



ORKUSTOFNUN
Raforkudeild

**OLÍUGEYMSLA
Í BERGHVELFINGUM**
Forathugun

**Sveinn Þorgrímsson
Haukur Tómasson**

OS80001/ROD01

Reykjavík, janúar 1980

**OLÍUGEYMSLA
Í BERGHVELFINGUM**
Forathugun

Sveinn Þorgrímsson
Haukur Tómasson

OS80001/ROD01
Reykjavík, janúar 1980

EFNISYFIRLIT

	Bls.
ÁGRIP	3
EFNISYFIRLIT	5
TÖFLUSKRÁ	5
MYNDASKRÁ	5
1 INNGANGUR	7
2 GEYMSLA Á OLÍU Í BERGHVELFINGUM	9
2.1 Geymslutækni	9
2.2 Byggingarkostnaður erlendra olíuhvelfinga	10
3 OLÍUHVELFING Á ÍSLANDI	13
3.1 Geymslurými	13
3.2 Staðarval	14
3.3 Frumáætlun	15
4 KOSTNAÐARÁÆTLUN - FORATHUGUN	17
MYNDIR	21

TÖFLUR

1 Kostnaðaráætlun	19
-------------------------	----

MYNDIR

1 Þversnið af berghvelfingu	23
2 Erlendar kostnaðar- og vinnslutölur: Kostnaður við gröft sem fall af þverskurðarflatarmáli	24
3 Erlendar kostnaðar- og vinnslutölur: Gröftur á vinnustund sem fall af þverskurðarflatarmáli	25
4 Jarðfræðikort	26
5 Kostnaður við gröft sem fall af þverskurðarflatarmáli	27
6 Kostnaður við gröft sem fall af heildargeymslurými	28

1 INNGANGUR

Í skýrslu þessari er fjallað um ýmis tæknileg atriði varðandi geymslu á olíu í berghvelfingum. Byggt er á þekkingu og reynslu annarra þjóða við gerð slíkra mannvirkja og reynt að laga hana að íslenskum aðstæðum. Hér er um forathugun á olíugeymslu í berghvelfingu (olíuhvelfingu) að ræða, en markmið hennar er að fá hugmynd um byggingarkostnað olíuhvelfingar og kostnaðarsamanburð við stáltanka.

Helstu kostir olíuhvelfingar samanborið við stáltanka eru almennt taldir vera:

1. Minni byggingarkostnaður.
2. Ódýrara viðhald.
3. Lengri ending mannvirkis.
4. Minni þörf fyrir landrými á yfirborði og lítil áhrif á umhverfi.
5. Minni rýrnun birgða.
6. Kostnaður er aðallega innlendur.

Byggingarkostnaður er háður stærð slíkrar stöðvar og lækkar hann nokkuð ört með auknu geymslurými upp í a.m.k. 100.000 m³, en mun minna eftir það. Byggingarkostnaður er einnig háður jarðfræðilegum aðstæðum á byggingarstað, þar sem jarðfræðileg gerð svæðisins mótar kostnað við vinnslu bergsins og styrkingu og þéttingu hvelfingarinnar.

Viðhaldskostnaður hvelfingarinnar er hverfandi en viðhaldskostnaður stöðvarinnar er nær eingöngu tengdur ofanjarðarmannvirkjum og búnaði. Endingartími hvelfingarinnar er mjög langur og mun lengri en tanka. Endingartíminn er ekki tekinn inn í þær lauslegu hagkvæmnisathuganir sem hér fylgja með, en hann eykur hagkvæmni olíuhvelfingar eðlilega. Endingartíma búnaðar og ofanjarðarmannvirkja má áætla þann sama og við stáltanka.

Kostnaður vegna landrýmis og umhverfisverndarsjónarmiða er einkum mikilvægur í þéttbýli og getur þar skipt verulegu máli. Landrými á yfirborði er í raun lítið annað en aðstaða til fermingar, þar sem leiðslur verða neðanjarðar. Mengunarhætta er talin lítil og mun minni en við notkun tanka.

Hitabreytingar í berghvelfingum eru hverfandi. Öndunartap er því í algjöru lágmarki og verður eingöngu vegna breytinga á loftþrýstingi.

Almennt er álitid að fyrir létta olíu sé heildarrýrnunin af þessum sökum um 0,02-0,04% á ári og rýrnun þungrar olíu sé nánast engin.

Langstærsti hluti byggingarkostnaðar er gerð hvelfingarinnar, sem yrði innlend framkvæmd. Erlendur kostnaður yrði því nær eingöngu dælur og annar búnaður.

Hér á eftir er fjallað um almenn atriði varðandi olíuhvelfingar, um olíuhvelfingar á Íslandi og að lokum um kostnaðaráætlun fyrir líklega berg-hvelfingu í íslensku bergi. Niðurstaða þessara athugana er, að jarðfræðilegar aðstæður hér á landi útiloka ekki byggingu olíuhvelfinga og geta þær orðið allnokkuð ódýrari en stáltankar. Frekari rannsókn á þessu er því tímabær.

2 GEYMSLA Á OLÍU Í BERGHVELFINGUM

Geymsla á olíu í ófóðruðum berghvelfingum hófst árið 1948 þegar Vattenfall í Svíþjóð tók sína fyrstu hvelfingu í notkun. Þessi hvelfing var í Flaxenvík rétt utan við Stokkhólm. Síðan þá hafa margar slíkar hvelfingar verið byggðar, flestar í Skandinavíu. Yfirleitt hafa hvelfingarnar verið byggðar í djúpbergi eins og graníti, en einnig í öðru þéttu bergi. Til þess að bygging olíuhvelfingar borgi sig þarf að vera þörf fyrir mikið geymslurými. Ekki eru menn á eitt sáttir hvað geymslurýmið þurfi að vera stórt til þess að olíuhvelfingin borgi sig frekar en stáltankar. Samkvæmt upplýsingum frá Vattenfall var þetta lágmarksrými um 50.000 m³ árið 1970 og þegar geyma þurfti yfir 100.000 m³ var kostnaður við olíuhvelfingar um 65% af venjulegum stáltönkum.

