



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

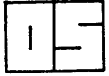
BÚRFELL II

**Aðrennslisskurður, stöðvarinntak
og stöðvarhúsgrunnur
Kjarnaborun 1983**

Bjarni Bjarnason

OS-83059/VOD-29 B

Júlí 1983



ORKUSTOFNUN

GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

BÚRFELL II

**Aðrennslisskurður, stöðvarinntak
og stöðvarhúsgrunnur
Kjarnaborun 1983**

Bjarni Bjarnason

OS-83059/VOD-29 B

Júlí 1983

EFNISYFIRLIT

	Bls.
1 INNGANGUR.....	4
2 AÐRENNSLISSKURÐUR OG STÖÐVARINNTAK.....	4
1.2 Gerð og skipan jarðlaga.....	4
2.2 Lekt.....	5
3 STÖÐVARHÚSSTÆÐI.....	6
1.3 Gerð og skipan jarðlaga.....	7
2.3 Lekt.....	7
3.3 Lekt í BF-2.....	8
4 SAMANTEKT.....	9
5 HEIMILDASKRÁ.....	10

TÖFLUSKRÁ

1 Hnit borhola.....	12
---------------------	----

MYNDASKRÁ

1 Yfirlitsmynd.....	13
2 Staðsetning borhola við aðrennslisskurð.....	14
3 Staðsetning borhola í stöðvarhússtæði.....	15
4 Borholusnið.....	16
5 Aðrennslisskurður og stöðvarinntak, jarðlagasnið....	17
6 Stöðvarhússtæði. Snið A.....	18
7 Stöðvarhússtæði. Snið B.....	19
8 Sröðvarhússtæði. Snið C.....	20
9 Stöðvarhússtæði. Snið D.....	21

1 INNGANGUR

Í júnímánuði 1983 voru boraðar fjórar kjarnaholur til könnunar á berggrunni fyrir væntanlega stækkun Búrfellsvirkjunar. Tvær holur, BF-18 og BF-19 skera jarðlög efst í Sámsstaðaklifi, sem aðrennslisskurður og stöðvarinntak virkjunarinnar eiga að liggja í. Þær eru báðar 40m djúpar. Aðrar tvær holur, BF-20 og BF-21, báðar 50m djúpar, skera jarðlög í væntanlegum grunni stöðvarhúss við rætur klifsins (sjá yfirlitsmynd). (Þegar vísað er til væntanlegra mannvirkja er átt við virkjunarfyrirkomulag í skýrslu Almennu verkfræðistofunnar 1982: Stækkun Búrfells, verkhönnun 140 MW virkjunar, sem unnin er fyrir Landsvirkjun.)

Hér verður aðeins fjallað um niðurstöður ofangreindra borana og þær bornar saman við niðurstöður úr loftborunum frá fyrra ári. Um almenna jarðfræði svæðisins hefur ýmislegt verið ritað og er vísað til heimilda um það efni (sjá heimildir 1 til 13 í heimildaskrá).

Úr kjarnaborunum fást einkum upplýsingar um tvennt; jarðlagaskipan og lekt jarðlaga. Verður fjallað um efnin hvort í sínu lagi. Fyrst er lýst aðstæðum á leið aðrennslisskurðar og við stöðvarinntak en síðar vikið að stöðvarhússgrunni.

2 AÐRENNSLISSKURÐUR OG STÖÐVARINNTAK

1.2 Gerð og skipan jarðlaga

Vorið 1982 var sprengdur veituskurður úr Bjarnalóni, fram úr klifinu, þá leið sem aðrennslisskurður virkjunarinnar mun liggja. Veituskurðurinn er 2-3m breiður en 4-6m djúpur. Borhola BF-18 liggur um miðja lengd þessa skurðar en BF-19 við neðri enda hans, nærri væntanlegu stöðvarinntaki. Báðar holurnar eru á brún skurðarins að suðaustanverðu. Staðsetning holanna er sýnd á mynd 2, borholusnið á mynd 4 en ófullkomið jarðlagasnið um holurnar eftir skurðinum endilöngum er á mynd 5.

Um 100m eru milli holanna en fátt er þó líkt með þeim. Efst í báðum holum er lag úr þóleift basalti, kubbað í BF-18 en millistuðlað í BF-19. Hér virðist um sama lag að ræða í báðum holum enda má rekja það á milli holanna í skurðveggjunum. Neðan þessa lags skiptast á völubergslög og basaltlög í BF-19 en í BF-18 er basalt og síðan um 20m þykkt móberg uns komið er aftur í basalt í botni holunnar. Móbergið og lögin ofan þess er yngra en bergið neðan efsta lags í BF-19 og er sennilega mislægi þar á milli sem spannar 0,5-0,7 ár (11). Ekki er unnt að draga skil jarðlaga út frá holunum því óregla er mikil í jarðlagastaflanum. Jarðlögin í holu BF-18 sýnast dæmigerð fyrir það berg sem má vænta á efri hluta skurðleiðarinnar en ekki er vitað hvar mynduninni í BF-18 sleppir og lögin sem sjást í BF-19 taka við.

Um gæði jarðlaganna til mannvirkjagerðar er það að segja að bergið er nær undantekningarlaust ferskt og traustlegt, kjarnaheimta yfirleitt um 100%. Sum basaltlaganna eru allsprungin en hér er um kólnunarsprungur að ræða (kubbaberg þ.e. mjög smástuðlað basalt) en slíkt berg hefur reynst ágætlega til þessa. Gjallkarginn er yfirleitt heillegur. Móbergið í BF-18 er mjög heillegt, kjarnaheimta 100% og RQD10 65-95%. Móbergið var brotpölsprófað með punktálagstæki strax eftir borun. Prófuð voru 11 sýni og fékkst niðurstaðan $I_s = 3$ MPa sem jafngildir 60-65 MPa ($600-650 \text{ kg/cm}^2$) úr einás prófi. Setbergið í holu BF-19 er einnig heillegt, þó með þeirri undantekningu að neðarlega í neðra setlaginu, í um 216-217 m y.s. er rúmlega 1m þykkt lag af súrum vikri sem er laus í sér og mjög lélegur.

Holurnar gengu báðar mjög vel í borun, en slíkt gerist að öllu jöfnu í góðu bergi.

