir til um hæfni efnis til að leiða (flytja) vökva (t.d. vatn eða olíu). Lektin er mæld með sömu mæliseiningu og hraði, þ.e. metrar á sekúntu (m/s), í pakkaraprófunum er einnig oft talað um Lu-gildi. Lektina má bera saman við ýmsa aðra eðlisfræðilega eiginleika til dæmis rafleiðni. Í öllum lausum jarðefnum og berglögum eru samtengd göt. Holrýmd ("porosity") efnisins segir til um hversu mikill hluti rúmmálsins er samtengd göt. Vatnið getur fluttst eftir þessum samtengdu götum um jarðlögin. Til þess að rennsli í jarðlögum eigi sér stað þarf þrýstingurinn að vera mismunandi, eða þar sem venjulega er sagt: vatnið rennur um jarðlögin frá meiri grunnvatnshæð (jarðvatnshæð) til minni (sjá mynd 1).



MYND 1 Grunnvatnsrennsli.

Hvernig mælum við lekt? Aðferðum til að mæla lekt má skipta í tvo flokka. Annars vegar mælingar á tilraunastofum og hins vegar mælingar úti í guðsgrænni náttúrunni (venjulega svartir sandar). Við mælingar á tilraunastofum er notað sýni t.d. kjarnabútur og það sett inn í rörbút og vatni þrýst í gegn. Hversu mikið vatn rennur gegnum sýnið á tiltekinni tímaeiningu er mælikvarði á lektina.



MYND 2 Lektarmæling á tilraunastofu.

Lektin er fundin með jöfnunni:

$$K = \frac{Q \cdot L}{\Delta h \cdot A}$$

Við mælingar á lekt úti í náttúrunni eru notaðar margvíslegar aðferðir. Í fysta lagi má nefna lónagerð (sbr. Langöldulónið). Í öðru lagi má nefna dæluprófanir og í þriðja lagi pakkarprófanir. Ég mun reyna að lýsa helstu atriðum dæluprófana og pakkarprófana síðar í þessu tali.

Hvað er mikil eða lítil lekt? Erfitt er að svara þessari spurningu á einhlítan hátt, því það sem telst lítil lekt t.d. í mól væri aftur á móti flokkað sem mikil lekt í silt- eða leirlögum. Í töflu 1 er reynt að gera grein fyrir lekt í mismunandi jarðefnum.

Tafla 1

Lekt (cm/s) í mismunandi jarðefnum.

	100	0,1	0,0001	0,0000001			
Lektarstuðull	10 ²	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻⁴	10 ⁻⁷	K (cm/s)
Lekt er:*	mjög mikil-mikil		nokkur-lítil		óveruleg - nánast engin		
Jarðefni:	Hrein mólhraunkargi	Hreinn sandur og blanda af sandi og mól Nútímahraun	Fínn og mjög fínn sandur, silt og leir	Tertiermyndanir	Óveðraður leir		

*Gæðamat er miðað við íslenskar aðstæður þar sem lekt er yfirleitt meiri en erlendis.

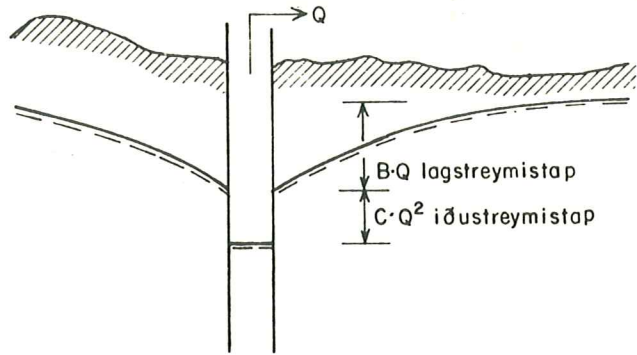
2. Tilgangur lektarprófana

Til hvers mælum við lekt? Er það einungis af fræðilegum áhuga eða hefur það einhvern hagnýtan tilgang? Það hefur vissulega fræðilegt gildi að mæla lekt jarðlaga en hinn hagnýti tilgangur er langtum gildari þáttur. Til hvers notum við þá þessa lekt? Hún er notuð til þess að meta afköst t.d. neysluvatnshola og jarðhitahola. Hún er notuð til að meta rennsli um jarðlög t.d. leka undir stíflur (Sultartangastífla, Eyjabakkastífla), leka inn í eða úr úr skurðum og leka inn og út úr jarðgöngum (Fljótsdalsvirkjun). Hana má einnig nota til að meta áhrif þéttiaðgerða t.d. vegna þéttingar (grautunar) undir stíflur (Sultartangastífla). Loks til að meta gæði lausra jarðefna t.d. í stíflugarða.

3 Aðferðir við lektarprófanir

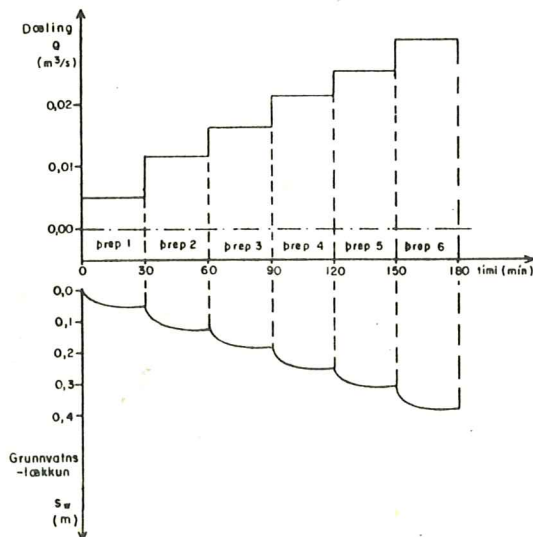
Hér á eftir verður í stuttu máli lýst aðferðum við lektarprófanir í borholum.

Prepadæluprófanir. Tilgangur þeirra er að meta lektina í næsta umhverfi holunnar og til að mæla mótstöðu (iðjustreymistap eða holutap) geng rennsli inn í holuna, sjá mynd 3.

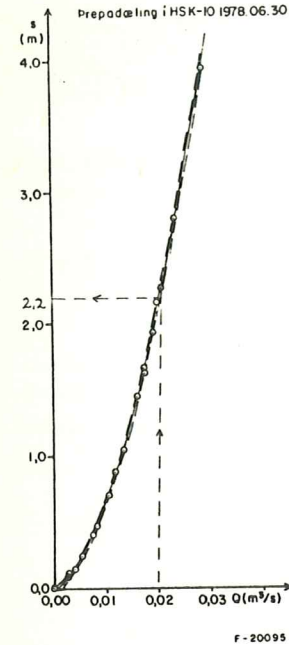


MYND 3 Þrepadæling, lag- og iðjustreymistap.

Þrepadæluþrófun fer þannig fram að dælt er vatni úr eða í holuna í nokkrum þrepum. Rennsli úr holunni (eða í hana) er mælt ásamt hæð vatnsborðsins í holunni. Hvert þrep varir í ákveðinn tíma, gjarnan 15-60 mínútur. Dælingin er jöfn innan þrepsins.



MYND 4 Þrepadæling - skýringarmynd.



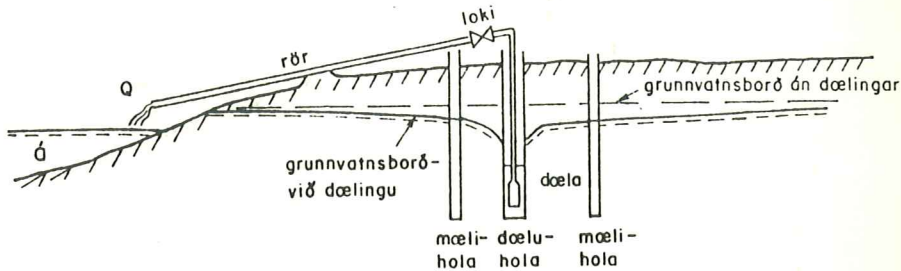
MYND 5 Þrepadæling

Af myndinni má lesa hver vatnsborðshækkunin verður í holunni við ákveðna dælingu. Til dæmis á myndinni hér að framan sjáum við að vatnsborðshækkunin við 20 lítra dælingu á sekúntu verður um 2,2 m. Við notum því þrepadælinguna við val á dælum í holur og til að spá fyrir um vatnsborðshækkunina í holunum við ákveðið rennsli.