2.1 Geymslutækni

Í grundvallaratriðum byggist geymslutæknin á þeim einföldu forsendum að olía er léttari en vatn og að þessir tveir vökvar blandast ekki. Olían er almennt geymd um 5 m neðan jarðvatnsborðs til þess að varna því að olían leki inn í bergið umhverfis. Stöðugt aðhald vatnsins er því nauðsynlegt. Til þess að jarðvatnsstraumurinn hrífi ekki með sér olíuna verður jarðvatnið að hafa litla hreyfingu. Þessu skilyrði er fullnægt á stöðum þar sem berg er mjög þétt, og þar sem hvelfingar eru byggðar neðan sjávarmáls. Almennt er álitnið að lektarstuðull bergsins þurfi að vera 10^{-4} - 10^{-6} cm/s.

Fjöldi hvelfinga fer eftir stærð stöðvarinnar, en algeng stærð á hvelfingu er um 50.000 m³. Þegar aðeins ein hvelfing er notuð, er hún tengd yfirborði með lyftugöngum og dælubúnaður og allt eftirlit er haft á yfirborði. Ef um fleiri hvelfingar er að ræða eru þær tengdar með láréttum þjónustugöngum þar sem dælur eru hafðar og eftirlit og viðhald fer fram.

Olían er ýmist geymd fljótandi á föstu eða breytilegu jarðvatnsyfirborði. Mynd 1 er einfaldað snið af olíuhvelfingu, þar sem olían flýtur á breytilegu vatnsborði. Við fyllingu er vatni (sjó) dælt úr hvelfingunni í sama mæli og olíu er dælt inn í hana. Við tæmingu er vatni á sama hátt dælt inn um leið og olíu er dælt út. Hvelfingunni er á þennan hátt nánast

alltaf haldið fullri og gufurýminu ofan olíunnar í lágmarki. Þegar olía flýtur á föstu vatnsborði þarf mun minni vatnsdælur, enda er ekki skeytt um þótt verulegt gufurými myndist ofan olíunnar við tæmingu hvelfingarinnar. Við áfyllingu vex gufuþrýstingurinn og hluti gassins sleppur út í andrúmsloftið. Samfara þessu er talsverð eld- og sprengihætta, bæði í og við hvelfingarnar. Vegna þessa er léttara og rokgjarnara eldsneyti eins og bensín frekar geymt á breytilegu vatnsborði, en þyngra eldsneyti á föstu vatnsborði, sem er ódýrari geymsluaðferð.

2.2 Byggingarkostnaður erlendra olíuhvelfinga

Frá byggingarlegu sjónarmiði er minnsta hagkvæm breidd hvelfingar talin um 10 m. Byggingarkostnaðurinn lækkar upp að vissu marki með auknu þversniðsflatarmáli, þ.e. kostnaður við gröft minnkar en kostnaður við styrkingar vex. Mynd 2 sýnir kostnað við gröft sem fall af þverskurðarflatarmáli í sænskum hvelfingum. Innifalið í "grefttri" er borun, sprengingar, gröftur og flutningur. Ef flatarmál er um 400 m² er graftarkostnaður 8-9 US\$/m³. Samkvæmt reynslu Bandaríkjamanna kostar gröftur stórra jarðganga um 15-20 US\$/m³ í "heading" (sprengt inn í lóðréttu opnu) og um 10 US\$/m³ í pallsprengingu ("benching"). Bandarísku tölurnar eru því um 50% hærri en þær sænsku, en mismunurinn gæti að hluta til stafað af minna þverskurðarflatarmáli mannvirkjanna og strangari stæðnikröfum. Þessi lági kostnaður byggist á því að við hönnun er gert ráð fyrir 2 eða fleiri samliggjandi hvelfingum og mjög stórvirkum tækjum við borun, gröft og flutning á berginu. Hallandi aðkomugöng eru gerð frá yfirborði að hvelfingunum. Halli ganganna er 1:7 og þverskurðarflatarmál þeirra yfirleitt ekki undir 20 m².

Kostnaður við styrkingu bergsins fer eftir berggerð, en hann er talinn vera um 5-20% af heildarbyggingarkostnaði. Mynd 3 sýnir byggingarafköst í sænskum berghvelfingum og er miðað við gröft á vinnustund sem fall af þverskurðarflatarmáli.

Þessar kostnaðar- og afkastatölur eru eflaust talsvert hagstæðari en vænta má við gröft í íslensku bergi við íslenskar aðstæður. Ef við hugsum okkur olíugeymslu með tveim hvelfingum, sem hvor um sig er 30 m há, 20 m breið og 60 m löng verður brúttó geymslurýmið 72.000 m³.

Byggingarkostnað geymslunnar má áætla mjög gróft út frá ofangreindum kostnaðartölum, sem eru frá 1977:

Tvær hvelfingar: $2 \cdot (36.000 \text{ m}^3 \text{ á } 15 \text{ \$/m}^3) = 1.080.000 \text{ \$}$.

Styrking hvelfinga: $0,2 \times 1.080.000 = 220.000 \text{ \$}$.