2.2 Lekt

Holurnar voru lektarmældar meðan á borun stóð en við það var notaður SZ lektunarbúnaður Orkustofnunar. Prófunarbilin voru höfð stutt til að draga úr óvissu í niðurstöðum. Lektin er gefin upp í LU gildum (Lugeon Unit) en þau eru mælikvarði á tekt holunnar. Eitt LU samsvarar því að 76mm við hola taki við 1 lítra vatns á mínútu á hvern lengdarmetra ef dælt er í hana undir 10 bara þrýstingi. Eitt LU svarar gróflega til $K = 10^{-7}$ cm/sek en um línulegt samband milli eininganna er þó ekki að ræða.

Svo sem áður er getið eru báðar holurnar á brún veituskurðarins og voru efstu metrarnir í þeim því ekki lektarmældir vegna hættu á leka um skurðvegginn. Niðurstöður urðu þessar:

BF-18

7-20m dýpi, kubbaberg og gjallkargi, lekt 5 LU.
20-40m dýpi, móberg auk þess 2m basalt og kargi í holubotni, lekt 1 LU.

BF-19

9-20m dýpi, basalt og kargi, lekt 4 LU.
20-40m dýpi, völuþberg, gjóska, basalt og kargi, lekt 6 LU.

Mæliniðurstöður voru mjög reglulegar og sýnast því áreiðanlegar.

Niðurstöður eru einnig sýndar á borholusniðum á mynd 4.

Aðrennslisskurður Búrfellsvirkjunar eldri, úr Bjarnalóni að inntaki, liggur að baki þessa svæðis, efst í klifinu. Hann er ófóðraður. Linda verður þó ekki vart í brekkunum neðan hans og styður það niðurstöður lektarmælinga um litla lekt jarðlaga.

3 STÖÐVARHÚSSTÆÐI

Eldri borholur á svæðinu eru: Kjarnaholur SO-1 og BF-2 og loftborsholur BF-9 til BF-17. Niðurstöður fyrri borana verða ekki raktar hér í smáatriðum en vísað til heimildar nr. 9 um það efni.

Tilgangur með borun BF-20 og BF-21 var þríþættur:

1. Kanna áreiðanleika niðurstæðna úr loftborunum frá fyrra sumri. Loftbor tekur ekki borkjarna úr holum og verður því að ráða jarðlagaskipan af borsvarfi sem berst upp úr holunum og borhraða gegnum lögin og er túlkun stundum vandasöm.
2. Kanna jarðlagaskipan neðan þess dýpis er loftborinn náði.

3. Mæla lekt bergs í stöðvarhússgrunni.

1.3 Gerð og skipan jarðlaga

BF-20 var valinn staður við hliðina á loftborsholu BF-16 en sú hola nær ekki niður úr jökulberginu og var þykkt þess þar óviss.

BF-21 var boruð milli loftborshola BF-10 og BF-12 því nokkur óvissa ríkti þar um gerð bergsins næst undir jökulberginu. Borholusnið eru á mynd 4.

Staðsetningar allra borhola í stöðvarhússtæði eru sýndar á mynd 3. Niðurstöður borana eru sýndar á sniðmyndum A-D (myndir nr. 6-9) en lega sniðanna er merkt inn á mynd 3.

Kjarnaborholum ber vel saman við næstu loftborsholur. Kjarnaholurnar breyta því í engu niðurstöðum loftborana frá fyrra sumri um þykkt lausra jarðlaga og jökulbergs.

Neðan jökulbergsins svipar holunum tveim saman. Jökulbergið hvílir á gjallkarga í þeim báðum en neðan hans er rúmlega 10m þykkt þóleift basaltlag, væntanlega sama lagið í báðum holunum. Þar fyrir neðan skiptast á misþykk lög af gjallkarga og basalti (mynd 9).

Bergið er yfirleitt mjög brotið, RQD10 er oftast 0-30% en RQD30 er nær alls staðar 0% og kjarnatap á köflum. Segja má að lögin séu öll jafn brotin ef undan er skilið neðsta basaltlagið í BF-21 en það er þokkalega heillegt (sjá mynd 4). Holurnar gengu illa í borun, þær stóðu frekar illa og krónur entust skammt.

Kjarnaborhola BF-2, boruð 1981, liggur um 35m austan við BF-21. Bergið í BF-2 er brotið ólivínbasalt og gjallkargi (mynd 7) en þó heillegra en í hinum holunum tveimur. Tenging jarðlaga undir jökulberginu við lög í BF-20 og 21 er ekki ljós. Má kenna það landslagi á myndunartíma eða misgengi milli BF-2 og hinna kjarnaholanna tveggja.

2.3 Lekt

Lekt var mæld á sama hátt og í BF-18 og 19. Niðurstöður

urðu þessar: (sjá mynd 4).

BF-20

19-29,5m dýpi. Basalt og gjallkargi, lekt regluleg um 5 LU.

35-40m dýpi. Á þessu bili er gjallkargi á lagamótum. Þegar borað var gegnum hann reis vatnsborð frá 4,5m dýpi uns seytlaði upp úr holunni. Þegar pakkað var ofan þessa bils reis vatnið 2,5m yfir jörðu innan í borstöngunum. Lekt á bilinu mældist um 15 LU.

40-50m dýpi. Basalt og gjallkargi, lekt regluleg um 7 LU.

BF-21

10-16m dýpi. Jökulberg, kargi og basalt. Lekt regluleg um 8 LU.

18,5-41m dýpi. Basalt og gjallkargi, lekt frekar óregluleg, um 5 LU.

41-50m dýpi. Basalt og gjallkargi. Lekt 25 LU við 1 bar fyrstu 3 mínúturnar sem dælt er á holuna. Þrýstingur aukinn um 1 bar á 3 mín. fresti og dregur hratt og reglulega úr lekt með tímanum. Komin í 4 LU við 7 bara þrýsting eftir 21 mín. dælingu. Eftir að dælingu lýkur skilar holan upp úr sér því vatnsmagni sem dælt var í hana á tæpum klukkutíma. Lektin virðist því vera nokkuð há á þessu bili en vatnsgeymirinn lítill.

Það er sameiginlegt öllum lektarprófunum í jarðlögum neðan jökulbergsins í BF-20 og BF-21 að rennsli er mikið upp úr holunum að hverri prófun lokinni. Slíkt bendir til þess að grunnvatnsgeymirinn að baki hverju prófunarbili sé lítill, það vatn sem dælt er í holurnar byggir upp þrýsting í geyminum en tapast að óverulegu leyti.