Langtímadæluþrófanir. Tilgangur þeirra er að meta lekt í þeim jarðlögum sem holan sker.

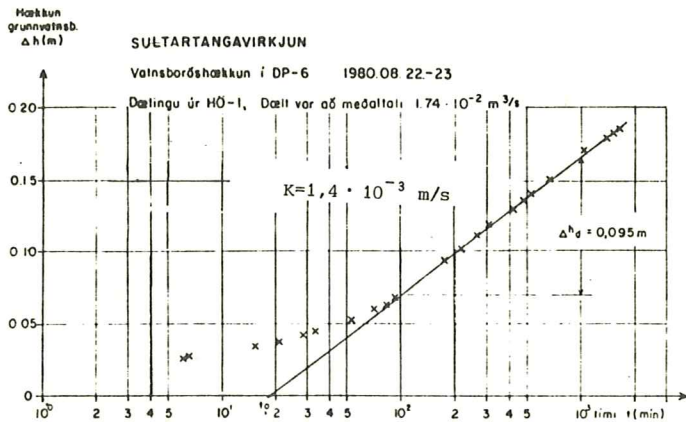
Við langtímadæluþrófanir er vatni dælt upp úr svokallaðri dæluholu, (eða niður í hana) sama rennsli í langan tíma. Samtímis er vatnsborð mælt í svokölluðum mæliholum umhverfis dæluholuna, sjá mynd 6.

Úrvinnsla úr þrepadæluþrófun fer þannig fram að lækkun grunnvatnsborðsins í holunni við hvert rennslisþrep er teiknað inn á línurit. Í gegnum punktana er dregin ferill.



MYND 6 Langtímadæling - skýringarmynd.

Við úrvinnslu langtímadæluþrófana er vatnsborðshækkunin í mæliholunum á hverjum tíma teiknuð inn á línurit. Í gegnum punktana er dregin bein lína (sjá mynd 7) og út frá henni er lektin metin.



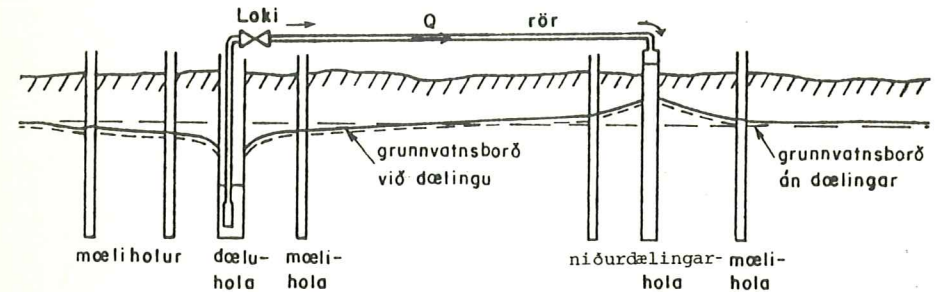
MYND 7 Úrvinnsla langtímadæluþrófana.

Eins og sjá má af línuritinu falla mælipunktarnir tiltölulega vel að línunni eftir að 100 mínútur eru liðnar frá því að dæling hófst, þá er vatnsborðslækkunin um 0,07 m (sjö centimetrar) 1000 mínútum eftir að dælingin hófst er vatnsborðshækkunin um 0,165 m. Vatnsborðið hefur því lækkað um 9,5 centimetra á 15 klukkutímum. Línuritið sýnir okkur að langtímadæluþrófun er mikið þolinmæðisverk, því að breytingin sem yrði frá 1000. mínútu til þeirrar 10.000., eða á tæplega viku yrði líka um 9,5 centimetrar. Þetta nátturrölt mitt sem þeir þekkja sem hafa

verið samtímis mér í Sandafelli er því ekki tómur leikaraskapur. Af línuritinu hér að ofan má sjá að lektin var metin $1,4 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ við þá prófun, eða svipað og fyrir blöndu af mól og sandi.

Tvípólprófanir. Tilgangur þeirra er að meta lekt í þeim jarðlögum sem holurnar skera.

Við tvípólprófanir er vatni dælt upp úr einni holu og niður í aðra. Samtímis er vatnsborð mælt í mæliholum umhverfis holurnar, sjá mynd 8. Dælingin stendur yfir þar til grunnvatnsborðið hefur náð nýrri jafnvægisstöðu, (grunnvatnshæðin í mæliholunum er hætt að breytast).



MYND 8 Tvípólprófun - skýringarmynd.

Við úrvinnslu tvípólprófunar er mismunur á grunnvatnshæðinni fyrir og í lok tvípólprófunarinnar og rennslið sett inn í jöfnu og lektin reiknuð. Tvípólaðferðin á einkum við þegar jarðlög eru mjög lek (lektin meiri en 0,1 cm/s).

Rennslisprófanir. Tilgangur þeirra er að fá gróft mat á lektinni í næsta umhverfi holunnar.

Rennslisprófanir fara þannig fram.

1. Dýpi á vatn í holunni er mælt (h).
2. Vatni er dælt í holuna og hún fyllt.
3. Mælt er hversu miklu vatni þarf að dæla í holuna, þannig að hún sé full.

Við úrvinnslu rennslisprófana er að jafnaði ekki tekið tillit til þrýstifalls í holunni, þ.e. mótstöðu holuveggisins gegn rennsli. Við úrvinnsluna er unnt að nota margar aðferðir. Sú einfaldasta er:

$$k = \frac{1.22 \cdot Q}{L \cdot \Delta h}$$

þar sem, Q er rennslið (m³/s)

L er dýpt holunnar

$$\Delta h = h + \frac{h^2}{2 \cdot L}$$

Athugið þessa jöfnu má aðeins nota við mjög gróft mat á lekt, því skekkjan getur orðið um 50%.

Pakkarprófanir. Tilgangur þeirra er að meta lektina í næsta umhverfi holunnar. Pakkarprófanir fara þannig fram:

1. Dýpi á vatn í holunni er mælt
2. Pakkarinn er settur niður á það dýpi sem ætlunin er að prófa.
3. Pakkarinn er blásinn út.
4. Vatni er dælt í gegnum pakkaran í þrepum (sambærilegt við þrepadæluþrófanir) og þrýstingur og rennsli mælt í hverju þrepi.

Um framkvæmd sjá nánar síðar.

Á næstu síðu er eyðublað fyrir pakkaprófun. Mikilvægt er að það sé vandlega fyllt út og má þar sérstaklega benda á "Dýpi á jarðvatni", sbr. 1, "Gerð borstanga", "Gerð vatnstopp", "Fjöldi borstanga", "Botntappi /rör", "Borhola nr.", "Dýpi til", "Dýpi frá". Með dýpi til er að jafnaði átt við holubotn, en ef um tvöfaldan pakkara er að ræða, þá er átt við dýpt neðri pakkars "Dýpi frá" er dýpt pakkars, efri pakkars ef um tvöfaldan pakkara er að ræða. Á eyðublaðinu er sýnd úrvinnsla úr pakkaprófun. Til frekari skýringar, þá er "Po" meðaltal þrýstings í upphafi og við lok prófunar. "h", er dýpi á vatn, ef vatn er í holunni eða niður á mitt prófbil af ekki er vatn í holunni. Þrýstifall í tappa, stöngum og vatnstopp er lesið af línuritum miðað við mælt rennsli. "Pt" er þrýstingur (Po + h₁)

ORKUSTOFNUN RAFORKUDEILD		Virkiun <i>Kerislaugvita</i>		Gerð borstanga <i>BQ</i>		Borhola nr. <i>KV-8</i>						
Dýpi	til m frá m	Dagsetning <i>1981 08 26</i>	Gerð vatnstopp <i>BOYLE'S</i>	Blað <i>I</i>	af <i>3</i>	Prófað <i>PHH</i>	Reiknað					
Prófunarbil m	lok byrjun	Prófun hófst kl. <i>~ 11 m</i>	Fjöldi borstanga <i>10</i>	Botntappi/rör <i>BQ</i>	<i>Þkr. SZ-I</i>							
Vatnsmagn l	124	146	196	210	264	100	166	61	314	300		
Prófun stöð i min.	2	2	1 ⁴⁵	2	1	1	2	1	2	1 ³⁰		
l/min.	62	73	98	120	132	100	83	61	157	200		
l/min/m	4.4	5.2	7.0	8.5	9.4	7.1	5.9	4.3	11.1	14.2		
þrýstifall i												
Heildarþrýstifall												
kq/cm ²	1	2	3	4	4	3	2	1	5	6		
P ₀	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1		
h ₁												
P ₀ + h ₁	2	3	4	5	5	4	3	2	6	7		
Q (cm ³ /sek)												
A. H.S. 4.2m												

4) For að vatna uppur holunni um 1/2 pröfun m 3 þegum haka örlikt uppur holunni miðan o pröfun er 4/5 þess þrýstingur ker tannstaf af góðum akv. st pröfun holunni þess þá varð aðeins talið o pröfun miðan vatni var sofnað. Byrjað er ni m 4/5 l m og lok þá ekkert úr holunni. 23.08.81. 20m. 1981.