Aðkomugöng og þjónustugögn: $5000 \text{ m}^3 \text{ á } 40 \text{ \$/m}^3 = 200.000 \text{ \$}$.

Styrking ganga = $0,3 \times 200.000 \text{ \$} = 60.000$

Kostnaður alls = $1.600.000 \text{ \$}$.

Geymslurými = 70.000 m^3

Geymslukostnaður byggingaráfanga án véla og búnaðar = $23 \text{ \$/m}^3$.

3 OLÍUHVELFING Á ÍSLANDI

Skandinávar hafa byggt olíuhvelfingar í 30 ár og líta nú varla við annarri geymsluaðferð, þegar um meiriháttar birgðastöðvar er að ræða. Reyndar er þetta engin sönnun þess að við ættum að gera slíkt hið sama, enda ólíku saman að jafna þegar hin mikla reynsla þeirra og tækniþekking er höfð í huga. Einnig er vert að minnast þess að hvelfingarnar hafa verið byggðar í berg sem um fátt líkist íslensku bergi. Áhættan við byggingu slíkrar geymslu hér á landi virðist því talsvert mikil og í fljótu bragði meiri en hagnaðurinn. Áhættan stafar þó fyrst og fremst af óþekktum stærðum, sem munu skýrast við frekari athugun.

Hagkvæmisathugun fyrir olíuhvelfingu gæti í fyrstu miðað við eftirtalda þrjá meginmálaflokka:

1. Þörf fyrir aukið geymslurými fyrir olíu í náinni framtíð.
2. Hagkvæma staðsetningu með tilliti til jarðfræði, markaðar, hafnarskilyrða og umhverfismála.
3. Frumáætlun.

3.1 Geymslurými

Heildareldsneytisnotkun íslendinga var um 614 þúsund tonn árið 1979 og er áætluð um 560 þúsund tonn árið 2000. Á þessum tíma er áætlað að bensínnotkun vaxi úr 94 þúsund tonnum í um 110 þúsund tonn, notkun svartolíu vaxi úr 165 þúsund tonnum í um 190 þúsund tonn, en notkun dieselolíu minnki úr 287 þúsund tonnum í um 170 þúsund tonn. Geymslurými innflutningshafna er í dag um 170 þúsund tonn sem er um 28% af ársnotkuninni.

Ekki er gert ráð fyrir að endurnýja þurfi mikið af eldri geymum næstu 20 árin, og verulegur hluti af geymslurýminu eru nýir stáltankar. Ekki hefur verið gerð heildaráætlun fyrir geymsluþörf fyrir eldsneyti á komandi árum, þó er almennt álitíð að geymslurýmið sé ekki nægilegt, birgðastöðvar séu of dreifðar og löndunaraðstaða sé ófullnægjandi.

3.2 Staðarval

Setja verður ströng skilyrði um jarðfræðilega eiginleika bergsins þar sem gera á berghvelfingu til geymslu fljótandi eldsneytis. Hiklaust má fullyrða að jarðfræðileg atriði séu ráðandi um staðarval því að þau hafa mikil áhrif á stofnkostnað berghvelfinganna og jarðtæknilegir eiginleikar bergs ráða því beinlínis hvort hægt er að byggja á þeim grundvelli að geyma olíu í ófóðruðum berghvelfingum. Jarðtæknilegar forsendur berghvelfinga eru lítil vatnsleiðni og góð stæðni bergsins.

Berg með litla vatnsleiðni er helst að finna í hinni tertíeru blágrýtis myndun landsins. Útbreiðsla þess er sýnd á mynd 4. Í Skandinavíu eru hvelfingarnar byggðar í djúpbergi enda er stór hluti Skandinavíu úr slíku bergi. Hér á landi er útbreiðsla djúpbergs mjög takmörkuð. Helst er það að finna á suðausturhorni landsins í nágrenni við Hornafjörð en einnig á Snæfellsnesi og víðar (sjá mynd 4).

Ýmis konar innskotsberg hefur svipaða tæknilega eiginleika og djúpberg. Slík innskot er víða að finna í tertíera berginu en oftast eru þau ekki úr blágrýti, heldur úr súru eða ísúru bergi. Oftast er töluverð ummyndun í tengslum við þessi innskot og er það til góðs hvað vatnsleiðni snertir, en hún getur líka verið of mikil og hluti bergsins því orðinn að leir, en þar af leiða stæðnivandamál í berghvelfingunum. Þetta er þó að öllum líkindum besta bergið til að byggja í berghvelfingar en rannsaka verður hvert tilfalli vel með tilliti til vatnsleiðni og ummyndunar. Slíkar innskotsmyndanir er m.a. að finna í Hvalfirði, á nokkrum stöðum á Vestfjörðum, sennilega við austanverðan Eyjafjörð, við Vopnafjörð og á nokkrum stöðum á Austfjörðum.

Megnið af tertíeru blágrýtismynduninni er hraunamyndun þar sem skiptast á þétt hraun, gjall eða breksíulög og stundum millilög úr silt eða sandsteini. Víða er blágrýtismyndun af þessari gerð of vel vatnsleiðandi fyrir byggingu og rekstur berghvelfinga. En þó er ekki ólíklegt að finna megi góða staði þar sem ummyndun og holufyllingar eru miklar í berginu án þess að það sé of mikið ummyndað. Þessar aðstæður er helst að finna í nágrenni við innskot og þar sem bergið hefur á jarðsöguferli sínum grafist djúpt í jörð en síðar komið upp á yfirborðið aftur við rof yfirliggjandi jarðlaga. Sennilega eru svona aðstæður helst fyrir hendi á Austfjörðum, þótt sennilega megi einnig finna þessi skilyrði við Eyjafjörð og í fjörðum Vestfjarða.