3.3 Lekt í BF-2

Holan var lektarmæld við borun sumarið 1981. Notaður var sams konar búnaður og nú í sumar. Lekt í holunni reyndist mjög lítill, um eða innan við 1 LU. Ekki virðist ástæða til að véfengja niðurstöðurnar. Það berg sem BF-2 sker virðist því þéttara en annað berg á stöðvarhússvæðinu.

4 SAMANTEKT

Boranirnar leiða í ljós að jarðlög á svæði aðrennslisskurðar og stöðvarinntaks sýnast heilleg og lekahætta um þau er lítil. Ekki er unnt að draga samfellt jarðlagasnið um skurðleiðina vegna óreglu í upphleðslu laganna en sú mynd sem fékkst er þó það skýr að ekki er mælt með frekari borun á því svæði.

Á svæði stöðvarhúss var staðfest mynd frá fyrri rannsóknum á þykkt jökulbergs og lausra jarðlaga (9). Neðan jökulbergsins eru misþykk lög af basalti og gjallkarga og er bergið í heild mjög brotið. Lekt er mismikil, yfirleitt 5-8 LU en mældist mest 25 LU. Ástæða er til að ætla að grunnvatnsgeymar (veitar) séu litlir og dragi fljótt úr leka inn í stöðvarhússgrunn. Jarðlagaskipan virðist nú nægjanlega þekkt en nákvæmari mynd má fá af væntanlegu rennsli inn í stöðvarhússgrunninn með dæluþrófunum ef ástæða þykir til. Mælt er með að það verði ekki gert fyrr en ákvörðun um framkvæmdir hefur verið tekin.

HEIMILDASKRÁ

- 1 Almenna verkfræðistofan 1980: Athugun á frárennslisskurði fyrir Búrfell II. Greinargerð unnin fyrir Landsvirkjun, 4 s.
- 2 Almenna verkfræðistofan 1982: Stækkun Búrfells, verkhönnun 140 MW virkjunar. Landsvirkjun 38 s.
- 3 Harza Engineering Company International 1963: BÚRFELL Project. Project Planning Report. Volume II.
- 4 Harza Engineering Company International 1965: BÚRFELL Project. Definite Project Report.
- 5 Haukur Tómasson 1967: Jarðfræðirannsóknir virkjunarstaðarins við Búrfell. Sérprentun úr tímariti Verkfræðingafélags Íslands 3.- 6. hefti 1966.
- 6 Haukur Tómasson og Elsa G. Vilmundardóttir 1964: Búrfell Project, the Modified Saetersmoen Scheme, S.E.A., Reykjavík, des. 1967.
- 7 Ingibjörg Kaldal og Snorri P. Snorrason 1980: BÚRFELL II, Laus jarðlög og Jarðfræði S'amsstaðaklifs. Orkustofnun, VOD. Greinargerð IK-80/02 SPS-80/02, 22 s.
- 8 Ingibjörg Kaldal 1981: Búrfellsvirkjun II, Laus jarðlög. Orkustofnun, VOD. Greinargerð IK-81/01.
- 9 Pétur Pétursson 1982: Búrfell II, Loftboranir á stöðvarhússtaði, Orkustofnun, VOD. Skilagrein OS821111/VOD52 B, 7 s.
- 10 Rögnvaldur Þorláksson og Haukur Tómasson 1964: Tilraunajarðgöng við Búrfell. Raforkumálastjóri, Orkudeild, nóv. 1964
- 11 Snorri Páll Snorrason 1981: Jarðfræði Sámstaðaklifs. Orkustofnun, VOD. Greinargerð SPS-81/01.
- 12 Þorleifur Einarsson 1960: Jarðfræði Búrfellsvirkjunar. Raforkumálastjóri, Orkudeild. Reykjavík, des. 1960.

13 Þorleifur Einarsson og Haukur Tómasson 1962: Búrfell,
General Geology. S.E.A., Reykjavík, maí 1962.

HNITASKRÁ

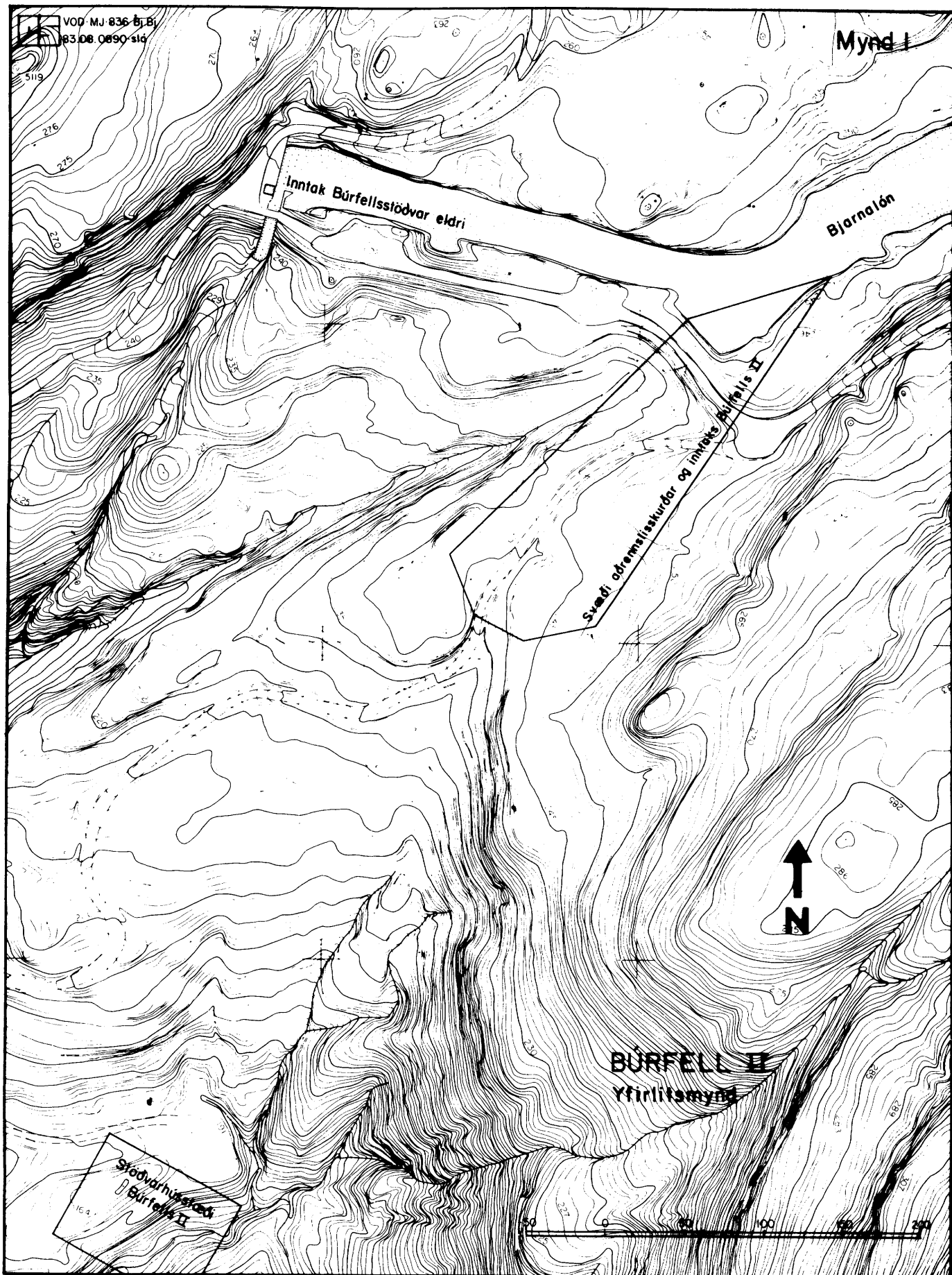
BÚRFELL II Borholur í stöðvarhússtæði og við
aðrennslisskurð.