18-19.8.1981

Dr. J. J. Mel.

að frádregnu heildarþrýstifalli. "LU" er lekt jarðlagsins mælt í LU-gildum. Það er reiknað með því að deila þrýstingnum niðri í holunni, "P_t", í rennslið, "l/mín/m".

Mesta óvissan við pakkaraprófanir er ákvörðun á þrýstingi niðri í holunni "P_t". Með tilkomu nýrrar gerðar pakka sem Snorri Zóphóníason hefur hannað og látið smíða er unnt að hafa þrýstimæli niðri í pakkanum og þarf þá einungis að taka tillit til þrýstifalls í tappa. Reynsla frá Teigsbjargi s.l. sumar sýnir ótvírátt að þessi breyting veldur byltingu við túlkun pakkaraprófana.

Hvar á hver aðferðin við? Í töflu 2 er reynt að gefa yfirlit um hvaða aðferð á við í hverju tilliti.

TAFLA 2

Yfirlit yfir aðferðir við mælingar á lekt.

Tilgangur prófunar	Áætluð* lekt.	Prepaðlu- prófanir	Langtíma- dæluþróf- anir	Tvípól- prófun	Rennslis- mælingar	Pakka- prófanir Venjul. SZ
Nákvæmt mál á lekt	mjög mikil ekki mikil		(x) x	x (x)		
Mat á lekt í næsta umhverfi dæluholu	mikil nokkur lítil	x x	x		(x)	x x
Mat á afköstum holu	mikil ekki mikil	x	x			(x)
Val á dælu í holu og staðsetning		x				

*Sjá töflu 1.

4 Bormannapáttur.

Hvað geta bormenn fundið við borun, sem kemur að gangi við mat á lekt? Við borun fást margvíslegar upplýsingar sem geta komið að gagni. Þar má í fysta lagi nefna á hvaða dýpi komið er í grunnvatn og hvernig það gerist, rýkur t.d. vatnsborðið upp?

Í öðru lagi væri æskilegt að vatnsborðið væri mælt á hverjum morgni. Nauðsynlegt er að miða vatnsborðsmælingar við fastan punkt sem ekki verður hreyfður við lok borunar, t.d. fóðurrör og mæla alltaf frá sama punkti. Á borskýslu þarf að vera skýringarmynd sem sýnir þennan punkt.

Í þriðja lagi þarf að mæla á einhvern hátt hversu mikið skoltap er við borun, einkum að geta um breytingar og á hvaða dýpi þær verða.

Í fjórða lagi þarf að fylgjast vel með borhraða þegar ekki er tekinn kjarni. Jafnframt þarf að fylgjast vel með borsvarfi. Þetta er t.d. mikilvægt við að staðsetja og ákvarða þykkt karga og annarra milli-laga.

Í fimmta lagi má benda á borskýrslu. Vandlega útfyllt borskýsla er mikil hjálp við alla túlkun á mæliniðurstöðum.

Hvaða tæki þurfa að vera í borunum vegna lektarmælinga? Í borunum þurfa að vera grunnvatnshæðarmælur vel kvarðarðir og í góðu lagi. Einnig þurfa að vera rennslismælur til að meta skoltap. Vegna pakkaraprófana þurfa að vera góðar vatnsdælur sem geta dælt allt að 3 l/sek. við 10 bara þrýsting.

Hvert er hlutverk bormanna við lektarmælingarnar? Bormenn þurfa að sjálfsögðu að sjá um alla vinnu þar sem borinn er notaður, s.s. niðursetningu á pakka o.fl. Þegar dælubúnaður boranna er notaður þurfa bormenn að sjá um hann. Jafnframt þurfa bormenn að aðstoða við tengingar, þökkun og fleira.

5 Pakkaraprófun

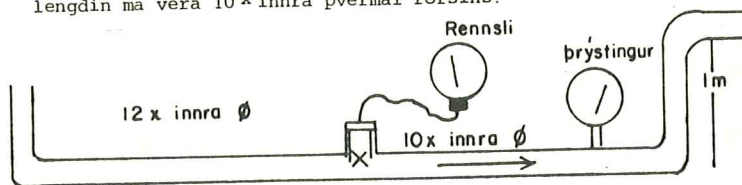
Inngangur

Pakkari er áhald til að stöðva lóðrétt vatnsrennsli í holu og afmarka þannig prófunarbil. Í flestum ef ekki öllum útgáfum er pakkari gúmmíblaðra með röri í gegn fyrir mælivatn. Borstangirnir eru notaðar sem leiðsla fyrir mælivatn ofan frá yfirborði og pakkarinn er í enda neóstu stangar. Bilið milli botns holunnar og pakkarans er því prófunarbilið. Við mælingu þarf að fylgjast með þrýstingi í prófunarbili og vatnsrennsli út úr því.

5.1 Rennsli

Uppsetning mæla

Vatnsrennslið er auðvelt að mæla. Það er gert með rennslismæli sem er settur á leiðsluna uppi á yfirborði. Við uppsetningu rennslismæla þarf að fara nákvæmlega eftir fyrirmælum framleiðanda þeirra. Algild regla fyrir alla rennslismæla er sú, að þvermálbeins aðfærslurörs skal vera hið sama og inntak mælisins og lengd þess a.m.k. 12x innra þvermál. Um frárennslisrör mælisins gildir hið sama nema lengdin má vera 10x innra þvermál rörsins.



MYND 9

Til þess að vatnið nýti þvermál mælisins er nauðsynlegt að það sé lítilsháttar mótstaða í frárennslisleiðslunni. Ef vatnst þpurinn er neðan við mælinn er nauðsynlegt að hafa um 1 m kryppu á slöngunni upp fyrir mælinn.

Rennslismælar

Rennslismælar þeir sem hingað til hafa verið notaðir þola illa óhreinindi og vélatitring og geta þess vegna ekki verið að staðaldri í vatnslögn borsins ef þeir eiga að vera nothæfir í lektarmælingu. Þess vegna þarf að skrúfa þá við og taka þá frá við hverja mælingu. Hentugt væri að borarnir hefðu samræmda vatnslögn þar sem aðgengi-legt og fljótlegt væri að tengja mæli.

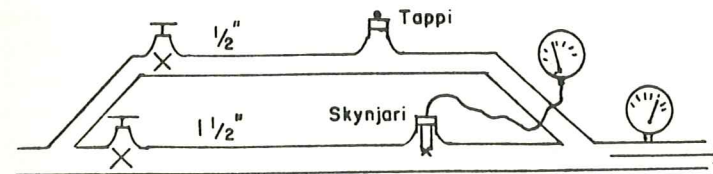
Signet rennslismælar

Síðastliðið sumar voru keyptir tveir rennslismælar af Signet gerð. Þeir mælar eru frábrugðnir þeim sem áður hafa verið notaðir. Inn í vatnslögnina er sett té-stykki fyrir mælinn. Að- og frárennslis-reglur eru hinar sömu og áður. Rennslisskynjaranum er smeltt í té-stykkið og úr honum liggur rafmagnsleiðsla í lausan mæli. Sá mælir getur verið í borskýlinu eða hvar sem er.

Signet rennslisskynjarinn þolir u.þ.b. 10% óhreinindi og ætti að geta verið að staðaldri í lögninni. Mjög auðvelt er að fjarlægja hann, honum er smeltt úr rörinu og tappi settur í staðinn. Þrýstingsþol er 18 kg/cm.

Næmi:	1/2" leiðsla	2 l/mín. minnst	75 l/mín. mest
	1"	- 5 l/mín. -	200 l/mín. -
	1 1/2"	- 14 l/mín. -	480 l/mín. -

Af þessu sést að nauðsynlegt er að hafa tvær leiðslur um að velja þar sem mæla þarf bæði mjög mikinn og mjög lítinn leka. Uppsetningin væri þá eins og sést á mynd 10.