Við staðsetningu olíugeyma verður að taka tillit til skilyrða fyrir olíuhöfn. Hafnarskilyrðin eru yfirleitt best inni á fjörðum en annars eru olíuhafnir væntanlega ekki eins viðkvæmar og aðrar hafnir gagnvart öldustærð. Á mynd 4 eru sýndar þær strandlengjur þar sem hafnarskilyrði eru best, en þær eru:

1. Sunnanverður Faxaflói, ströndin við Reykjavík og upp í Hvalfjörð.
2. Vestfirðir þeir sem snúa í vestur og inn í Djúp.
3. Eyjafjarðarsvæðið á Norðurlandi. Víða annars staðar á Norðurlandi eru sjálfsagt þökkaleg hafnarskilyrði.
4. Vopnafjörður.
5. Austfirðir frá Seyðisfirði til Berufjarðar.

Staðarval olíuhafnar getur ráðist að einhverju leyti af siglingatíma olíuskipanna til landsins. Olíuskipin koma úr suðlægri átt. Má því ætla að Austfirðir og Faxaflóahafnir séu nokkuð jafngild hvað þetta atriði snertir en Norðurland er til muna óhagstæðara. En annars er þetta varla mikilvægt atriði.

Aftur á móti er staðarval olíuhafnar með tilliti til návistar markaðar mikilvægt. Á mynd 4 eru sýndir hinir tveir umtalsverðu þéttbýliskjarnar og er þá annar langtum stærstur. Faxaflóasvæðið sunnanvert er með um 60% af íbúum landsins en Eyjafjarðarsvæðið með innan við 10%. Það er því augljóst að Faxaflóasvæðið togar mjög í staðsetningu olíuhafnar og að öllu öðru svo til jöfnu hlýtur það þess vegna að verða valið.

Þegar öll þessi staðsetningarskilyrði hafa verið athuguð stendur einn staður greinilega upp úr. Þessi staður er Hvalfjörður. Er eðlilegast að athuga berghleifa norðan megin fjarðar í þessu sambandi eða aðliggjandi blágrýtislög og rannsaka hvort þar sé ekki hæfilegt berg til þess að gera berghvelfingar. Ef svo reynist ekki vera, koma Austfirðir og Vestfirðir næst til álita en þar er um stór svæði að ræða og ólíklegt annað en einhvers staðar á þeim ströndum megi finna gott berg.

3.3 Frumáætlun

Frumáætluninni má skipta í fimm hluta:

1. Öflun sérþekkingar og gerð kostnaðar- og hönnunarstaðla.
2. Athugun á stærð, stefnu, útliti og styrkingu hvelfingarinnar með tilliti til hagkvæmnissjónarmiða og jarðtæknilegra aðstæðna.

3. Áætlun á þéttingu út frá straumfræðilegum athugunum.
4. Athugun á nýtingu á uppgreftri og þörf á byggingarefnum.
5. Könnun á nauðsynlegum vélabúnaði.

Frumáætlun er lang umfangsmesti og um leið kostnaðarsamasti málaflokkur hagkvæmnisathugunarinnar. Fyrsti þáttur hennar er almenn jarðfræðikortlagning á líklegustu byggingarstöðunum, en þeir eru valdir með tilliti til markaðar, jarðtæknilegra aðstæðna og fleiri atriða. Samhliða jarðfræðikortlagningunni ætti að afla sérþekkingar um geymslu olíu í berg-hvelfingum og hefja gerð kostnaðar- og hönnunarstaðla. Þessir þættir rannsóknanna gætu hafist án mikils fyrirvara, og einir og sér gætu þeir gefið talsverðar upplýsingar um hagkvæmi mannvirkisins þótt þeir séu á engan hátt afgerandi.

Þar sem jarðtæknilegar aðstæður virðast hagstæðastar á grundvelli ofangreindra athugana ætti að hefja kjarnaborun til að afla frekari upplýsinga um jarðfræðilega uppbyggingu svæðisins. Auk jarðfræðilegrar vitneskju veita mælingar sem gerðar eru í kjölfar borunarinnar upplýsingar um lekt bergsins, sprungumynstur þess og væntanlegt spennuástand, ef aðstaða hefur þá skapast til spennumælinga.

Að fenginni þessari vitneskju er kominn grundvöllur fyrir frumhönnun berg-hvelfingarinnar, og með fullvinnslu kostnaðar- og hönnunarstaðla auk vitneskju um vélabúnað getur frumhönnun mannvirkisins fylgt í kjölfarið.

Kostnaðaráætlun er byggð á sambærilegum áætlunum sem gerðar hafa verið fyrir neðanjarðarmannvirki vatnsaflsmannvirkja hér á landi. Áætlunin er unnin af Hjálmari Þórðarsyni hjá Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen. Einingarverð miðast við verðlag í september 1979. Í einingarverði er beinn kostnaður vegna borunar, sprenginga, moksturs, flutnings, loftræstingar, lýsingar o.fl. Til viðbótar kemur óbeinn kostnaður, sem er 50% af beinum kostnaði. Við áætlanagerðina er verkinu skipt í fjóra verkhluta: Lyftugöng, hvolf (forgöng), hol og bergstyrkingu.

Gert er ráð fyrir að geymarnir verði hver fyrir sig sprengdir út frá lóðréttum lyftugöngum, en ekki út frá sérstökum niðurkeyrslugöngum. Minnsta þykkt þekju er sett 1,5-falt þvermál geymis og er hvelfing hans hálfur sívalningur. Bergstyrking er einungis hugsuð sem boltun í loft hvelfingar, en veilur í geymaveggjum yrðu fjarlægðar með öðrum greftri.