HEITI	X	Y	HÆÐ mys	MÆLING MIÐUÐ VIÐ
BF-1	587932.0	401348.8	223.2	F
BF-2	588061.5	401033.5	151.7	P
BF-9	588124.64	401031.20	160.06	P
BF-10	588087.81	401016.77	148.11	P
BF-11	588104.62	401016.37	148.89	J
BF-12	588097.41	401014.64	148.82	J
BF-13	588072.70	401033.87	150.38	J
BF-14	588079.64	401035.10	150.48	P
BF-15	588087.96	401046.92	158.75	P
BF-16	588104.73	401053.29	161.01	P
BF-17	588132.09	401075.38	160.00	P
BF-18	587820.82	401495.88	246.24	F
BF-19	587867.27	401405.96	244.32	F
BF-20	588100.84	401053.72	160.74	P
BF-21	588092.35	401018.69	148.90	F
SO-1	588060.0	401085.0	161.1	F

F = fóðurrör

J = jörð

P = píсарör



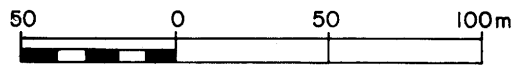
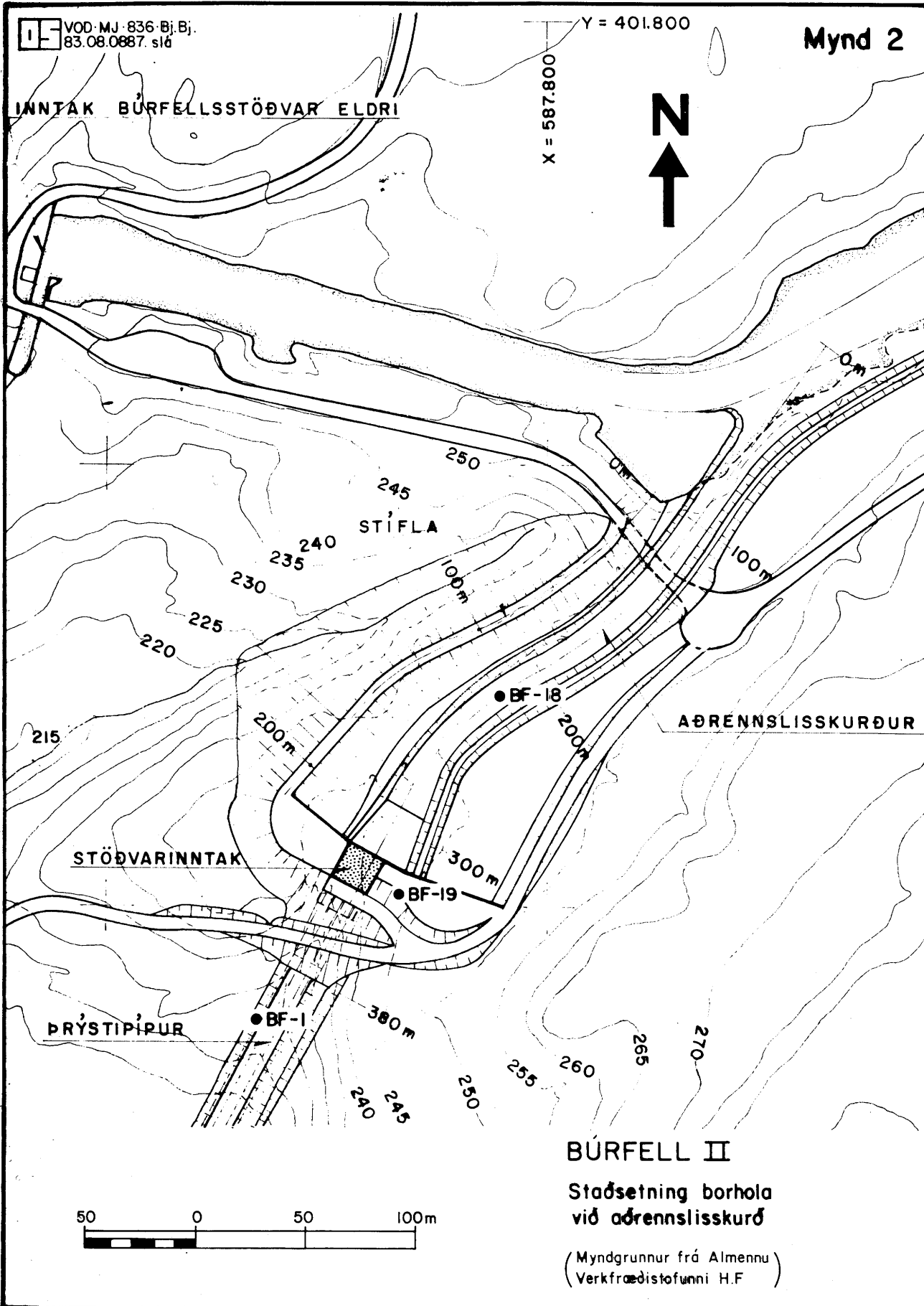
VOÐ MJ 836-Bj.Bj.
83.08.0887. sló