MYND 10

5.2 Þrýstingur

Almennt

Þrýstingur í prófunarbili er rökréttast að mæla með þrýstiskynjara inni í sjálfu prófunarbilinu, en vegna þess að ýmis vandkvæði eru á því að koma boðunum upp á yfirborð er þrýstingurinn yfirleitt mældur í leiðslunum uppi á yfirborði.

Prýstingsbreytingar

Nokkur atriði valda prýstingsbreytingu á leiðinni niður og þurfa þau að bætast við eða dragast frá mælisprýstingi.

- 1) Hæð niður að jarðvatnsborði í $m/10 = kg/cm^2$ verður að leggjast við álestur á mæli. Sé pakkað í þurri holu er hæðin mæld frá prýstimæli niður í mitt prófunarbil.
- 2) Í vatnstopnum (swivel) er þrenging sem veldur marktæku prýstingsfalli þegar rennslið er orðið 2-300 l/mín. Drýstifallið má finna í töflu í skýrslu OS „Mælingar á prýstifalli“ eftir Helga Gunnarsson og Björn Erlendsson. Smíðað hefur verið sérstakt vítt tengistykki milli toppslögnu og borstanga sem hægt er að nota þegar mikið lekur.
- 3) Wireline borstangir eru það víðar að ekki þarf að taka tillit til drýstifalls í þeim. Gömlu NX borstangirnar voru mun þrengri og hindruðu rennsli.
- 4) Pakkarar þeir sem lengst af hafa verið notaðir (sænsku pakkararnir) þenjast út á þann hátt að fremst á þeim er þrenging sem veldur drýstifalli sem verður til þess að hærri prýstingur er að baki gúmmíinu en í prófunarbilinu. Þetta drýstifall þarf að dragast frá þeim prýstingi sem mælist á yfirborði. Drýstifallið er háð rennslinu og stærð gatsins á tapanum neðst á pakkaranum. Drýstifallið má finna í töflum í skýrslunni „Mælingar á prýstifalli“.

5.3 Ástæðan fyrir því að gerður var nýr pökkunar-búnaður.

Við notkun sænskupakkaranna kom margsinnis fyrir að gatið sem valið var var of lítið og drýstifall samkvæmt drýstifallsferli var herra en sá prýstingur sem mælirinn uppi sýndi. Samkvæmt því var holan farin að soga til sín vatnið, en það getur ekki staðist. Ef leki var hins vegar lítill, var mismunaprýstingur í pakkara og prófunar-bili lítill eða enginn og pakkarinn missti vatn upp utan með sér

(púlseraði). Sænsku pakkararnir eru skrúfaðir neðan á stangirnar og mikil fyrirhöfn að koma þeim fyrir og helst ekki hið upp aftur til að skifta um tappa þótt valið hefði verið rangt gat. Vegna þess að lektarmælingar með þessum áhöldum voru erfiðar, tímafrekar og meira og minna vitlausar var reynt að smíða betri áhöld. Atriðin sem þurfti að endurbæta voru augljós.

- 1) Minnka þurfti drýstifall í pakkara sem allra mest.
- 2) Hann þurfti að geta farið niður innan í borstöngunum og stingast í gegnum opið á krónunni.
- 3) Jafnframt því að pakka holuna þurfti hann að þetta borstöngina neðst svo vatnið færi niður rörið í pakkaranum en ekki upp með borstöngunum.
- 4) Þenja yrði pakkarann út með aðferð þar sem búnaðurinn ylli ekki hindrun og drýstifalli í vatnsveginum.
- 5) Drýsting þurfti að vera hægt að mæla niðri við prófunarbil.

5.4 Wireline pakkara S.Z.

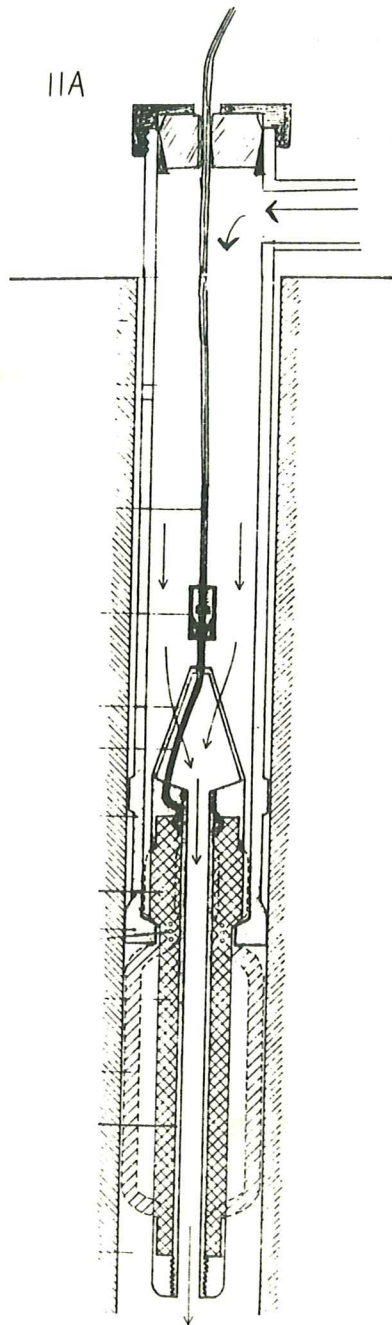
Pakkarinn

Op á NQ wireline kjarnakrónu er 47,6 mm í þvermál en holuvídd er 75,7 mm í þvermál eða helmingi stærri að ummáli er krónuopið. Í NQ wireline pakkara SZ er innra þvermál vatnsleiðslu 25 mm. Óverulegt drýstifall er í þeirri leiðslu við rennsli allt að 200 l/mín.

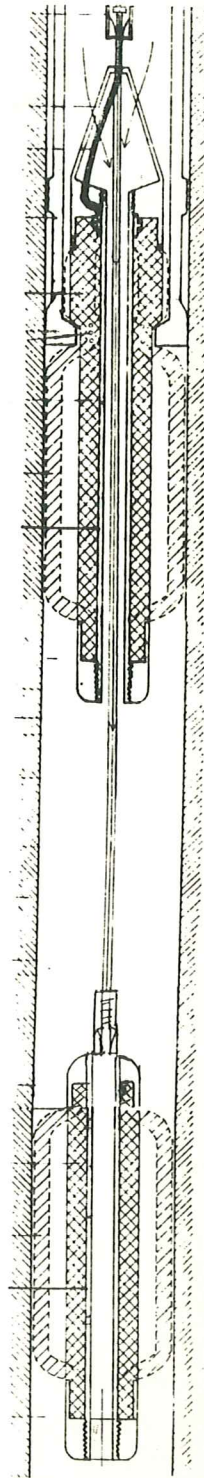
Op á BQ wireline kjarnakrónu er 36,5 mm í þvermál en þvermál vatnsleiðslu pakkarans er 16 mm. Pakkararnir stöðvast í krónuopinu á því að efri hluti gúmmísins er of víður til þess að komast í gegn. Sá hluti gúmmísins þéttir borstöngina, mynd 11 a.

Tvöfaldur pakkari

Tvöfaldur NQ wireline pakkari verður smíðaður á næstunni. Hann verður 46 mm í þvermál og mun hanga í háprýstislöngu neðan í hinum og hafa sér afhleypi. Stærð prófunarbilsins ræðst þá af lengd slöngunar en hún verður breytanleg, mynd 11 b.