Þversnið lyftuganga er valið 3,5·5,0 m eða 17,5 m². Vinnsluverð þeirra er áætlað 34.140 kr/m³, sem er 70% herra en verð jarðganga með sama þversniði. Gert er ráð fyrir að hvolf verði unnið út frá 6 m breiðum forgöngum, sem síðan eru breikkuð til beggja handa uns það er fullsprengt. Vinnsluverð fyrir hvolfið í heild er haft það sama og fyrir forgöngin, eða 14.360 kr/m³.

Holið verður pallsprengt. Hver pallur er áætlaður 5 m hár, 10 m langur og full breidd geymisins. Áætlað vinnsluverð er 5.150 kr/m³.

Kostnaður við bergstyrkingu vex með auknu þvermáli og er áætlaður 283.000 kr/m fyrir 20 m breiðan geymi.

Eins og minnst hefur verið á er byggingarkostnaður háður þverskurðarflatarmáli. Samanburður var því gerður á vinnslukostnaði 75.000 m³ geyma með sex mismunandi þversnið, þ.e. með breiddir $d=20$ m, 17,5 m og 15 m og hæðir $H=1,5\cdot d$ og $2,0\cdot d$. Niðurstöður eru sýndar á mynd 6. Hagkvæmasta þversniðið er það stærsta ($d=20$ m og $H=2,0\cdot d$) og er meðal einingarverð bergvinnslu 10,1675 kr/m³. Þótt ekki sé reiknað með hærri geymi, en sem svarar $2,0\cdot d$ er vel mögulegt að byggja þá hærri í íslensku bergi. Hagkvæmasta einingarverð bergvinnslu kann því að vera nokkuð lægra en hér er áætlað. Þversnið $d=20$ m, $H=40$ m er lagt til grundvallar við kostnaðaráætlunina.

Reiknaður er kostnaður 5 mismunandi geyma, þ.e. 25.000 m³, 35.000 m³, 50.000 m³, 75.000 m³ og 100.000 m³. Áætlunin nær til bergvinnslu, bergstyrkingar, lokunar lyftuganga og minni háttar bergþéttingar. Kostnaður við dælur og annan búnað er undanskilinn. Niðurstöður eru sýndar á mynd 7 og töflu 1. Stærsti geymirinn (100.000 m³) er hagkvæmastur með einingarverð 10.700 kr/m³, og sá minnsti (25.000 m³) dýrastur með einingarverð 12.050 kr/m³.

Æskilegt geymslurými hér á landi umfram það sem nú er fyrir hendi, hefur verið áætlað 35.000 m³ fyrir bensín, 50.000 m³ fyrir svartolíu og 75.000 m³ fyrir dieselolíu. Bensínið þyrfti að geyma á breytilegu vatnsborði, en svartolíuna og sennilega dieselolíuna mætti geyma á föstu vatnsborði. Ef byggð væri ein stöð með þrem geymum yrðu þeir tengdir með láréttum þjónustugöngum og aðeins ein lyftugöng höfð. Við þetta gæti sparast nokkur kostnaður þar sem einingarverð þjónustuganga er áætlað um 40% af einingarverði lyftuganga. Fjarlægð milli hvelfinga yrði a.m.k. jöfn breidd þeirra, en líklega nokkru meiri. Kostnaður við slíka stöð, sem hefði 160.000 m³ geymslurými, væri um 1772 Mkr, eða um 11.075 kr/m³, auk alls búnaðar.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen gerði í september 1977 kostnaðaráætlun fyrir þrjá 10.000 m³ stáltanka. Ef þessi áætlun er færð fram til verðlags í september 1979 verður heildarverð þeirra 788 Mkr eða 26.267 kr/m³. Í þessu verði eru ekki taldar með pípulagnir, dæluhús, eða annar búnaður, en heildarkostnaður við búnað ætti að vera nokkuð svipaður fyrir tanka og berghvelfingar með föstu jarðvatnsborði. Stærri tankar kunna að vera nokkru ódýrari pr. m³ en hér er reiknað með.

TAFLA 1
Kostnaðaráætlun

Geymslurými m ³	Lyftugöng	Hvolf	Hol	Styrking o.fl.	Óbeinn kostn.	Kostn. alls	Meðalverð Kkr/m ³
25.000	21.527	51.179	110.298	17.839	100.422	301.265	12.051
35.000	21.527	70.867	154.294	21.510	134.103	402.309	11.495
50.000	21.527	101.884	220.420	27.178	185.505	556.514	11.130
75.000	21.527	153.580	330.630	36.517	271.127	813.381	10.845
100.000	21.527	204.716	441.190	45.856	356.645	1.069.933	10.699