Y = 401.800

Mynd 2

INN TAK BÚRFELLSSTÖÐVAR ELDRI

X = 587.800



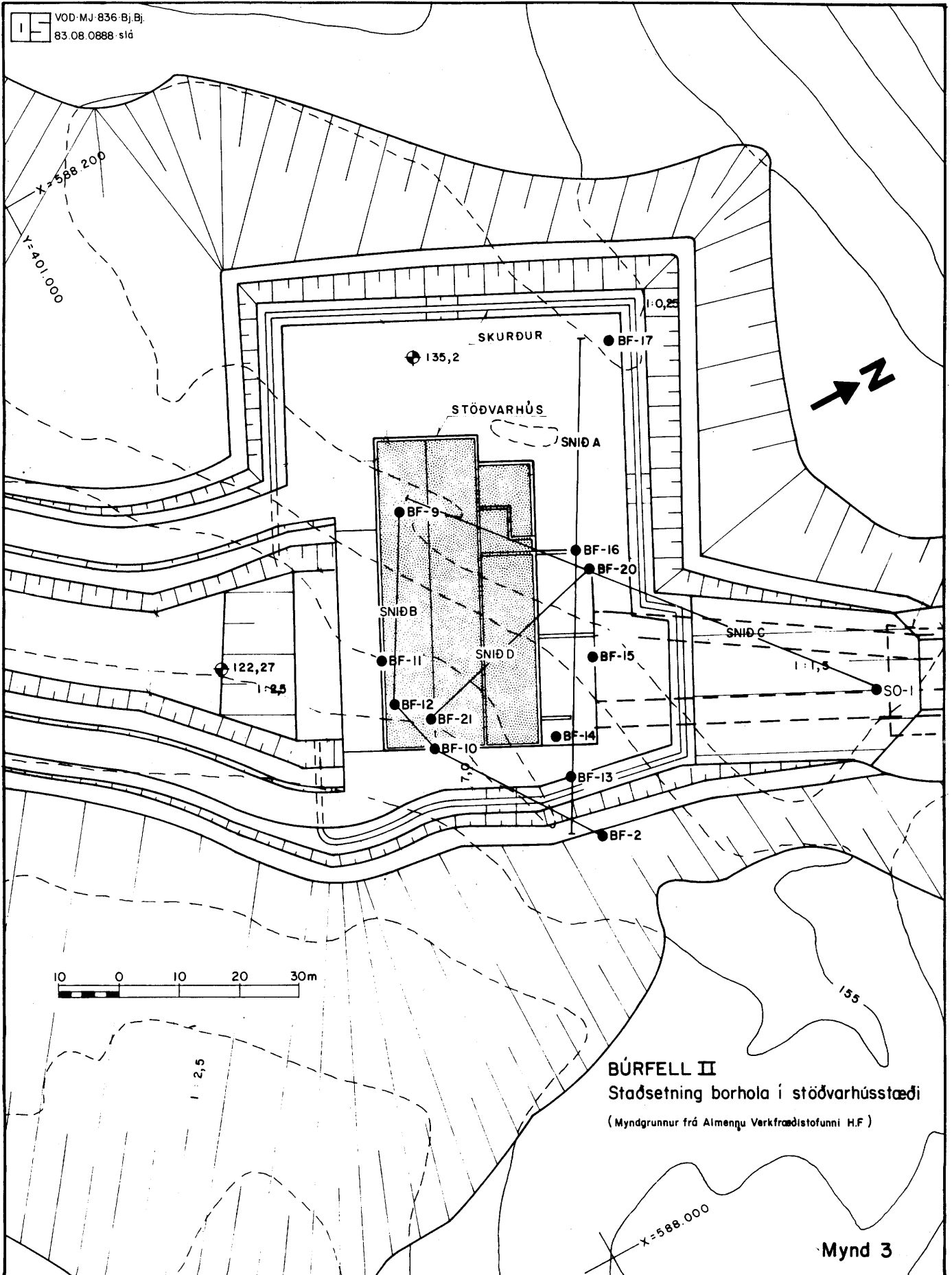
BÚRFELL II

Stöðsetning borhola
við aðrennslisskurð

(Myndgrunnur frá Almennu
Verkfræðistofunni H.F.)



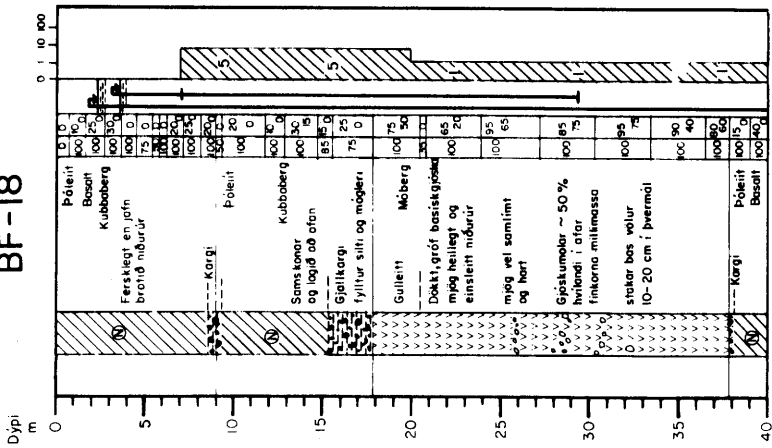
VOD-MJ-836-Bj.Bj.
83.08.0888-slá



BÚRFELL II
Staðsetning borhola í stöðvarhússtæði
(Myndgrunnur frá Almennu Verkfræðistofunni H.F.)