IIB



Útpennsluaðferðir

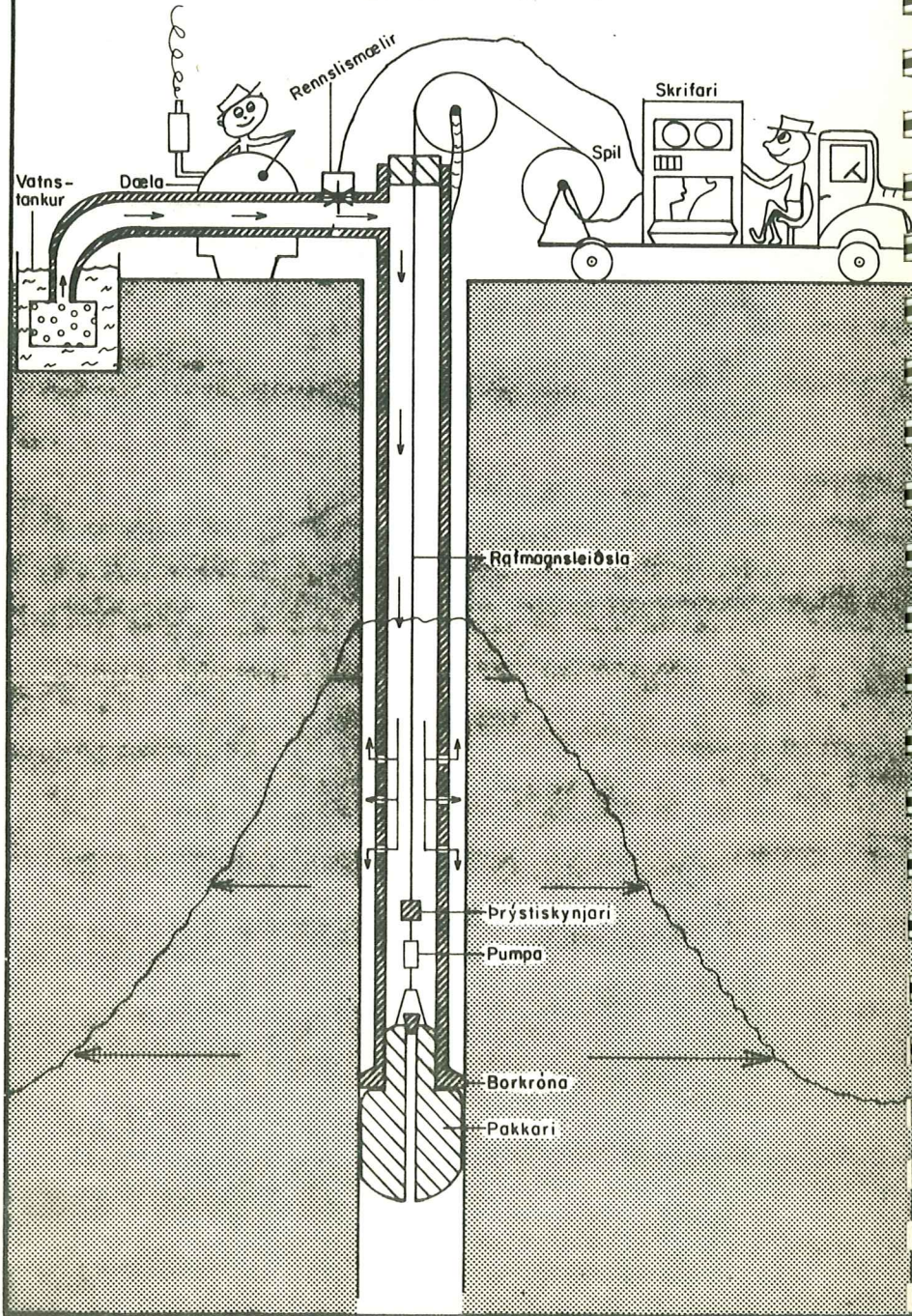
Við fyrstu tilraunir með pakkarann var hann þanninn út með því að að þrýsta vatni gegnum slöngu sem lá frá yfirborði niður borstangirnar og í pakkarann. Pakkarinn var þá hífður upp og niður í slöngunni, mynd 11 a. Útþaninn pakkari kemst ekki upp í gegnum krónu. Þess vegna þarf að hleypa úr honum vatninu áður. Sé langt niður á jarðvatnsborð getur þrýstingur haldist í pakkaranum þótt slangan sé opin uppi. Þess vegna verður að vera afhleypir neðst sem tæmir slönguna. Smíðaður var afhleypir, sem opnast þegar togað er í slönguna, mynd 11 a. Þétt er að slöngunni með sérstökum tappa á efstu stöng, mynd 11 a.

Þegar senda átti pakkarann djúpt þurfti langa slöngu og fyrirferðarmikla og helst rúllu fyrir hana. Það þurfti að finna eitthvað nettara.

Pakkari með áfasta pumpu

Næsta lausn var að senda niður pumpu með pakkaranum. Pumpan dælir vatninu sem umlykur pakkarann inn í hann. Á mynd 12 er búnaðurinn sýndir og leiðarvísir um notkun.

Lekamæling, uppsetning tækja

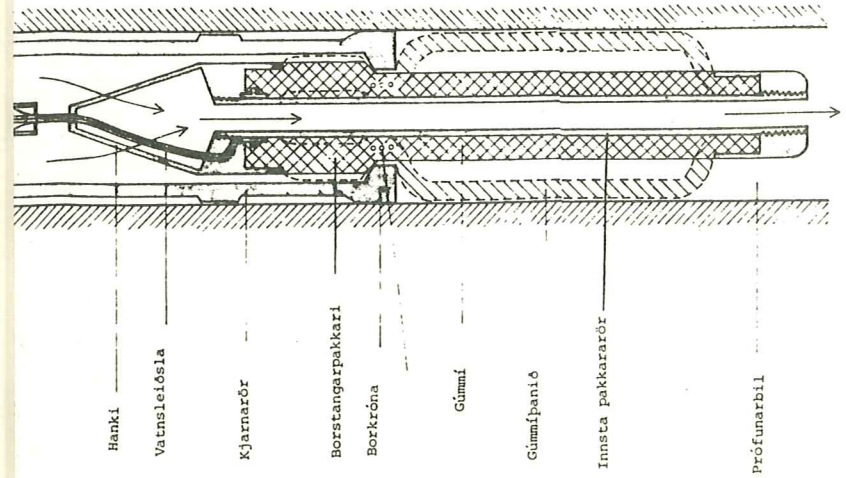


4. Vantar gæt á tengistykki, pumpa - lóð
Neðra lóð snýr öfugt.

5. Ö hringir önyrtur, skiftið.

6. Öhreinið í einstefnuloka. Lokinn á að vera þéttur í vatni, eðlilegt er að hann leki í lofti. Notið varaloka, forðist að skrúfa lokann sundur. Reynið aðhreinsa hann án þess.

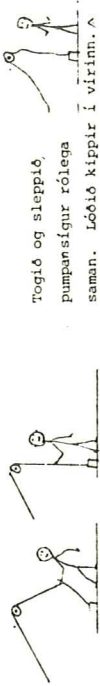
The S.Z. I Wireline Packer



Vír

LEIÐBEININGAR

1. Skrúfið pakkara, afhleypti og pumpu saman á borðinu. Hífið lóðin upp í mastur í sendilinum. Setjið pakkarenn ofan í borstóngina og skrúfið pumpuna við lóðin.
2. Látið þökkunarbúnaðinn síga niður borstangarnar neðan í sendilinum. Látið pakkarenn setjast, varlega. (Ekki má vera vatn í pumpunni á leið niður).
3. Þegar pakkarenn hefur sett í borkrónni og pumpan hefur gengið saman er vírin strengdur þar til hann byrjar að toga í lóðið. Þá er spilið sett í bremsu. Pumpið með því að toga vírin til hliðar með handafli.



Pumpið þar til pakkarenn er fullur þá gengur pumpan ekki saman og slaki kemur á vírin. Skiljið við pumpuna í efstu stöðu.

4. Sendið hölkinn niður og fjarlægjið sendilinn. Skrúfið vatnstoppinn á og lektið.

5. Á lokinni lektun er sensillinn settur niður og látinn gripa í toppinn á lóðinu. Dragið pumpuna í sundur, takið slakann af og setjið spilið í bremsu. Togið vírin til hliðar með handafli og opið afhleyptinn. Smá hnykkur finnst þegar hann opnast. Biðið með vírin strekktann þar til pakkarenn hefur læmt. Þá dregst hann af stað upp. Nú er ónætt að draga hann upp með spalinu.