MYNDIR



Forathugun á olúgeymslu
Þversnið af berghvelfingu

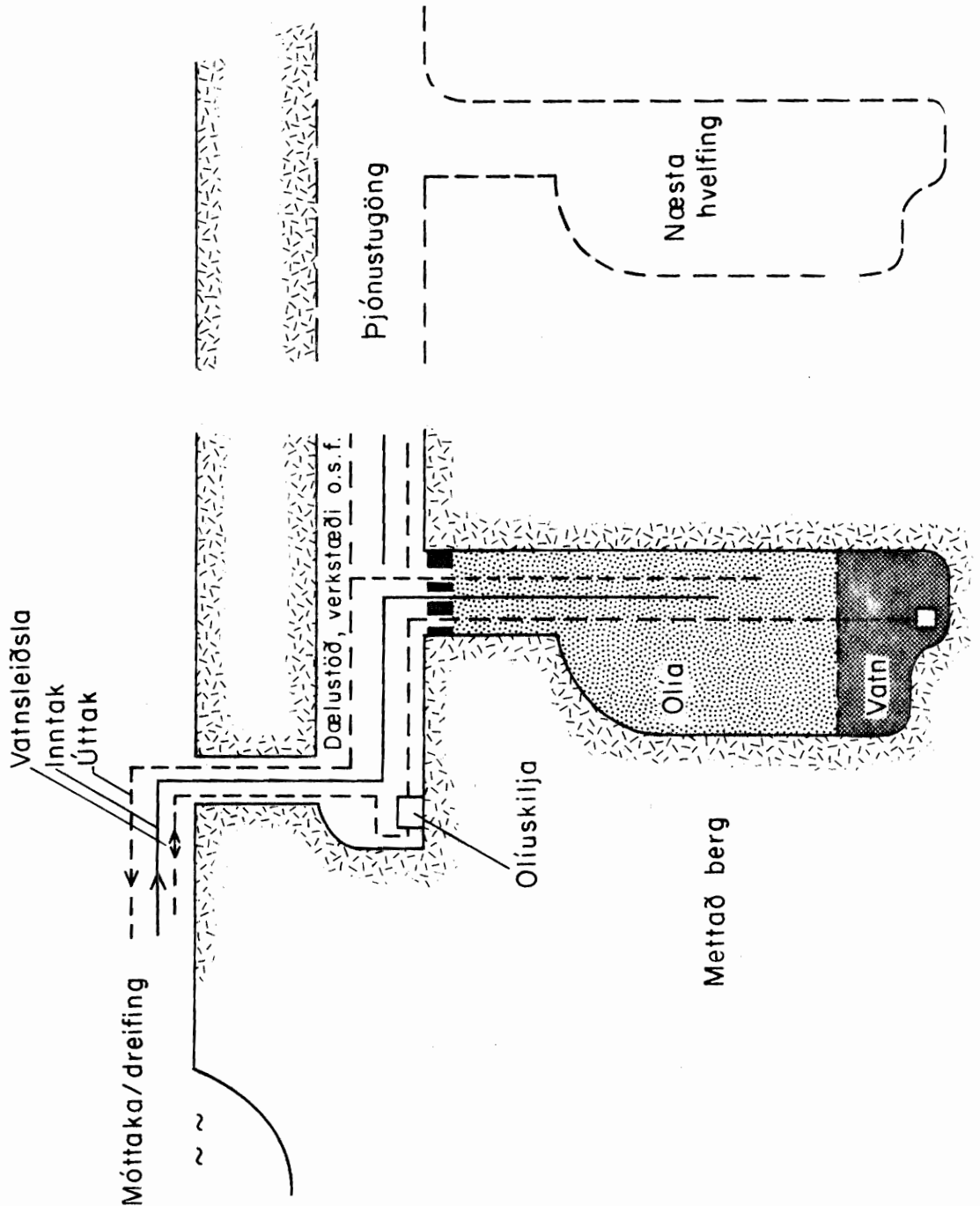
'80.01.07.

Sv.P. /Ó.D.