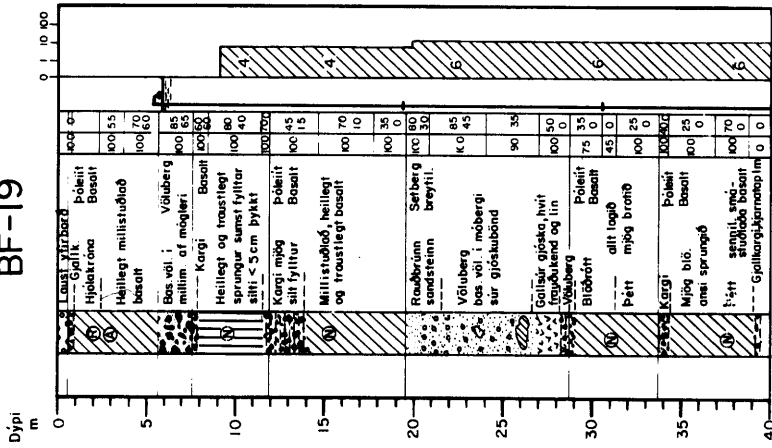
GREINING CLASSIFICATION	LEKT PERMEABILITY LU	JVB GWT	RQD	Kjarni/Core %	HED Elevation
-------------------------	----------------------	---------	-----	---------------	---------------

BF-18



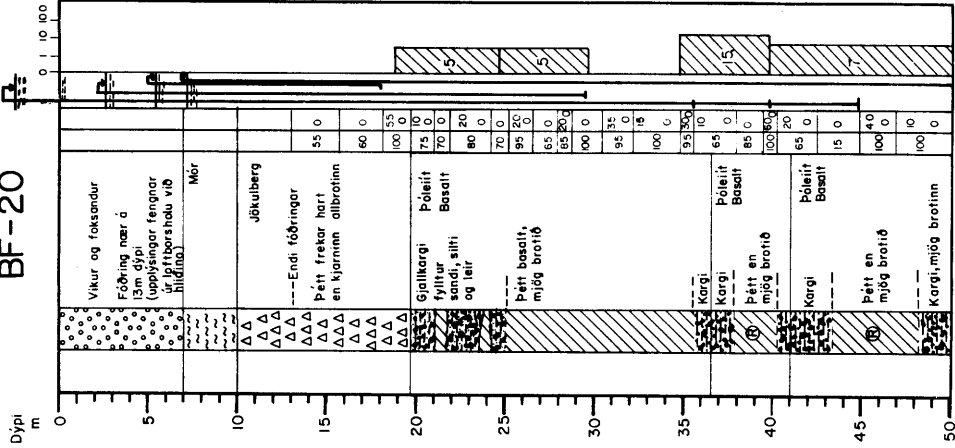
GREINING CLASSIFICATION	LEKT PERMEABILITY LU	JVB GWT	RQD	Kjarni/Core %	HED Elevation
-------------------------	----------------------	---------	-----	---------------	---------------

BF-19



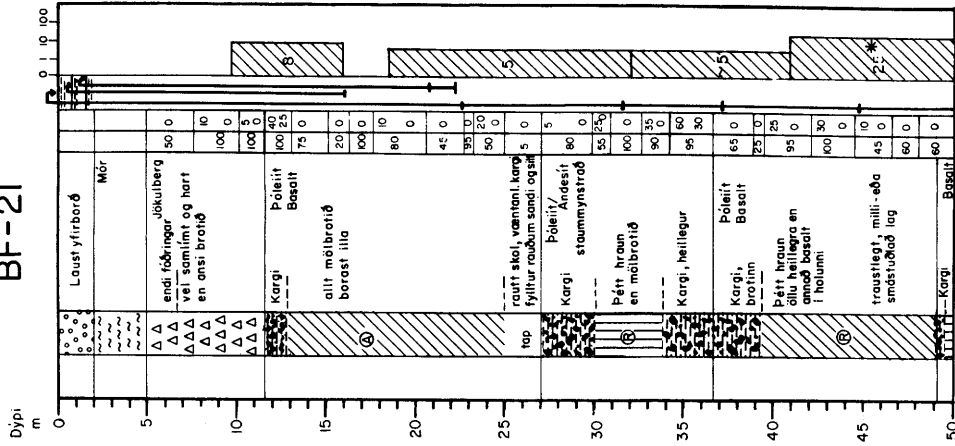
GREINING CLASSIFICATION	LEKT PERMEABILITY LU	JVB GWT	RQD	Kjarni/Core %	HED Elevation
-------------------------	----------------------	---------	-----	---------------	---------------

BF-20



GREINING CLASSIFICATION	LEKT PERMEABILITY LU	JVB GWT	RQD	Kjarni/Core %	HED Elevation
-------------------------	----------------------	---------	-----	---------------	---------------

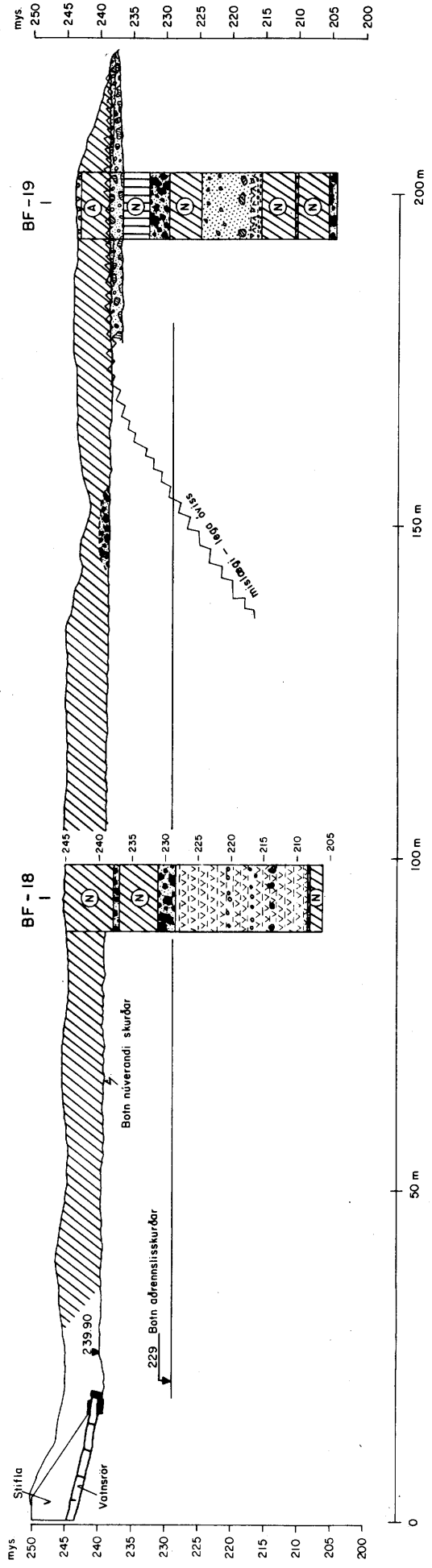
BF-21



Ath. Gefin eru tvö RQD gildi. Efrri talan er RQD10 (10cm bútar sem fyrr) en neðri talan er RQD30 (30cm bútar).