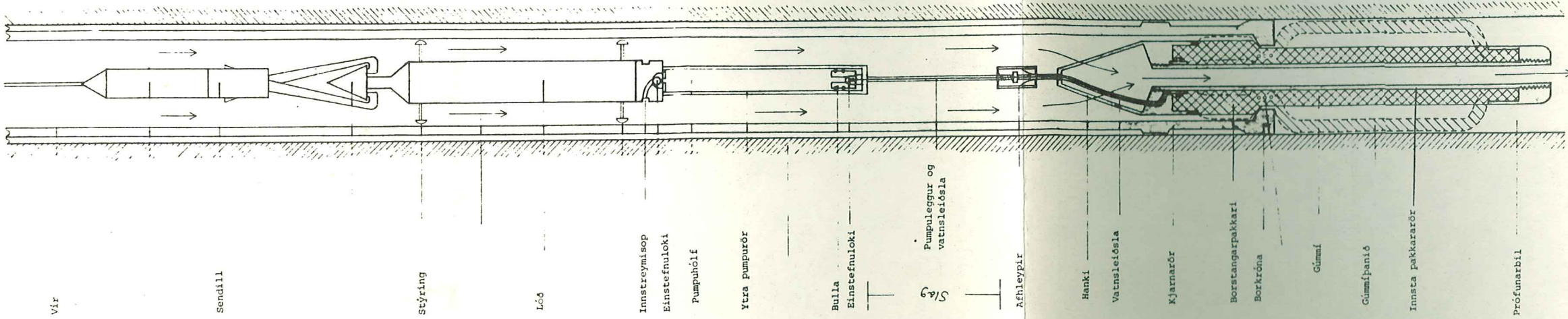
6. Þegar búnaðurinn kemur upp, byrjið á því að sknúfa lóðin af pumpunni og fjarlægja þau. Næst er pakkari losaður frá afhleypti.

Inni leggur pumpunnar er viðkvæmur. Gætið þess að beygja hann ekki. Sþrautið ollu inn í pumpuna að lokinni notkun.

Pakkari pakkar ekki

1. Pumparekki í jarðvatni. Reynið að deila vatni niður um leið og pumpað er.
2. Pakkari er uppi í borstóngum. Ef vatn er í pumpunni þegar búnaðurinn leggur af stað niður getur móstaða jarðvatnsins nægt til að hún dæli einu slagi í pakkarenn og hann bremsi í stöngunum.
3. Sendilklia strandar í lendingarhring. Höggt heyrast þegar reynt er að pumpa. Lóðin detta til baka en síga ekki eins og þegar pumpan virkar.
4. Vantar gat á tengistykki, pumpa - lóð. Neðra lóð snýr öfugt.
5. Ó hringir ónýtir, skiftið.
6. Óhreinið í einstefnuloka. Lokinn á að vera þéttur í vatni, eðlilegt er að hann leki í lofti. Notið varaloka, forðist að skrúfa lokann sundur. Reynið að hreinsa hann án þess.

The S.Z. I Wireline Packer



Dæluþrófun ofan við þakkarar

Á mynd 13 er sýnd uppsetning þar sem verið er að mæla leka fyrir ofan þakkarann í þurri holu. Tappi er í þakkarinum en göt á borstönginni fyrir ofan. Í þessu tilfalli er þrýstiskynjari niðri tengdur skrifara. Á mynd 14 sést útskriftin eftir að dælt var jöfnu rennsli niður og síðan skrúfað alveg fyrir á meðan vatnsborðið seig aftur.

Sjálfvirk þökkun

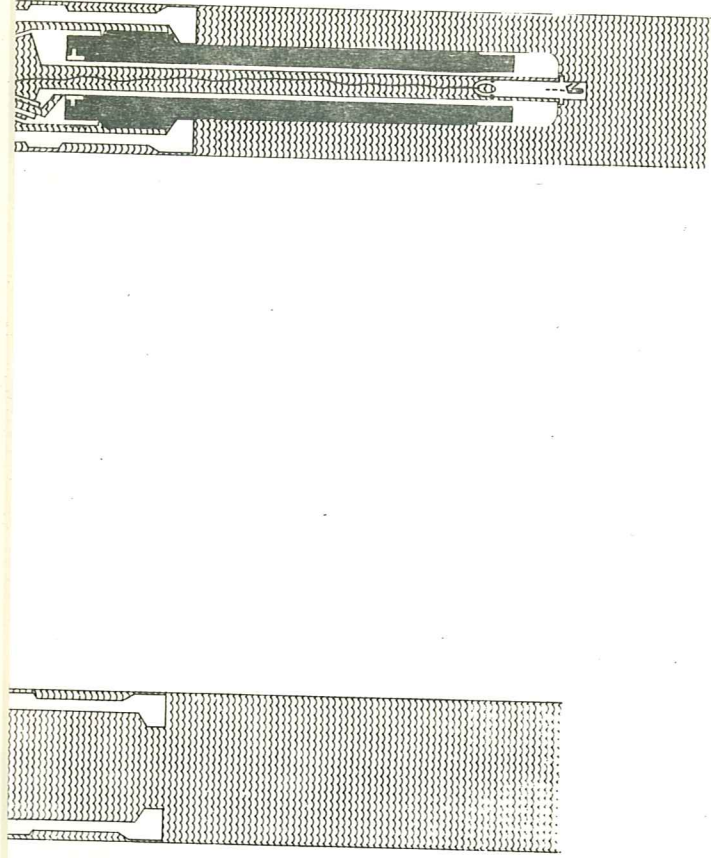
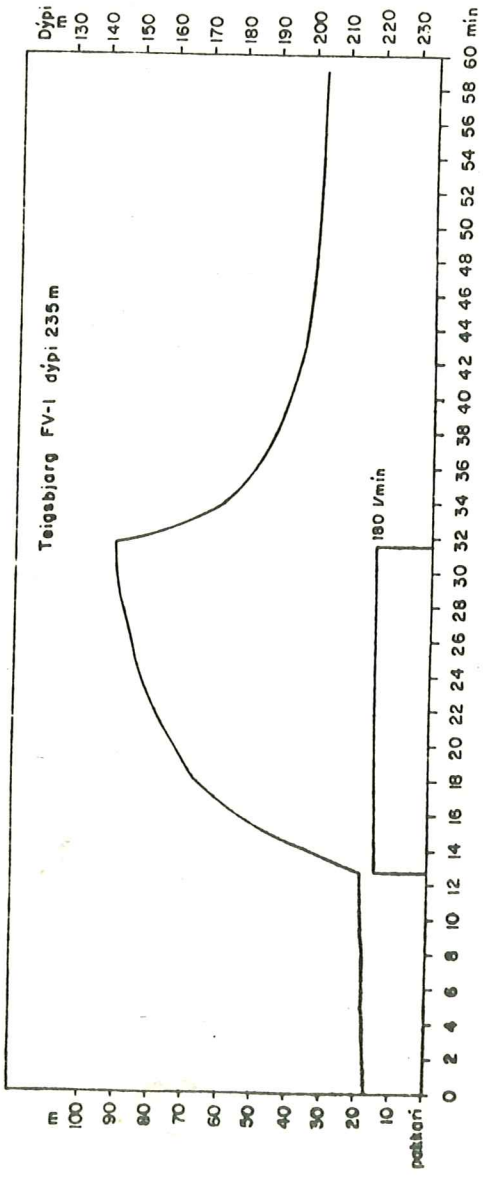
Pumpan og lóðin eru vel nothæfur búnaður en hefur sína galla. T.d. virkar hann ekki í skáholum. Einnig getur það valdið erfiðleikum ef þenja á þakkarann út ofan jarðvatnsborðs og pumpan er ekki í vatni. Eins er lengdin á pumpunni og lóðunum til trafala sérstaklega ef þakkað er svo grunnt að lóðin standa upp úr rörinu. Nú hefur tekist að hanna enn betri búnað sem byggir á því að þrýstingur frá bordælu þenur út þakkarann áður en lektun hefst.

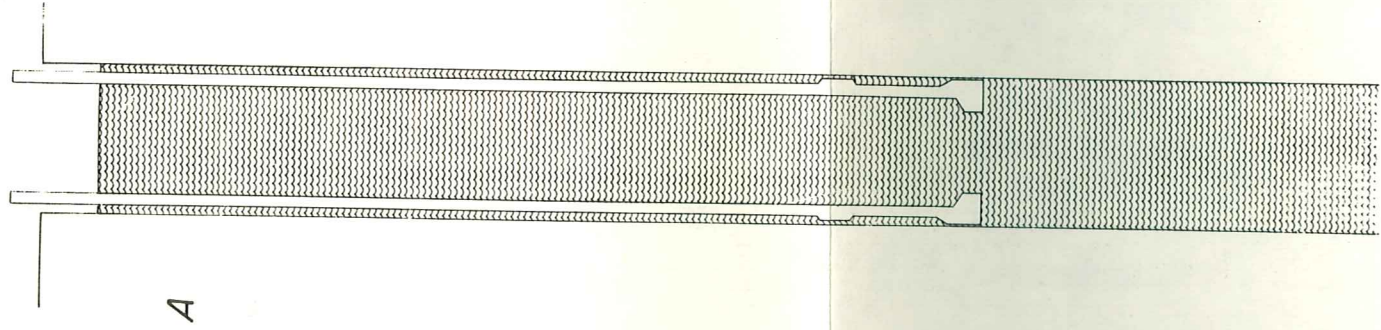
Á mynd 15 a er þversnið af ytra kjarnarörinu í holunni. Búið er að fjarlægja innra kjarnarörið.