B - Ým

F.18941

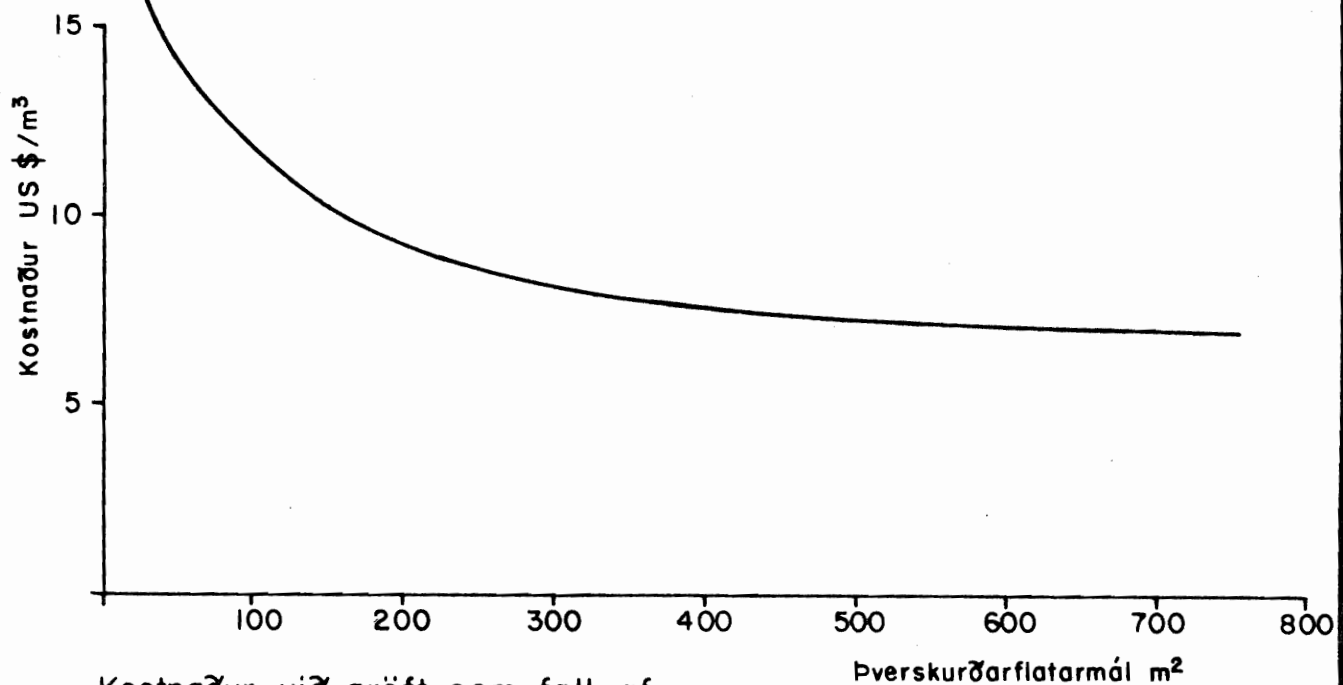
Mynd 1





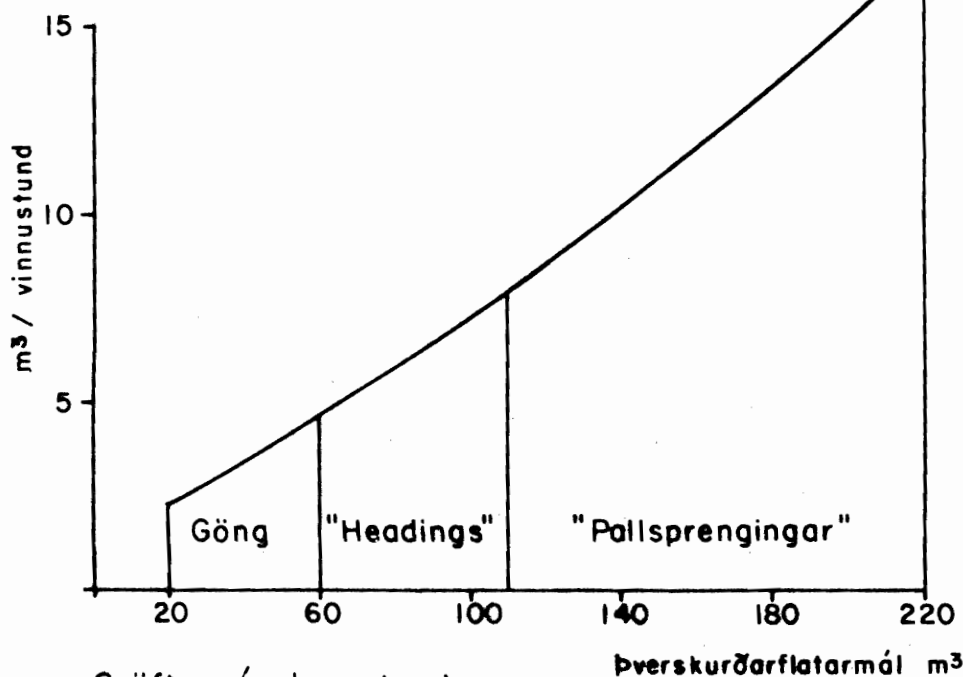
Forathugun á olúgeymslu
Erlendar kostnaðar- og vinnslutölur