*Sjá texta bls. 8

BÚRFELL II
 Aðrennslisskurður og stöðvarinntak
 Jarðlagasnið
 (Ófulkomið)



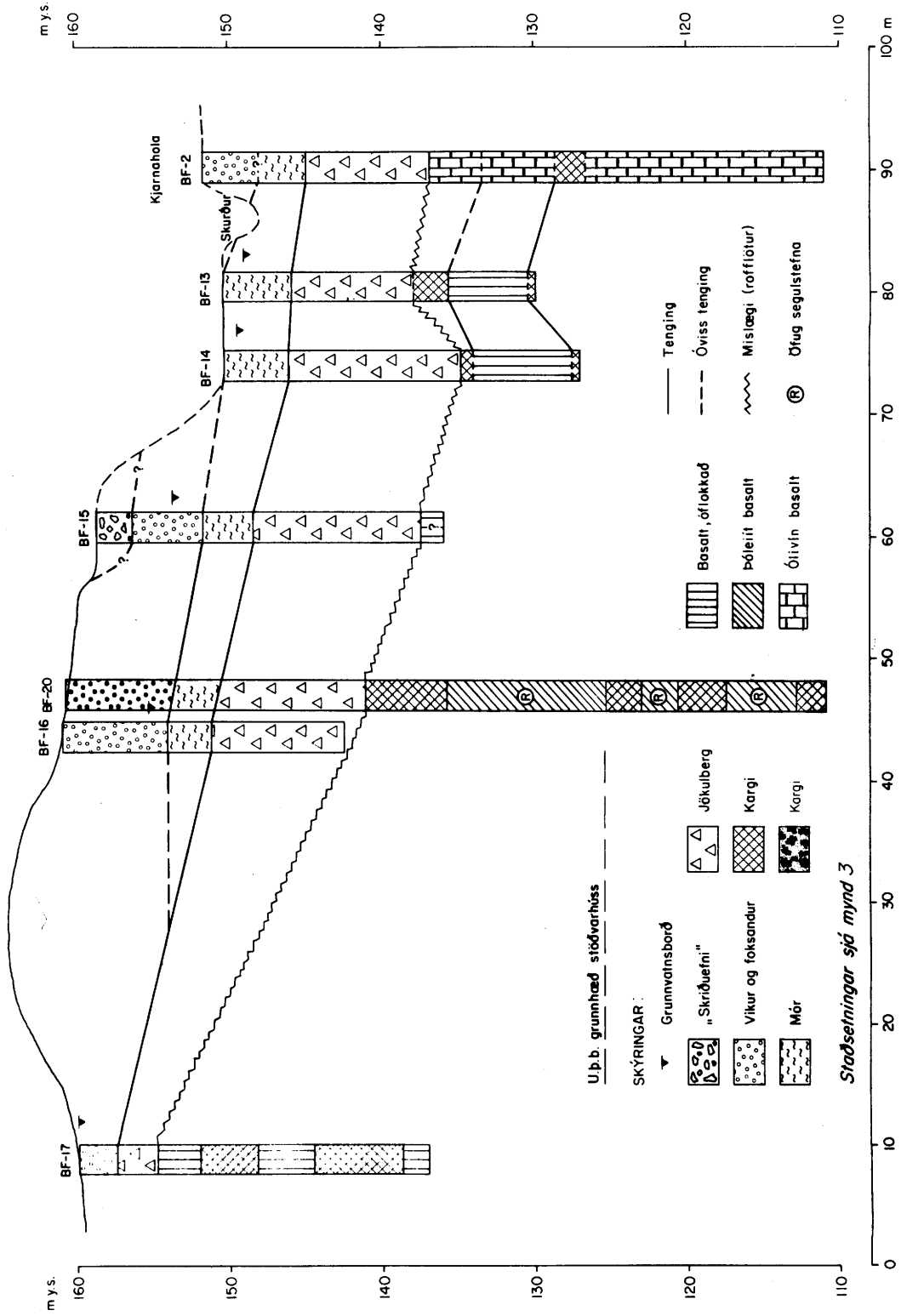
Mynd 5

VOD MJ 836 Bl B)
 83.07.0872.116

Mynd 6

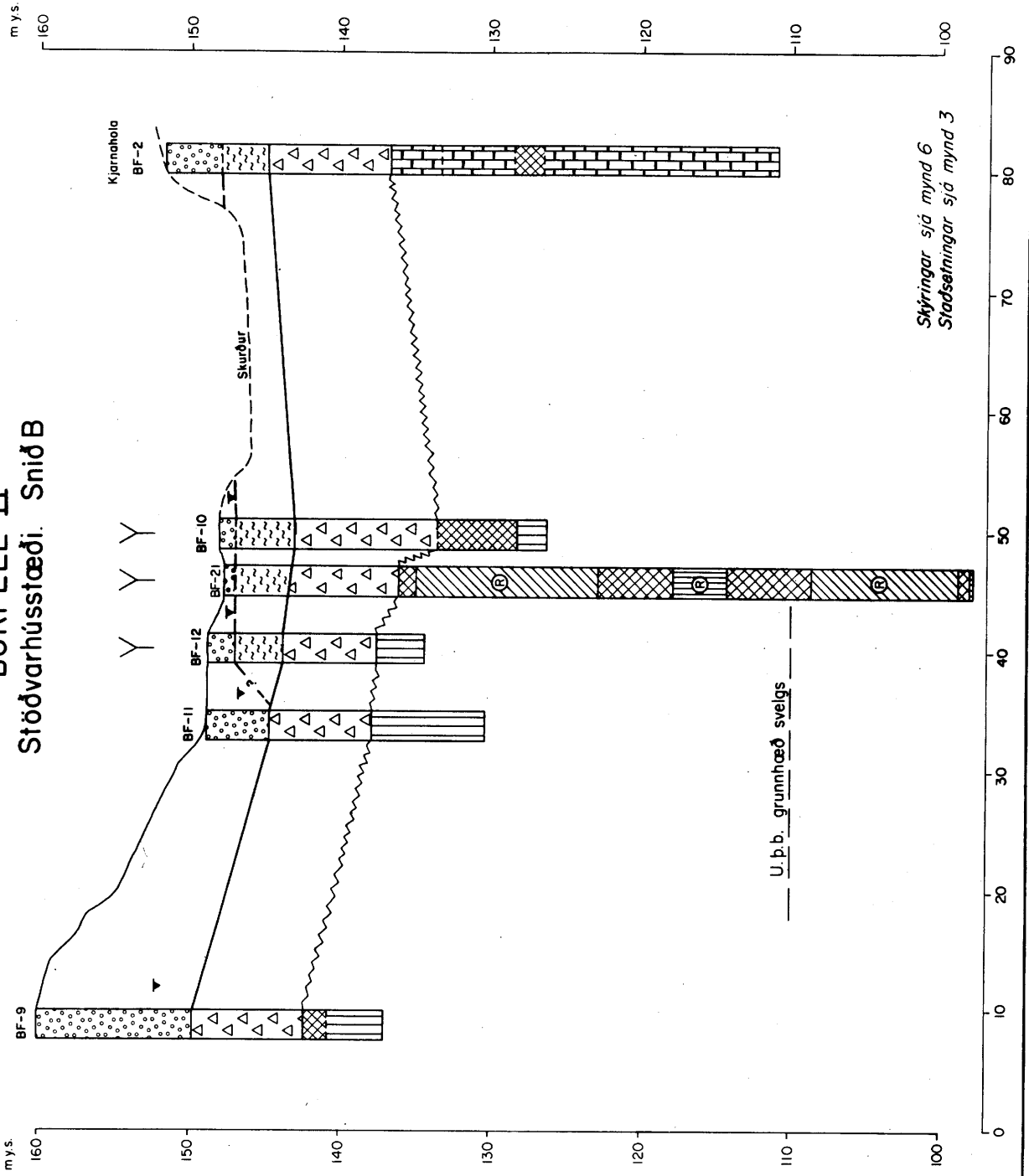
BÚRFELL II
Stöðvarhússtæði. Snið A