Á mynd 15 b er þakkarinn sestur í krónuna og ofan á honum er afhleypirinn og útpenslutækið. Tappi er í þakkarinum og úr honum liggur vír í annan tappa sem lokar hólfu sem er fyrir ofan bulluna í þennslutækinu. Inni í þessu hólfu er gormur sem spyrnir bullunni niður. Vatnið í borstöngunum á greiðan aðgang að bullunni að neðan í gegnum einstefnuloka. Úr hólfinu neðan við bulluna liggur leiðsla niður í gegnum afhleypinn og undir gúmmíð í þakkarinum.

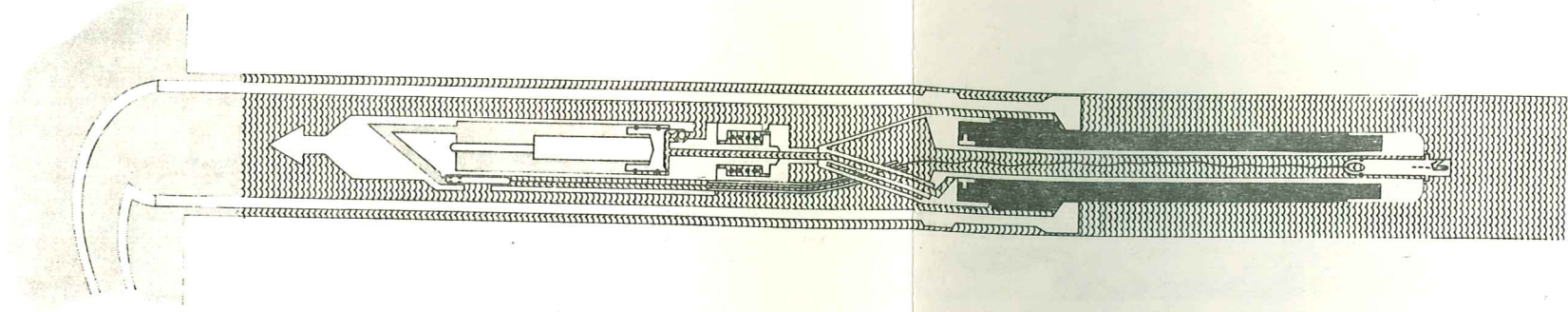
Á mynd 15 c er búið að þrýsta vatni inn í borstangirnar (útvíkkunin á gúmmíinu lokar krónunni). Tappinn í þakkarinum kemur í veg fyrir að vatnið flæði inn í prófunarbilið. Þrýstingur þar hækkar því ekki né heldur í lokaða hólfinu fyrir ofan bulluna. Þrýstingur hækkar hins vegar fyrir neðan bulluna og á bakvið þakkaragúmmíð. Gúmmíð þrýstist því út að holuveggjunum fyrir neðan krónu en þenst ekki uppi í rörinu þar eð þar er sami þrýstingur á því beggja vegna. Bullan ýtist upp þegar átakið á neðri flöt hennar verður sterkara gorminum. Þegar þrýstingurinn er orðinn það hár að bullan er komin í efstu stöðu smellur tappinn fram úr þakkarinum og kippir í vír sem dregur úr tappann sem lokar hólfinu fyrir ofan bulluna.

VOD-MJ-760 SZ
02 02 0301. 57 J

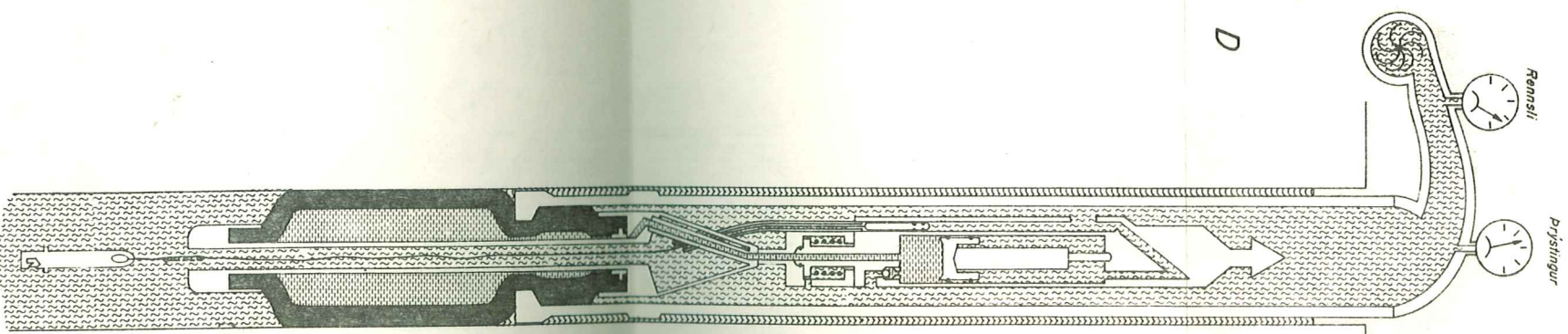
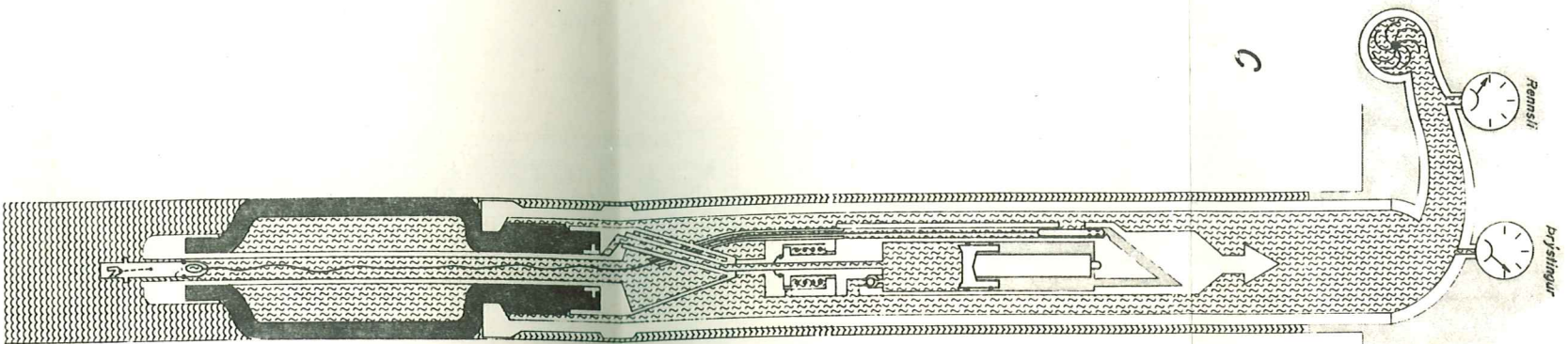


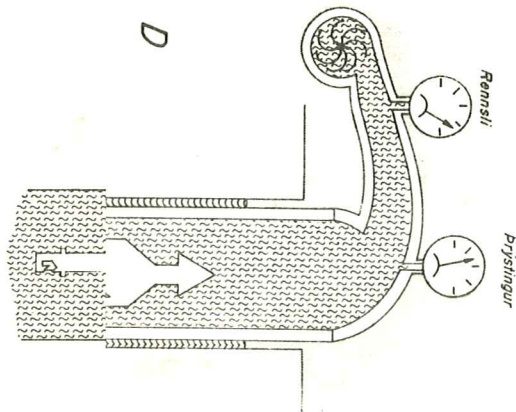
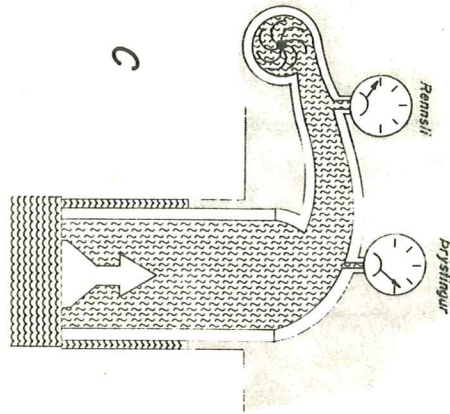