Mynd 2



Kostnaður við gröft sem fall af
þverskurðarflatarmáli

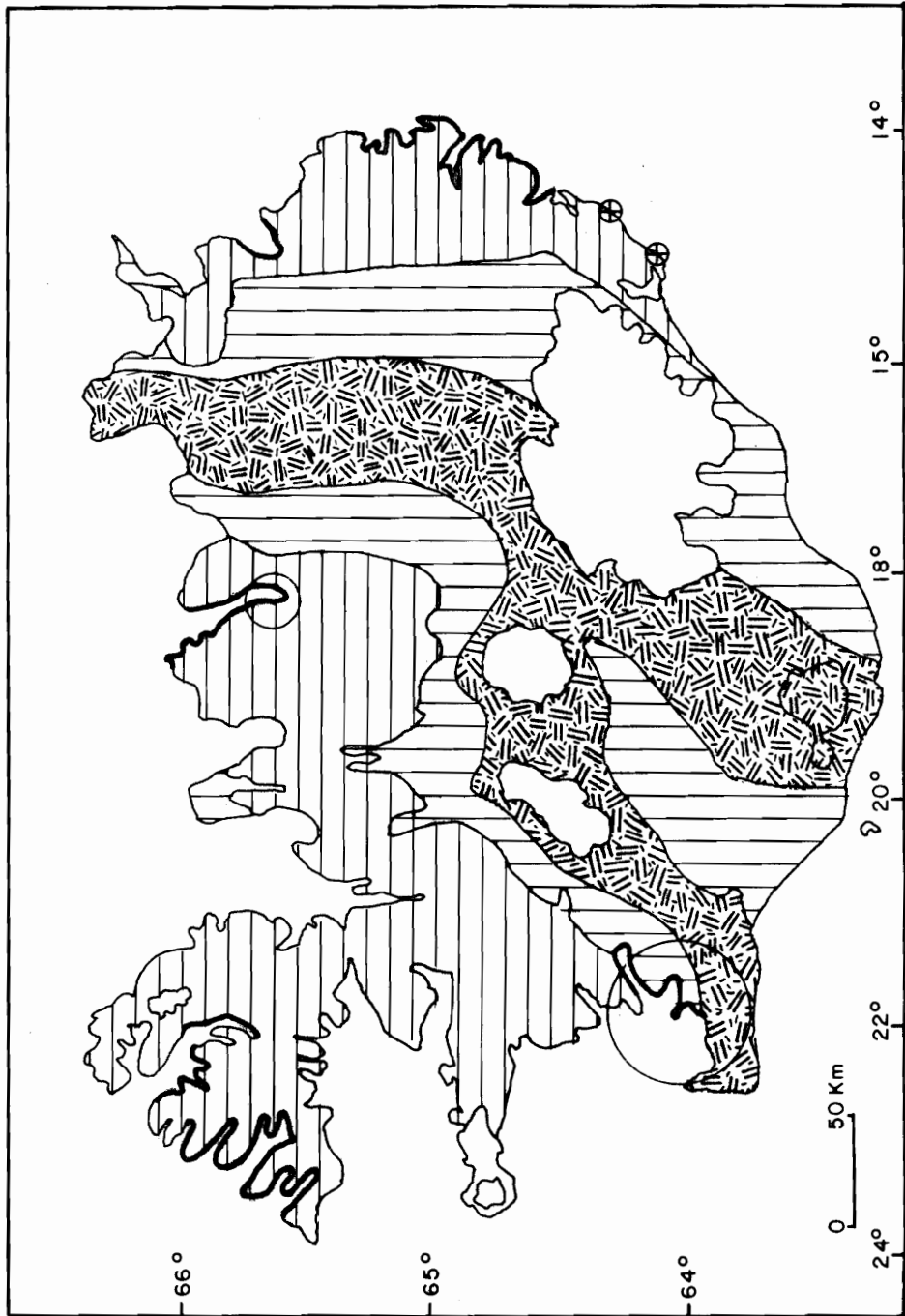
Mynd 3



Gröftur á vinnustund
sem fall af þverskurðar-
flatarmáli



Mynd 4

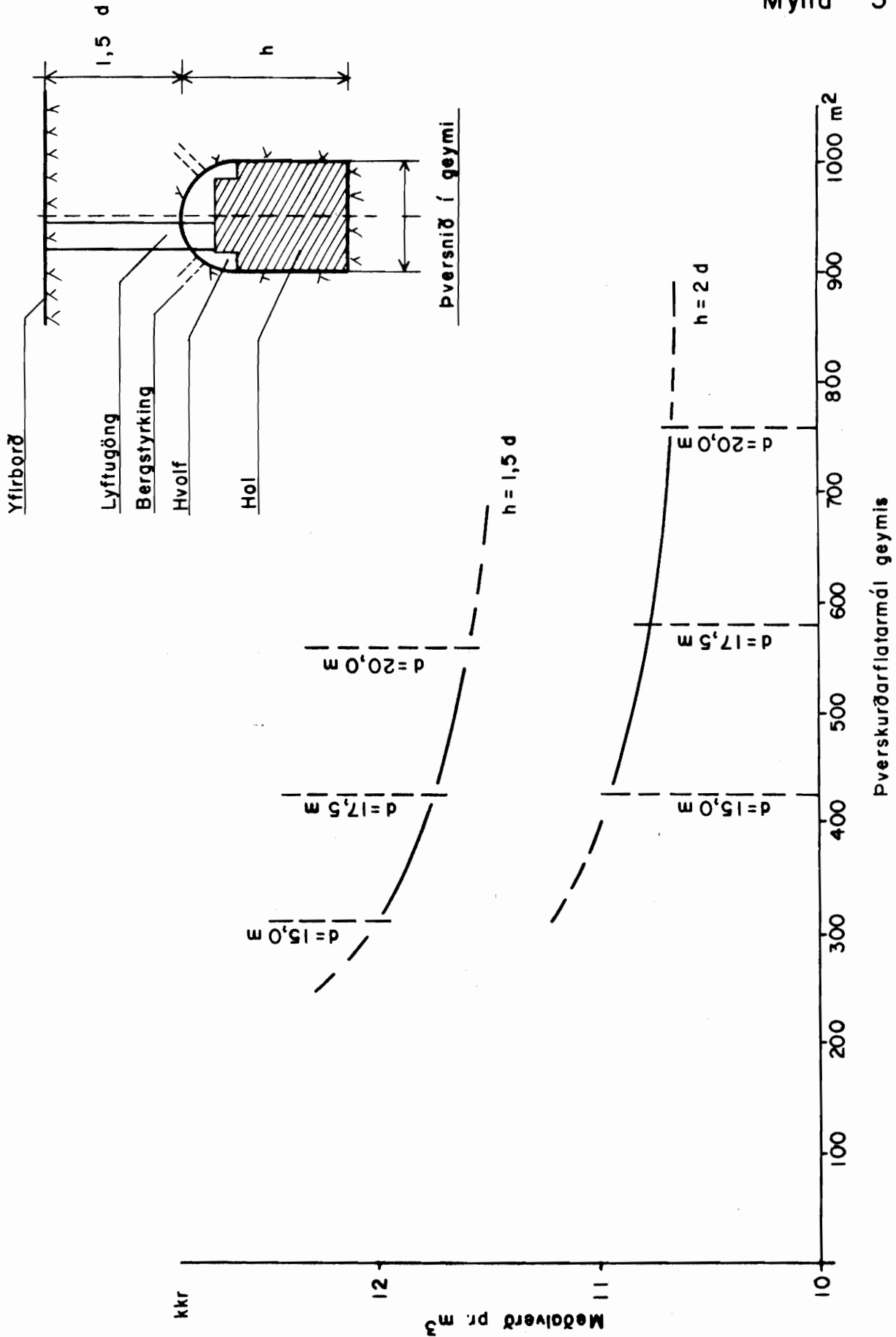


-  Tertíert blágrýti
-  Gosbeltið
-  Kvartert grágrýti
-  Strandlengja með hafnarskilyrðum

-  Djúpberg
-  Pungamiðja byggðar



Mynd 5





Mynd 6