VOD-MJ-856-Bj.
83 06 0892-310



Mynd 7

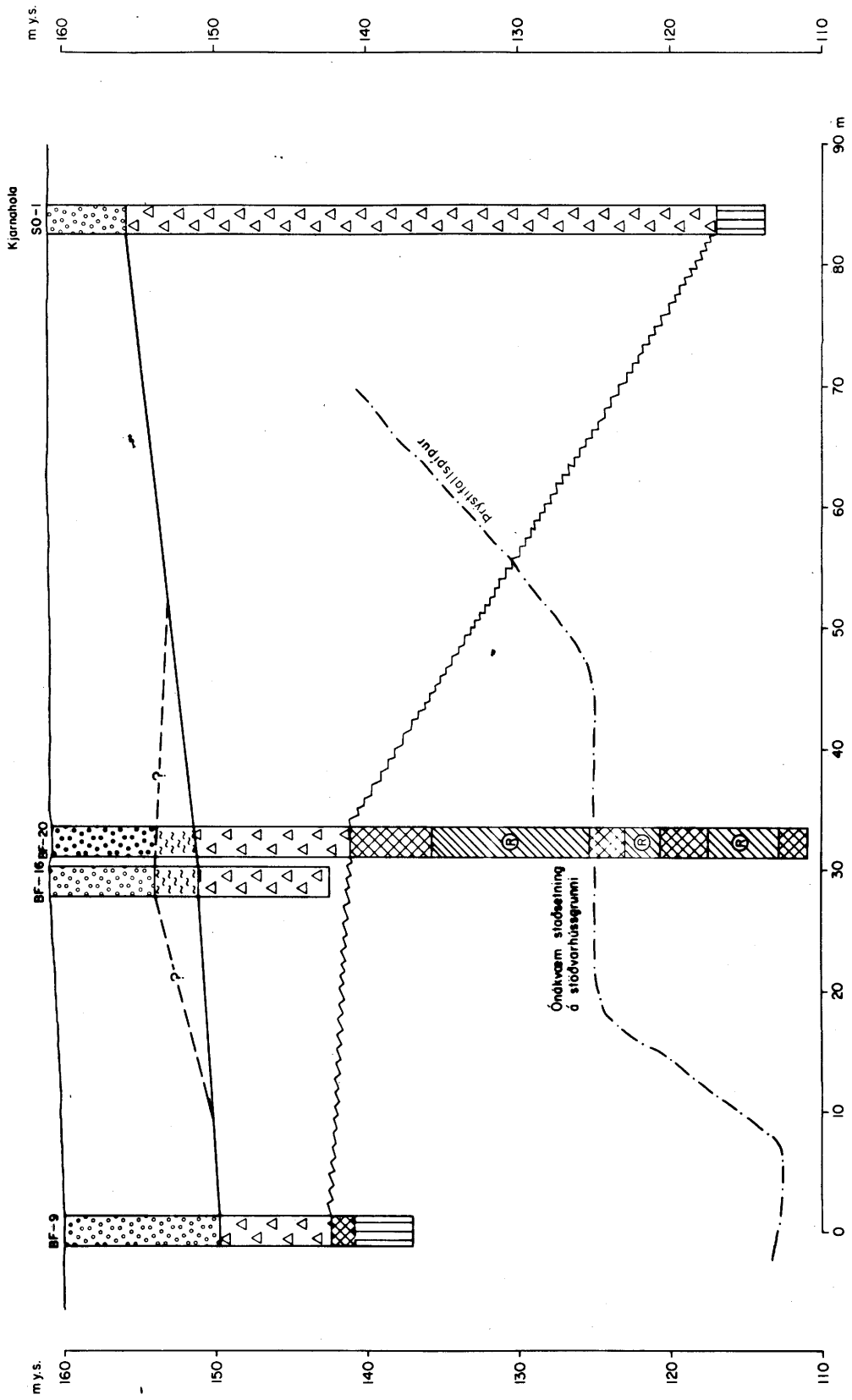
BÚRFELL II Stöðvarhússtæði. Snið B



Mynd 8

BÚRFELL II Stöðvarhússtöði. Sníð C

YOD-MJ-836-Bj
83.08.0694-310



Skýringar sjá mynd 6
Staðsetningar sjá mynd

VOD-MJ-836-BjBj.
83.08.0891-slá