A



B





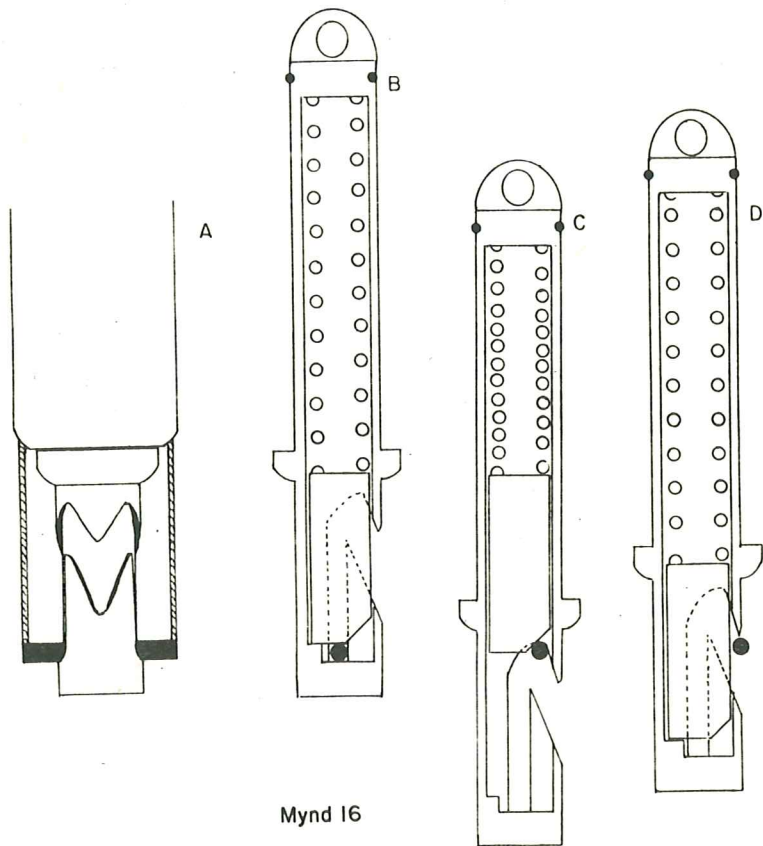
MYND 15

Sá tappi stöðvast í sæti u.p.b. 50 cm neðar. Pakkaratappinn hangir því 50 cm neðan við pakkaran. Sleppibúnaðinum á pakkaratappanum verður lýst síðar. Nú þegar hólfíð að baki bullunni hefur opnast þrýstir vatnið í borstöngunum báðum megin á bulluna. Gormurinn sem áður hafði þjappast saman ýtir henni nú af stað niður. Einstefnulokinn lokar og þrýstingur í kerfinu innan við hann hækkar af völdum gormsins. Gúmmíð uppi í kjarnarörinu þenst nú út í rörveggina og pakkar. Nú er hægt að hefja mælingu á venjulegan hátt. Þegar þrýstingur hækkar í prófunarbílinu hækkar hann einnig uppi í borstöngunum og þrýstir ofan á bulluna með gorminum. Þess vegna helst áfram sá mismunaþrýstingur milli pakkara og prófunarbíls sem myndaðist í upphafi. Sá mismunur ræðst af átaki gormsins deilt með flatarmáli bullunnar.

Dæmi: Gormur (gaspumpa) ýtir með 21 kg átaki. Flatarmál bullu 7 cm^2 $21/7 = 3 \text{ kg/cm}^2$.

Að lokinni lektun eru áhöldin sótt með sendlinum. Sendillinn grípur í toppinn á þenslutækinu og síðan er togað í á sama hátt og þegar pumpan er notuð. Afhleypirinn opnast og vatnið streymir úr pakkaranum. Gefið honum tíma til að tæmast og hifið síðan upp.

Sleppibúnaðurinn á pakkaratappanum hefur ekki verið smíðaður enn. Verður í fyrstu notast við bandspotta sem er bundinn í tappann og upp hankann á pakkaranum. Spottinn brestur þegar þrýstingurinn er kominn upp fyrir það sem þarf til að ýta bullunni í toppstöðu. Hinn búnaðurinn er sýndur á mynd 16. Þar er splitti gegnum tappann fremst eða neðan við pakkaran, mynd 16a. Splittið er fest við pakkaraendann eins og róla, mynd 16a. Tappinn er holur og inni í honum er stimpill með gormi á bakvið 16b. Rifa er upp tappann, síðan í boga til hliðar og niður út úr honum. Splittið getur gengið eftir rifunni. Stimpillinn ýtir splittinu neðst í rifuna. Þegar þrýstingur kemur á tappann ofan við hann ýtist hann niður og splittið dregur stimpilinn upp og þjappar saman gorminum. Splittið fer upp í kverkina í raufinni og heldur tappanum meðan þrýst er á, mynd 16c. Ef dælingu er hætt ofan frá og þrýstingur minnkar spyrnir gormurinn ytri hluta tappans upp í pakkaran en stimpillinn sem er með fláa ýtir splittinu út úr tappanum, mynd 16 d. Tappinn er þá laus þegar þrýst er á hann aftur.



Mynd 16

Viðvörðun

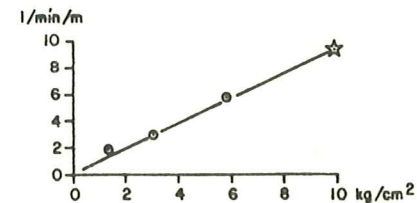
Bordælurnar eru flestar stimplidælur og geta náð háum þrýstingi. Þrýstingur til borstanga er stilltur með krana á framhjáhláupinu. Ef það lokast fyrir báðar greinarnar á frárennsli dælnnar vex þrýstingur upp úr öllu valdi á minna en 5 sekúndum. Við það getur kerfið sprungið og járnstykki flogið um sveitina. Þetta er stórhættulegt. Öryggislokar þurfa að vera á dælunum eða annað öryggi til varnar því að þrýstingur fari of hátt upp. Þegar þrýstingurinn er kominn upp í 10 kg má fara að vara sig á glerinu á skífu rennislismælanna og lesa af þeim í eins mikilli fjarlægð og hægt er.

5.5 Mælingar og skráning á niðurstöðum

Til skráningar á mælitölum við lektarprófanir er notað sérstakt eyðublað sem er sýnt á síðu 9. Mikilvægt er að fylla út alla reitina í hausnum.

Mæling fer þannig fram, að þrýstingi er haldið stöðugum á prófunarbilinu, fyrst t.d. 1 kg í 5 mín og skráð hversu margir lítrar hafa runnið út um holuveggina. Þetta er síðan endurtekið með hærri þrýstingi 3, 5, 7, 10 kg/cm² t.d. Pakkarans vegna er óhætt að fara upp í 10 kg/cm² en það er sá þrýstingur sem lekaeiningin er miðuð við 1 Lu = 1 l mín/m við 10 kg þrýsting. Bergþrýstingurinn er hins vegar oft lægri og getur þá heilt berg opnast undan slíkum þrýstingi. Einnig geta fyllingar skolast burt úr æðum.

Ef ekki er hægt að þrýsta með 10 kg/cm² er leki við 10 kg/cm² þrýsting fundinn með því að framlengja línurit teiknað út frá niðurstöðum mælingu með lægri þrýstingi:



Oft er hola mæld í þrepum með einföldun pakkara þannig að fyrst eru t.d. mældir neðstu 10 m, svo neðstu 20 m síðan neðstu 30 m o.s.frv. og leki fundinn með því að draga lekann í bilinu sem síðast var mælt frá heildinni. Þegar þessarri aðferð er beitt er mikilvægt að hafa samræmi í þrýstingi við mælingu á prófunarbilunum.

Dæmi: Þrýstingsþrep 2, 4, 6, 8, 10 kg/cm² í öllum bilum en ekki 1, 3, 6, 7 kg/cm² í sumum og 2, 4, 6, 8, 10 kg/cm² í öðrum.

Stundum lekur vatn upp úr holu á meðan á mælingu stendur. Þetta þarf ekki að þýða að pakkarinn þakki ekki, heldur kemst vatnið um æðar í berginu upp fyrir pakkarann og inn í holuna aftur. Þetta vatn er venjulega gruggugt.